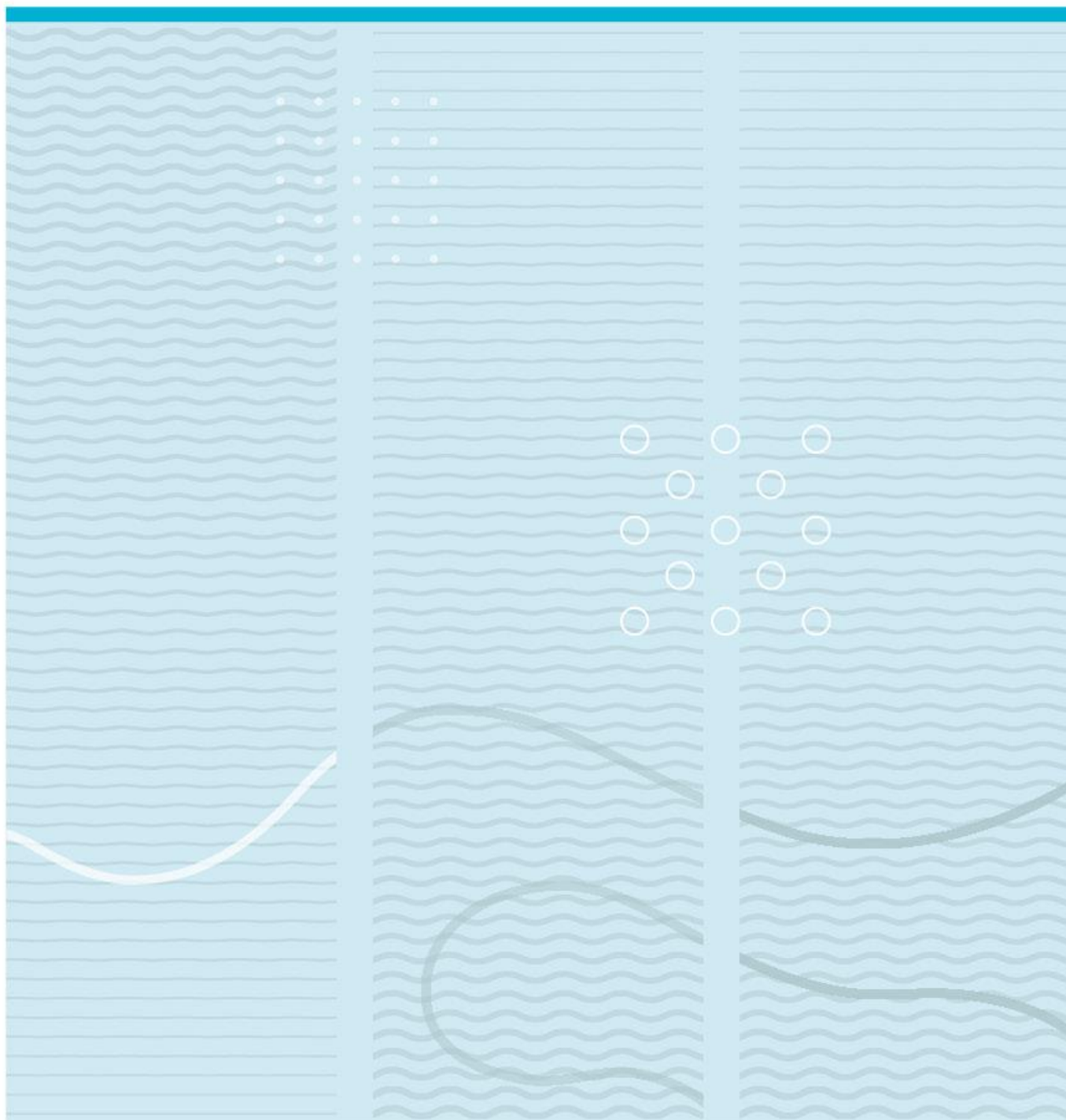


Espen Veen Hansen  
Simen Ekeland Solberg

## Er Industri 4.0 en døgnflue eller langvarig trend?

En mixed-methods studie av kunnskap, relevans, anvendelse, utfordringer og effekter i norske bedrifter





Universitetet i Sørøst-Norge  
Fakultet for samfunnsvitenskap  
Institutt for økonomi, markedsføring og jus  
Bredalsveien 14  
3511 Hønefoss

<http://www.usn.no>

© 2020 Espen Veen Hansen & Simen Ekeland Solberg

Denne avhandlingen representerer 30 studiepoeng

# Forord

Denne masteroppgaven er skrevet som den avsluttende oppgaven i masterprogrammet bedriftsøkonomisk analyse ved Universitetet Sørøst-Norge våren 2020.

Oppgaven undersøker kunnskapsnivået, relevansen og anvendelsen av industri 4.0 i Norge. Ideen bak tema ble først presentert av vår veileder Dag Øivind Madsen slik at vi kunne kartlegge omfanget i bruken av I4.0 i Norge.

I4.0 er i dag ikke like utbredt som i andre land, for eksempel Tyskland, men vi ser i større grad at virksomheter er opptatt av digitalisering og automatisering av bedrifter. De benytter seg teknologier innenfor I4.0 konseptet, noe som tyder på at dette vil bli viktigere i fremtiden. Dette har vært en av motivasjonene for å skrive om industri 4.0 på grunn av kombinasjonen mellom finans og teknologi (FINTECH).

Arbeidet med masteroppgaven har vært svært lærerikt og gitt oss verdifull læring innenfor forskning, og ikke minst kunnskap om tema og problemstilling. Vi ønsker å rette en stor takk til vår veileder Dag Øivind Madsen gjennom arbeidet med masteroppgaven. I tillegg til det innledende forprosjektet hvor han har kommet med gode innspill og vinklinger på oppgaven, samtidig som han har vært fleksibel og tilgjengelig ved behov.

Avslutningsvis vil vi takke alle deltakere som har tatt del i studien, både informanter og respondenter. Alle har vært med på å forme denne masteroppgaven.

Hønefoss, 31. mai 2020

---

Espen Veen Hansen

---

Simen Ekeland Solberg

## Sammendrag

Industri 4.0 er et omtalt tema rundt om i verden og baserer seg på den “fjerde industrielle revolusjonen”. Siden introduksjon av konseptet i Tyskland i 2011 har populariteten vært en stigende trend i utlandet. Konsepter som *CPS*, *stordata*, *smarte fabrikker*, *internet of things* og *kunstig intelligens* er konsepter som former I4.0 i sin helhet. I4.0 ble derfor et samlebegrep. Hvorvidt begrepet vil overleve er usikkert, men vi har utført en studie for å undersøke *kunnskapsnivået*, *relevans*, *anvendelse*, *utfordringer* og *effekter* av I4.0 i norske bedrifter. De teknologiske verktøyene som inngår i I4.0 konseptet har potensiale til å skape konkurransefortrinn og store endringer i måten norske bedrifter drifter. Vår problemstilling er utformet slik:

**“Hva er status når det gjelder kunnskapsnivået og anvendelsen av I4.0 i Norge?”**

Denne studien er basert på en “mixed-methods”-tilnærming og bygger på både kvalitativ og kvantitativ forskning. Dataene er hentet gjennom fire dybdeintervjuer og en spørreundersøker til 926 unike epostadresser uavhengig av bedriftsstørrelse, bransjetilhørighet og geografisk plassering. Funnene indikerer at kunnskapsnivået til I4.0 i norske bedrifter varierer, men lav på generell basis. Det fremgår likevel av studien at teknologiske verktøy knyttet til I4.0 benyttes i ulik grad i Norge. Videre indikerer studien på et generelt grunnlag at I4.0 er relevant for norske bedrifter. Funnene indikerer derfor at merkelappen I4.0 ikke er dekkende nok for alle bransjer.

# Innholdsfortegnelse

<b>Forord</b> .....	<b>2</b>
<b>Sammendrag</b> .....	<b>3</b>
<b>Figurliste</b> .....	<b>7</b>
<b>Tabelliste</b> .....	<b>8</b>
<b>Begrepsliste</b> .....	<b>9</b>
<b>1.0 Introduksjon</b> .....	<b>11</b>
1.1 Formål .....	11
1.2 Problemstilling .....	11
1.3 Industri 4.0 .....	11
1.4 Bakgrunn.....	13
1.4 Avgrensninger.....	13
1.5 Struktur .....	13
<b>2.0 Litteraturgjennomgang</b> .....	<b>14</b>
2.1 Utviklingen fra Industri 1.0 til Industri 4.0.....	14
2.2 Industri 4.0 .....	15
2.3 I4.0-relaterte konsepter .....	16
2.3.1 Cyber-Fysiske Systemer .....	17
2.3.2 Stordata (Big data) .....	18
2.3.3 Tingenes internett (Internet of things) .....	21
2.3.4 Smarte fabrikker (Smart factories).....	22
2.3.5 Kunstig intelligens (Artificial intelligence) .....	24
2.3.6 Oppsummering.....	26
2.4 Neologismer.....	26
2.5 Anvendelse av I4.0.....	27
2.5.1 Anvendelse av I4.0 i produktbaserte bedrifter .....	28
2.5.2 Anvendelse av I4.0 i tjenestebaserte bedrifter .....	29
2.5.3 Oppsummering.....	31
2.6 Utfordringer og effekter ved Industri 4.0.....	31
2.6.1 Utfordringer ved Industri 4.0 .....	31
2.6.2 Effekter ved I4.0 .....	33
2.6.3 Oppsummering.....	34
<b>3 Metode</b> .....	<b>35</b>
3.1 Forskningsdesign .....	35
3.2 Datainnsamling .....	36
3.3 Litteratursøk .....	37
3.4 Intervju .....	38
3.4.1 Seleksjonsprosess.....	39
3.4.2 Forberedelse til intervju .....	39
3.4.3 Gjennomføring av intervju.....	40
3.4.4 Analyse av intervjuene.....	41
3.5 Spørreundersøkelse .....	41
3.5.1 Utforming av spørreundersøkelse .....	42
3.5.2 Utvalg.....	44

3.5.3 Responsraten .....	44
3.5.4 Frafallsanalyse .....	45
3.5.5 Analyse av spørreundersøkelsen .....	46
3.7 Kvalitetskriterier .....	47
3.7.1 Validitet, reliabilitet og begrensninger .....	47
3.7.2 Fortolkende validitet .....	48
3.7.3 Teoretisk validitet .....	48
3.7.4 Intern validitet .....	48
3.7.5 Ekstern validitet .....	49
3.7.6 Reliabilitet.....	49
3.7.7 Oppsummering av kvalitetskriteriene .....	49
3.9 Forskningsetiske betraktninger .....	51
<b>4. Resultater .....</b>	<b>53</b>
4.1 Resultat intervjuer .....	53
4.1.1 Informant 1 .....	53
4.1.2 Informant 2.....	55
4.1.3 Informant 3.....	57
4.1.4 Informant 4.....	58
4.3 Oppsummering av intervjuene .....	60
4.4 Spørreundersøkelsen .....	63
4.4.1 Stilling.....	63
4.4.2 Bransjetilhørighet.....	64
4.4.3 Antall ansatte .....	66
4.4.4 Geografisk spredning .....	66
4.5 Presentasjon av hovedfunnene av spørreundersøkelsen .....	68
Del 1 - Introduksjon .....	68
4.5.1 Kjennskap til industri 4.0.....	68
4.5.2 Kontakt med begrepet I4.0.....	68
Del 2 - Kunnskap .....	69
4.5.3 Graden av kunnskap.....	69
4.5.4 I4.0 konsepter.....	70
4.5.5 Teknologiske verktøy (kunnskap).....	71
Del 3 - Relevans .....	73
4.5.6 Graden av relevans.....	73
4.5.7 I4.0 konsepter.....	74
4.5.8 Teknologiske verktøy (Relevans) .....	74
Del 4 - Anvendelse.....	76
4.5.9 Anvendelse.....	76
4.5.10 Grad av anvendelse .....	77
4.5.11 Anvendelse av I4.0 konsepter .....	77
4.5.12 Teknologiske verktøy (anvendelse) .....	78
Del 5 - utfordringer .....	80
4.5.13 utfordringer .....	80
Del 6 - Effekter .....	81
4.5.14 Effekter ved anvendelse av I4.0 verktøy.....	81

<b>5. Diskusjon</b> .....	<b>83</b>
5.1 Forskningsspørsmål 1: I hvilken grad har norske bedrifter kunnskap om I4.0?.....	83
5.2 Forskningsspørsmål 2: I hvilken grad har I4.0 relevans for bedrifter i Norge?.....	85
5.3 Forskningsspørsmål 3: I hvilken grad anvendes I4.0 i norske bedrifter? .....	86
5.4 Forskningsspørsmål 4: Hvilke utfordringer og effekter oppstår i bedriften ved anvendelse av I4.0 teknologiske verktøy? .....	88
<b>6. Avslutning</b> .....	<b>90</b>
6.1 Konklusjon .....	90
6.2 Studiens bidrag.....	91
6.3 Praktiske implikasjoner.....	91
6.4 Begrensninger og videre forskning.....	92
<b>7. Referanseliste</b> .....	<b>94</b>
<b>8. Vedlegg</b> .....	<b>99</b>
8.1 Introduksjonsbrev .....	99
8.2 Samtykkeskjema .....	100
8.3 Intervjuguide .....	101
8.4 Invitasjon til spørreundersøkelse (epost) .....	102
8.5 Påminnelse .....	102
8.6 Spørreskjema inkludert skranker .....	103



## Figurliste

Figur 1 Treff i Google trends for søkeordet “Industry 4.0” (siste fem årene) .....	12
Figur 2 Utviklingen I antall treff (Atekst).....	12
Figur 3 Forskningsdesign.....	36
Figur 4 Intervjuprosessen.....	39
Figur 5 “Hva er din stilling?” .....	63
Figur 6 “Hvilken næring tilhører deres bedrift?” .....	64
Figur 7 Antall ansatte i bedriften .....	66
Figur 8 Geografisk fordeling av bedriftene.....	67
Figur 9 Graden av kunnskap .....	70
Figur 10 Bedrifters kunnskap om I4.0-relaterte konsepter .....	71
Figur 11 Teknologiske verktøy (kunnskap) .....	72
Figur 12 Relevans av I4.0 i bedriften.....	73
Figur 13 Relevans av I4.0-relaterte konsepter .....	74
Figur 14 Teknologiske verktøy (relevans) .....	75
Figur 15 Årsaker til hvorfor bedrifter ikke anvender I4.0 .....	76
Figur 16 "I hvilken grad anvender bedriften I4.0?" .....	77
Figur 17 Anvendelse av I4.0 konsepter .....	78
Figur 18 Teknologiske verktøy (anvendelse).....	79
Figur 19 utfordringer ved anvendelse av I4.0 .....	80
Figur 20 Effekter ved anvendelse av I4.0 verktøy .....	81
Figur 21 Antall treff i Atekst de siste fem årene.....	84

## Tabelliste

Tabell 1 Oversikt over de teknologiske verktøyene.....	17
Tabell 2 Oversikt over ulike neologismer.....	27
Tabell 3 Matrise for søkeord.....	38
Tabell 4 Oversikt over informanter.....	40
Tabell 5 Kvalitetskriterier.....	47
Tabell 6 kvalitetstiltak for å styrke reliabilitet og validitet.....	50
Tabell 7 Kunnskap, relevans, anvendelse og utfordringer.....	62
Tabell 8 Virksomhetsoversikt.....	65
Tabell 9 Virksomheter fordelt på landsdeler.....	67
Tabell 10 “Hvordan kom du i kontakt med begrepet første gang?”.....	69

# Begrepsliste

Oppgaven inneholder en god del faglige begreper. Under vil begrepene som brukes i oppgaven bli kort forklart.

**Additiv tilvirkning/ 3D-printing** - 3D-printing er en additiv teknologi som ofte brukes i prototyping og produksjon av individuelle komponenter (Stentoft, Rajkumar & Madsen, 2017, s. 12).

**3D-scanning** - En enhet som gjør det mulig å analysere ekte gjenstander ved å fange deres former, farger og utseende innen digital informasjon (Stentoft et al., 2017, s. 12).

**Aktuator** - En teknisk innretning som ved hjelp av styresignaler utfører ønsket mekanisk bevegelse. Det skilles mellom lineær bevegelse og roterende bevegelse, som avhenger av type aktuator (Rosvold, 2018).

**Algoritme** - En algoritme er en nøyaktig beskrivelse av hvordan man løser en beregningsoppgave (Aarnes, 2018).

**Automatisk analyse** - En prosess som hjelper med å håndtere data vel som å få kunnskap fra data (Stentoft et al., 2017, s. 13).

**Avanserte materialer** - Forskjellige typer materialer, for eksempel: faseovergangsmaterialer, hydrogeler, nano- og mikropartikler, sement-baserte materialer (Walendowski, Kroll & Schnabl, 2016).

**Cyber-Fysiske systemer (CPS)** - Overfører den virkelige verden til den virtuelle verden og sees på som en grunnleggende enhet (Hofmann & Rüschi, 2017, s. 23).

**Customer relationship management (CRM)** - En strategi for styring og kommunikasjon med kunder for å samle informasjon om kundene (Stojkić, Veža & Bošnjak, 2016, s. 915).

**Datautvinning** - Datautvinning lar deg analysere store mengder data og brukes for å oppdage mønstre, regler og ny kunnskap basert på stordata (Wang, 2016, s. 262).

**Digital dokumentasjon** - All dokumentasjon som produseres og lagres digitalt (Stentoft et al., 2017, s. 13).

**Enterprise Resource Planning (ERP)** - En programvare som integrerer bedriftens hovedfunksjoner i en database (Stentoft et al., 2017, s. 12).

**Fjernkontroll** - En etablering av individuell kommunikasjonsløsning mellom maskinleverandøren og bruker (Stentoft et al., 2017, s. 12).

**Industri 4.0 (I4.0)** - I4.0 refereres til den fjerde industrielle revolusjon hvor det fokuseres på produksjon. Konseptet legger vekt på teknologiske trender som *digitalisering*, *roboter* og *kunstig intelligens* som transformerer produksjonsprosesser (Marr, 2018).

**Kunstig intelligens** - *Kunstig intelligens* er informasjonsteknologi som kan justere sin egen aktivitet basert på erfaring og vil derfor fremstå intelligent (Tidemann, 2019).

**Mikroelektronikk** - Tusenvis av små elektroniske komponenter samarbeider med å behandle utvikling, produksjon og anvendelser av elektroniske kretser (Lied, 2014).

**Nettsky** - Nettsky eller skytjenester er en samlebetegnelse på dataprosessering og datalagring som er tilknyttet internett og tilgjengelig fra eksterne servere (Datatilsynet, 2018).

**Radiofrekvens identifikasjon** - Et digitalt merkesystem som automatisk verifiserer identifiserbare lagringsenheter ved bruk av RFID-brikker (Delphin, 2018).

**Roboter** - Programmerbart produksjonsutstyr med manipulatorer som gripearmer og sensorer som styrer robotens oppførsel (Stentoft et al., 2017, s. 12)

**Simulering** - En prosess for å lage en modell av en pågående eller et nytt foreslått system med det formål å identifisere og forstå faktorene som styrer systemet (Stentoft et al., 2017, s. 13).

**Smarte sensorer** - Enheter som henter innspill fra det fysiske miljøet og bruker integrerte kilder for å lage forhåndsdefinerte funksjoner ved gjenkjenning av spesifikk input og deretter behandle data før det videreføres (Stentoft et al., 2017, s. 12).

**Stordata (Big Data)** - Store datamengder som er knyttet til teknologi og analyse, men som er for ustrukturerte til å benytte seg av vanlige metoder for å hente ut informasjon (Elster & Dvergsdal, 2018).

**Søkemotor** - En type programvare som søker etter dokumenter som oppfyller kriterier basert på søkeord (SNL, 2019).

**Tingenes internett (IoT)** - Et stort antall fysiske enheter kommuniserer med hverandre og med internett i et informasjons- og kommunikasjonsteknologisk system (Øverby, 2018).

**Utvidet virkelighet (AR)** - En teknologi som utvider den virkelige verden med elementer fra 2D- og 3D som gjør det mulig å samhandle (Stentoft et al., 2017, s. 12).

# 1.0 Introduksjon

## 1.1 Formål

Formålet med masteroppgaven er å undersøke *kunnskapsnivået* og *anvendelsen* av I4.0 i norske bedrifter. Det skal også undersøkes hvor *relevant* I4.0 er for bedriftene, samt å se på *utfordringene* og *effekten* ved *anvendelsen* av I4.0.

## 1.2 Problemstilling

Med inspirasjon fra ulike forskere og vår veileder ønsker vi å undersøke hvordan statusen i Norge er med tanke på *kunnskapen* rundt Industri 4.0. Problemstillingen er utformet slik:

### **Hva er status når det gjelder kunnskapsnivået og anvendelsen av I4.0 i Norge?**

Etttersom problemstillingen er relativt bred, ønsker vi derfor å avgrense forskningsområdet ved å utlede følgende forskningsspørsmål:

1. *I hvilken grad har norske bedrifter kunnskap om I4.0?*
2. *I hvilken grad har I4.0 relevant for bedrifter i Norge?*
3. *I hvilken grad anvendes I4.0 i praksis i norske bedrifter?*
4. *Hvilke utfordringer og effekter oppstår i bedriften ved anvendelse av I4.0 teknologiske verktøy?*

## 1.3 Industri 4.0

Industri 4.0 (I4.0) er for tiden et omdiskutert tema rundt om i verden, og et av de største moteordene innenfor virksomheter og organisasjoner (Madsen, 2019, s. 1). I4.0-begrepet ble først omtalt under Hannover Fair i Tyskland i 2011 (Marr, 2018). I4.0 har etter den tid hatt en økende interesse de senere årene på verdensbasis (se figur 1).

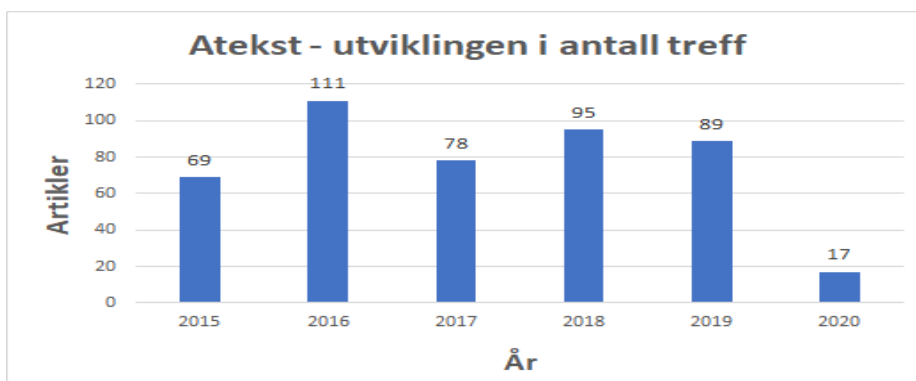


Figur 1 Treff i Google trends for søkeordet "Industry 4.0" (siste fem årene)<sup>1</sup>

En måling på 100 er høyeste verdi, noe som betyr et høyt søkevolum på ordet "Industry 4.0".

Konseptet konsentrerer seg om den fjerde industrielle revolusjonen innenfor produksjon, hvor de teknologiske trendene som *digitalisering*, *roboter* og *kunstig intelligens* transformerer produksjonsprosesser (Marr, 2018). I4.0 innleder en ny æra innenfor industriproduksjon, spesielt i Tyskland hvor de var tidlig ute med konseptet. Dette omfatter en fullstendig omstrukturering av produksjonsprosesser. I tillegg endrer analog og sentralisert arbeidsflyt til digital og desentraliserte produksjonsprosesser. I4.0 fokuserer på en ressurseffektiv produksjon og retter fokuset mot kunder hvor produktvariasjon er viktig. I tillegg vil en fremvekst av nye forretningsmodeller, innovative produkter og nye tjenester oppstå i ulike markeder (GTAI, 2016).

Et søk i Atekst fra de siste fem årene viser utviklingen av artikler som inneholder søkeordet "industri 4.0". År 2020 er kun dekket frem til 25.05.2020 så derfor kun 17 artikler.



Figur 2 Utviklingen i antall treff (Atekst).

<sup>1</sup> <https://trends.google.com/trends/explore?date=today%205-y&q=industry%204.0>

Hentet 15. november 2019. Hvorav en måling på 100 er høyeste verdi, noe som betyr et høyt søkevolum på ordet "Industry 4.0".

## 1.4 Bakgrunn

På bakgrunn av I4.0-litteraturen ønsker vi å se nærmere på hvor utbredt I4.0 er i Norge. Den empiriske forskningen til Stentoft et al. (2017) undersøker graden av *kunnskap, relevansen og anvendelse* i dansk industrien. Nylig har dette også blitt gjennomført av Ardolino, Zheng, Bacchetti, Perona og Zanardini (2019) men da innenfor italienske produksjonsbedrifter. Dette er noe som kunne vært undersøkt i Norge, og som ikke er blitt gjort tidligere. En rapport fra Regjeringen (2015) viser til at det høye velstandsnivået skyldes den høye produktivitetsveksten gjennom flere år. Ifølge internasjonale studier er Norges konkurranseutsatte næringer karakterisert ved en lav kompleksitet sammenlignet med land som Danmark, Finland og Sverige. Norge er mindre knyttet opp mot teknologiske og avanserte internasjonale markeder. En liten og åpen økonomi som Norge må utnytte internasjonal teknologiutvikling. Det må derfor legges større vekt på forutsetninger for teknologisk adopsjon (Regjeringen, 2015).

## 1.4 Avgrensninger

Denne oppgaven er avgrenset til å se på konseptet Industri 4.0 blant norske bedrifter med 2-20.000 ansatte. Oppgaven benyttet seg av en “mixed-methods”-tilnærming for å gå i bredden og dybden av fenomenet. Studien vil derfor danne et bilde av spredningen ved å ta for seg et pragmatisk verdensbilde (se avsnitt 3.1 Forskningsdesign).

Spørreundersøkelsen ble sendt ut til 36 088 unike e-postadresser fra Proff Forvalt. Det var forventet at respondentene hadde kjennskap til bedriftenes styring og var ærlig ved utfyllingen av spørreskjemaet. Undersøkelsen var anonymisert og det er ikke mulig å etterprøve hvem som besvarte på vegne av bedriften.

## 1.5 Struktur

Kapittel 1 omhandler oppgavens formål, problemstilling, bakgrunn og avgrensninger. Kapittel 2 tar vi for oss litteraturgjennomgangen og presenterer anvendelse av I4.0. I kapittel 3 gjøres det rede for metoden som er brukt og i tillegg drøftes det validitet og reliabilitet av studiens funn. Kapittel 4 tar for seg gjennomgangen av intervjuer fra den kvalitative delen i oppgaven. Det vil også gjøres rede for analyse av resultatene i henhold til fra den kvantitative delen av oppgaven. Kapittel 5 tar for seg presentasjon og diskusjon av resultatene. Oppgaven avsluttes med en konklusjon, samt begrensninger, svakheter og forslag til videre forskning.

## 2.0 Litteraturgjennomgang

Hensikten i dette kapittelet er å få en bred oversikt over litteraturen innenfor tema I4.0. Ved å se tilbake på tidligere historie skal vi definere den generelle oppfatningen av I4.0 i dag. Videre skal vi gjøre rede for de viktigste konseptene i I4.0:

- Cyber-fysiske systemer (Cyber-Physical system)
- Stordata (Big data), Datautvinning (Data Mining)
- Tingenes internett (Internet of Things)
- Smarte fabrikker (Smart factories)
- Kunstig Intelligens (Artificial intelligence).

Vi vil i dette kapittelet også gå i dybden på forskning på fagfeltet. Vi ønsker å begrense oppgaven ved å redegjøre for hovedelementene, da litteraturen er omfattende og i rask endring. Videre tar vi for oss hvordan I4.0 *anvendes*, i tillegg til eventuelle *utfordringer* og *effekter* knyttet til dette.

### 2.1 Utviklingen fra Industri 1.0 til Industri 4.0

Den globale økonomien og forretningsdriften tilsier at det er et behov for videre teknologisk utvikling. Det er et ønske om å øke det generelle nivået av industrialisering, digitalisering og informatisering av produksjon. Dette for å oppnå større effektivitet, kompetanse og konkurranseevne. Kort fortalt blir I4.0 sett på som en langsiktig påvirkning på den globale utviklingen (Li Da Xu, Xu & Li, 2018, s. 2942). For å få en dypere forståelse av viktigheten ved I4.0 er det nødvendig å se tilbake og undersøke hva som danner grunnlaget for I4.0.

Den første industrielle revolusjonen startet på slutten av 1800-tallet og tidlig 1900-tallet. Denne tiden representerer innføringen av mekaniske produksjonssystemer med bruken av vann og dampkraft. Sent på 1900-tallet fremtrådte den andre industrielle revolusjonen, hvor masseproduksjon og bruken av elektrisk energi var den største endringen. Den tredje industrielle revolusjonen begynte på midten av det tjuende århundre, og introduserte automatisering og mikroelektronikk til produksjonen (Li Da Xu et al., 2018, s. 2942). Disse fremskrittene har primært vært knyttet til informasjons- og kommunikasjonsteknologi (IKT). På denne perioden var utviklingen av avansert IKT selve kjernen til paradigmeskifte innenfor produksjon (Li Da Xu et al., 2018, s. 2942).



I nyere tid har det blitt skrevet om den fjerde industrielle revolusjonen hvor den i hovedsak representerer *CPS, IoT* og *skybaserte løsninger/nettskyer* (Wollschlaeger, Sauter & Jasperneite, 2017, s. 18). I4.0 legger også vekt på bruken av smarte enheter i tillegg til “business process management” (BPM). BPM handler om å optimalisere forretningsprosesser og overføre de til produksjonen (Leymann, Roller & Schmidt, 2002, s. 208). I motsetning til I3.0 fokuserer I4.0 i større grad på ende til ende digitalisering, hvor integrerte industrielle systemer spiller en sentral rolle. Ende til ende karakteriseres ved at digitaliseringen følges gjennom hele livssyklusen. En digital ende til ende integrasjon av tekniske systemer støtter planlegging, kontroll og utførelse av prosesser. Dette kan være et paradigmeskifte innenfor produksjonslogistikk (Bartodziej, 2017, s. 50).

## 2.2 Industri 4.0

I4.0 betegnes som den “fjerde industrielle revolusjon”, også kjent som *smart produksjon, industriell internett* eller *integrert industri*. Det fremgår i figur 1 at I4.0 er et diskutert tema. Denne revolusjonen har muligheten til å påvirke hele industrien ved å endre måten produktene er designet, produsert, levert og betalt (Hofmann & Rüsch, 2017, s. 23). Konseptet I4.0 ble lansert i Tyskland i 2011 og ble presentert på Hannover-messen av det tyske utdannings- og forskningsdepartementet (Culot, Nassimbeni, Orzes & Sartor, 2020, s. 1). Det påpekes at sammen med I4.0 vil det frembringe både nye muligheter og fordeler. Eksempler på dette er fleksibel masseproduksjon, sanntids koordinering og optimering av verdikjeder. Andre fordeler er reduksjonen av kostnader grunnet kompleksiteten, eller fremvekst av nye tjenester og forretningsmodeller (Hofmann & Rüsch, 2017, s. 23).

I4.0 er komplekst å definere. Ifølge Moeuf, Pellerin, Lamouri, Tamayo-Giraldo og Barbaray (2018) finnes det over hundre forskjellige definisjoner av konseptet I4.0 (Trappey, Trappey, Govindarajan, Chuang & Sun, 2017) definerer I4.0 som et generelt konsept. Det muliggjør produksjonen med elementer av teknologiske verktøy og konsepter som for eksempel *IoT, nettsky* og *stordata*. Det franske “Centre facilitant la recherche et l’innovation dans les organisations” (CEFRIO) har en globalisert og velformulert definisjon. CEFRIO definerer I4.0 som et sett av tiltak for å forbedre prosesser, produkter og tjenester. Dette tillater desentraliserte beslutninger ved å samle inn sanntidsdata (Beaudoin et al., 2016, s. 10). Wang (2016) forenkler definisjonen av I4.0 til å være et samlebegrep for teknologier og verdikjeder (Wang, 2016, s. 262).

Lasi, Fettke, Kemper, Feld og Hoffmann (2014) beskriver to forskjellige retninger innenfor I4.0. De skiller mellom:

- 1) Application pull
- 2) Technology push

“Application pull” blir beskrevet ved at bedrifter har behov for å utvikle produkter i løpet av kortere tid før det kommer ut på markedet. Med dette mener Lasi et al. (2014) at det skal brukes kortere tid til utvikling og innovasjon. Økt individualisering av produkter og fleksibiliteten i produksjonsprosessen er viktige momenter innenfor “application pull”. For å øke frekvensen i beslutningsprosesser ved utviklingen av produktet vil desentralisering være nødvendig. Det tilsier at organisasjonsstrukturen bør endres. Desentralisering i dette tilfelle vil si at viktige oppgaver fordeles på et lavere organisatorisk nivå (Lasi et al., 2014, s. 239-242).

Når det gjelder “technology push” nevnes det at dette er relatert til et behov for økt mekanisering og automatisering. Det vil si bruken av flere tekniske hjelpemidler og sensorer som støtter funksjoner til analyseformål. Det siste punktet som blir lagt frem er at elektroniske enheter utvikles til å bli mindre enn tidligere (Lasi et al., 2014, s. 239). Dette skaper flere muligheter og bruksområder for både produksjon og logistikk. Et eksempel på dette er Norsk Lastebærer Pool (NLP) som tar i bruk radiofrekvensidentifikasjon (RFID) i deres arbeid med paller. Det blir brukt for å bedre effektiviteten, oversikten og brukervennlighet av logistikksystemer (NLP, 2019).

## 2.3 I4.0-relaterte konsepter

Begrepet I4.0 refereres til et bredt spekter av nåværende underliggende konsepter. Det kan være utfordrende å definere skillene mellom de (Lasi et al., 2014, s. 240). I4.0 er basert på konsepter som *IoT*, *CPS* og *kunstig intelligens* som bygger opp I4.0 i sin helhet (Moktadir, Ali, Kusi-Sarpong & Shaikh, 2018, s. 732). En annen forklaring på konsepter innenfor I4.0 betegnes som de ni teknologiske pilarene (Rüßmann et al., 2015, s. 1). De ni pilarene består av *autonome roboter*, *simulering*, *nettsky*, *utvidet virkelighet*, *horisontal* og *vertikal integrasjon*, i tillegg til de nevnte konseptene over. Enkelte av konseptene bygger på hverandre. For eksempel Cybersikkerhet som er en del av *CPS* og *autonome roboter*, brukes i stor grad innenfor *smarte fabrikker*. *Horisontal* og *vertikal integrasjon* er en brikke innenfor *CPS*. Det nevnes at flere av konseptene er i bruk i produksjonen på nåværende tidspunkt, blant annet *nettskyer* og *3D printing*. “*Companies are already using cloud-based software for some enterprise and analytics applications*” (Rüßmann et

al., 2015, s. 4). Det vil si at med I4.0 vil produksjonsflyten optimaliseres ved fullt integrerte og automatiserte løsninger (Rüßmann et al., 2015, s. 7).

Som diskutert i avsnittet over har forskere i dag ulik oppfatning av hvilke konsepter som skal inngå for å danne I4.0. Kategoriene og konseptene har en tendens til å bygge på hverandre i ulik grad. Fra et teknologisk perspektiv beskrives I4.0 som en økende *digitalisering* og *automatisering* i produksjonen, i tillegg til å skape en verdikjede som muliggjør kommunikasjon på tvers av konseptene (Oesterreich & Teuteberg, 2016, s. 2). Med dette har vi valgt å bygge videre på oppgaven med konseptene *CPS*, *stordata*, *IoT*, *Smarte fabrikker* og *kunstig intelligens*. Dette for å enklere kunne skille de ulike konseptene som danner helheten i I4.0. Under konseptene har vi bygget videre med de underlagte teknologiske verktøyene som vises i en oversikt i tabell 1.

CPS	Stordata	IoT	Smarte fabrikker	Kunstig intelligens
Utvidet virkelighet (AR)	Datafangst/Data utvinning	Mobilt/trådløst internett	3D printing	Algoritmer
Sensorer	Automatisk analyse og visualisering	Enterprise resource planning (ERP)	Avanserte materialer	Roboter
Aktuatorer	Simulering	Customer Relationship Management (CRM)	3D scanning	Maskinlæring
Analyse av data	Nettsky/Skylagring (Cloud computing)	Fjernkontrollering	Smarte sensorer	Big data (stordata)
	Digital dokumentasjon		Roboter	

Tabell 1 Oversikt over de teknologiske verktøyene

### 2.3.1 Cyber-Fysiske Systemer

En viktig komponent innenfor I4.0 er *CPS*. Den overfører virkelige verden inn i den virtuelle verden. Dette sees på som en av de grunnleggende enhetene innenfor I4.0, og kan deles inn i tre forskjellige steg (Wang, 2016, s. 261). Første generasjons *CPS* inkluderer bruken av *RFID*, noe som

tillater en unik identifikasjon av objekter. Både lagring og analyser må derfor bli levert som en sentralisert tjeneste. Andre generasjon er utstyrt med unike sensorer og aktuatorer med et begrenset utvalg av funksjoner. Tredje generasjon kan lagre og analysere data ved at den er utstyrt med flere sensorer og aktuatorer. Dette er med på å skape et større omfang av kombinasjoner. I tillegg er nettverkstilkoblinger noe som tillater kommunikasjon på tvers av enhetene (Wang, 2016, s. 261). Hofmann og Rüsç (2017) sin tilnærming har flere likhetstrekk. De påpeker at *CPS* bringer den fysiske og virtuelle verden nærmere hverandre (Hofmann & Rüsç, 2017, s. 23)

Et teknologisk verktøy som inngår i *CPS* er *utvidet virkelighet*, eller “augmented reality” (AR). Dette er et kraftig verktøy som støtter operatørene i sitt arbeid. *AR* teknologi har flere anvendelsesområdet som for eksempel datavisualisering, kvalitetskontroll eller materialstyring (Fraga-Lamas, Fernández-Caramés, Blanco-Novoa & Vilar-Montesinos, 2018, s. 13358). Innenfor I4.0 er *AR* teknologi relevant med tanke på de utallige bruksområdene. Det kan for eksempel være innenfor service- og vedlikeholdssektoren, ved hjelp av ekstern støtte fra eksperter. Dette er nyttig ved opplæring av nyansatte (Fraga-Lamas et al., 2018, s. 13361). I industrien brukes *AR* til 3D-modellering som kan evaluere designet og kvaliteten på et produkt. I henhold til logistikken og varelagre kreves det ofte manuelt arbeid. Dette utgjør omtrent 55% til 65% av den totale lagerkostnaden. Bruken av *AR* teknologi kan være med på å redusere slike kostnader (Fraga-Lamas et al., 2018, s. 13362).

Med *CPS* er det en økende bruk av tilkoblinger og kommunikasjon gjennom internett. Dette fører med seg økt risiko for cyberangrep. Behovet for å beskytte kritiske industrielle systemer, produksjon og datasystemer mot slike angrep er derfor nødvendig (Vaidya, Ambad & Bhosle, 2018). Slike trusler og angrep kan skape driftsproblemer og økonomiske tap, hvor for eksempel Norsk Hydro ble utsatt for et cyberangrep 19. mars 2019. Tapet ble estimert til 450 millioner kroner (Hovland, 2019). I avsnitt om utfordringer ved I4.0 vil det trekkes ytterligere frem om cybersikkerhet.

### 2.3.2 Stordata (Big data)

Den økende bruken av sensorer og maskiner har resultert i kontinuerlig generering av data med høyt volum, kjent som stordata. I slike omstendigheter brukes *CPS* for å håndtere *stordata* og koblingsevnen til maskinen. Dette for å gjøre maskinene intelligente og tilpassningsdyktige (Lee, Bagheri & Kao, 2015, s. 19). Store datamengder stammer fra ulike databaser. Slik informasjon kan

for eksempel hentes fra sosiale medier og brukerens atferd på internett (Wang, 2016, s. 262).

Database er en organisert samling av strukturert informasjon lagret i et datasystem (Bratbergsengen, 2019).

*Stordata* genereres gjennom *IoT* ved at ulike enheter er tilkoblet hverandre. Ved å generere *stordata* skapes det muligheter for å oppnå handlingsfull innsikt. Med handlingsfull innsikt menes det å bruke de genererte dataene til en nyttig handling. Dette kan være med på å skape et konkurransefortrinn. *Stordata* er i stadig utvikling og kan forklares på bakgrunn av de grunnleggende karakteristiske trekkene. De grunnleggende trekkene ble opprinnelig definert av Jelić, Pujić, Paunović og Jabeen (2019) som de 3V'ene:

- 1) Volume
- 2) Velocity
- 3) Variety

Den første av de 3V'ene er "volume". Russom (2011) beskriver det som data i stort volum.

"Variety" er data som blir generert fra flere utvalgte kilder og formater. "Velocity" går ut på hvor raskt datamengden genereres og leveres (Russom, 2011, s. 6). Etterhvert som teknologien utviklet seg har flere V'er blitt lagt til for å beskrive nye utfordringer som er overfor domenet. Dette har gitt en liste på 5V'er og 7V'er (Jelić et al., 2019, s. 1):

- 4) Veracity
- 5) Value
- 6) Validity
- 7) Volatility

"Veracity" blir av Beulke (2011) beskrevet som uforutsigbarheten som finnes i dataene. Dette krever derfor at informasjonen analyseres for å øke graden av nøyaktighet i dataene (Beulke, 2011).

"Value" forklarer i hvilken grad *stordata* genererer økonomisk innsikt, og fordeles gjennom utvinning og endringer. "Validity" går ut på gyldigheten til dataene for den valgte applikasjonen. Siste av de tillagte V'ene er "volatility" som er dataenes tidsmessige gyldighet og flyt (Jelić et al., 2019, s. 1).

*Stordata* kan ved hjelp av datautvinning analysere og oppdage mønstre, regler og kunnskap som samles fra flere ulike kilder. Dette kan gjøre at det blir tatt riktig beslutning til rett tid og rett sted (Wang, 2016, s. 262). Ved å ta i bruk datautvinning mener Chen et al. (2015) at *IoT* blir smartere og

ifølge Oliff og Liu (2017) har bruken av *datautvinning* som analytisk verktøy økt de siste årene. Det samme har fremveksten av mer avanserte produksjonsmetoder. Dette har ført til at bedrifter tar i bruk nye teknologiske verktøy. Fra et praktisk ståsted er *datautvinning* i en tidlig fase og forblir utenfor rekkevidden til mange av de små og mellomstore-bedriftene (SMB). Fokuset ligger i å forbedre kvaliteten på analysene av datasettet (Oliff & Liu, 2017, s. 1). Oliff og Liu (2017) forklarer at det neste steget for *datautvinning* er å automatisere prosessen. I dag krever prosessen menneskelig innspill til både tolkning og behandling av data (Oliff & Liu, 2017, s. 6). Ved bruk av data og anvendelse av algoritmer er det mulig å utvinne skjult informasjon som kan bidra til å automatisere *datautvinning* (Chen et al., 2015, s. 9).

Etter at det samles inn store mengder data er det nødvendig å analysere de. Dette kan gjøres ved hjelp av *automatisk analyse* og *visualisering*. *Automatisk analyse* og *visualisering* er en prosess som hjelper med å håndtere data i tillegg til å innhente kunnskap. Evnen til å samle og lagre data øker raskere enn evnen til å analysere den. Derfor øker viktigheten av å benytte seg av analyseverktøy. Teknikken kombinerer *automatisert analyse* med interaktive *visualiseringer* for å få en forståelse, i tillegg kunne ta beslutninger basert på store og komplekse datasett. Målet er å skape informasjon og utlede en forståelse fra dynamiske og tvetydige data. Analysene hjelper med å identifisere det forventede og lære det uventede (Stentoft et al., 2017, s. 13).

En annen metode for å kunne håndtere store mengder data er *simulering*. Stentoft et al. (2017) forklarer *simulering* som en prosess for å lage en modell av et pågående eller et nytt foreslått system. Formålet er å identifisere og forstå faktorene som styrer systemet. *Simuleringen* vil utnytte sanntidsdata for å kunne speile den fysiske verden ved bruk av en virtuell modell. Dette gjør det mulig å teste og optimalisere maskininnstillinger for neste produkt i en virtuell produksjonslinje, før den fysiske omstillingen skjer. Noe som igjen muliggjør forhåndstester av de neste virkelige stegene i videre prosesser (Rüßmann et al., 2015, s. 3).

Et moderne operasjonssystem inneholder mange beslutningsaktiviteter. Dette krever store mengder data som analyseres og produksjonen vil kreve dataressurser som for eksempel servere og databaser. Bruken av *nettskyer* og *skylagring* bidrar dette til en effektiv løsning på lagring og problemer ved analysering. *Digital dokumentasjon* er en slik løsning. Dette dekker områder som ordrer for produksjon eller andre fundamentale dokumenter som kvitteringer. I tillegg til brukerveiledninger på forskjellige utstyr (Stentoft et al., 2017, s. 12).

Informasjonen fra den *digitale dokumentasjonen* kan lagres på private eller offentlige servere. Disse kan bidra med å løse komplekse oppgaver ved hjelp “cloud computing” (Li Da Xu et al., 2018, s. 2947). Ifølge Zhou, Liu og Zhou (2015) er “cloud computing” et viktig teknologisk verktøy som leverer internettjenester. Det har sin opprinnelse fra søkemotorer, og er en datateknologi som kan tilby lave kostnader og høy ytelse. En søkemotor er en programvare som søker etter dokumenter basert på søkeord (SNL, 2019). “Cloud computing” gir tjenester til brukeren etter behov. Dette inkluderer programvare, maskinvare, plattformer og annen IT-infrastruktur (Zhou et al., 2015, s. 2149-2150).

### 2.3.3 Tingenes internett (Internet of things)

*IoT* ble populært i den første perioden av det 21. århundre og blir sett på som en viktig del av I4.0 (Hofmann & Rüscher, 2017, s. 25). Nolin og Olson (2016) mener at *IoT* kommer til å bli et samfunn hvor alle har tilgang til et nettverk når som helst og hvor som helst. Dette nettverket omfatter konfigurert og selvstyrt smart teknologi (Nolin & Olson, 2016, s. 3). Ifølge Wang (2016) er *IoT* samhandling mellom smarte enheter som kommuniserer med hverandre. Basert på ny teknologi har *IoT* gitt muligheter til å bygge komplekse industrisystemer og applikasjoner. Dette har blitt gjort gjennom å øke den allmenne nærheten til *RFID*, *IKT* og *sensorer*. Integreringen av *RFID*, *IKT* og *sensorer* fungerer som et grunnlag for *IoT*. Det forklarer hvordan en rekke fysiske enheter rundt oss kan være tilknyttet internett, noe som tillater disse enhetene å kommunisere med hverandre (L. D. Xu, He & Li, 2014, s. 2233).

Fra et kommunikasjonsperspektiv avhenger både *IoT* og *CPS* av internettilkobling. For automatisering i sanntid krever det store datamengder og en ny standard innenfor internetthastigheter. Den digitale endringen er selve kjernen til I4.0-revolusjonen. En femte generasjons (5G) infrastruktur vil kunne bidra til en ytterligere utvikling innenfor kommunikasjon. I Europa blir den neste generasjon av nettverkstilkoblinger sett på som en kombinasjon av kablede og trådløse kommunikasjonsløsninger. For å dekke det økende mangfoldet av tilkoblede enheter trengs det et stabilt trådløst nettverk. Dette vil gi samme grad av pålitelighet som et kablet nettverk, kjent som 5G (Wollschlaeger et al., 2017, s. 23). *Fjernkontrollering* er en annen kommunikasjonsløsning som foregår mellom maskinleverandør og bruker. Teknikeren kan koble seg direkte til maskiner via nettverkstilkoblinger. Målet er å kunne styre og fjernkontrollere maskiner eksternt i rekkefølge for å redusere varigheten av uplanlagt stopp og nedetid til

maskinene. Nedetid sørger for stans i produksjonsprosessene (Kagermann, Wahlster & Helbig, 2013, s. 65).

For å se videre på kommunikasjonsperspektiv knyttet til *IoT*, vil det være naturlig å se nærmere på “enterprise resource planning” (ERP) og “customer relationship management” (CRM). De har som oppgave å integrere forretning, økonomi og kommunikasjon på tvers. *ERP* bygger på en programvare hvor det er mulig å utføre en rekke forretnings- og økonomiske aktiviteter med støtte fra informasjonsteknologi. *CRM* er en strategi for styring og kommunikasjon med kunder som tar sikte på å samle informasjon om kundene. Dette brukes for å øke kundetilfredsheten og lojaliteten for å skape et forhold til kunden, som igjen øker lønnsomheten (Stojkić et al., 2016, s. 915). Ifølge Hofmann og Rüschi (2017) vil I4.0 kunne skape en høyere grad av integrering i verdikjeden ved å benytte seg av skybasert ERP-systemer. Dette ved å koordinere verdikjeden med de respektive leverandørene. Koordineringen innad i verdikjeden skjer ved å benytte seg av felles informasjon i ERP-systemet.

#### 2.3.4 Smarte fabrikker (Smart factories)

Konseptene *CPS* og *IoT* er nært knyttet til hverandre. Ved å kommunisere med hverandre, muliggjør dette såkalte *smarte fabrikker*. De er bygget på ideen om et desentralisert produksjonssystem der mennesker og maskiner kommuniserer med hverandre på samme måte som i et sosialt nettverk. *Smarte fabrikker* karakteriseres som selvorganiserte systemer ved hjelp av *stordata*. Basert på tilbakemeldinger og analyser koordineres systemene og danner *smarte fabrikker* (Kagermann et al., 2013, s. 24).

*Smarte fabrikker* er en viktig funksjon innenfor I4.0 som benytter seg av en vertikal integrasjon og nettverksbaserte produksjonssystemer. Vertikal integrasjon gjør det mulig å levere ende til ende ved en hierarkisk oppstilling av de ulike systemene (Bartodziej, 2017, s. 36). For at *smarte fabrikker* kan implementeres bør den kombinere kommunikasjon mellom smarte enheter sammen med *stordata*-analyse. De smarte enhetene konfigureres dynamisk for å oppnå en økt fleksibilitet for produksjonsmaskinene. Grunnen er at *stordata*-analyser gir tilbakemeldinger til systemene, deretter koordineres enhetene for å oppnå høyere effektivitet (Wang, 2016, s. 259). Ved å benytte seg av *smarte fabrikker* er det mulig å produsere varer som imøtekommer kundens krav til spesifikasjoner. I tillegg vil det være mulig å produsere varer lønnsomt (Kagermann et al., 2013, s. 5).



Den fysiske delen av *smarte fabrikker* har begrensede muligheter i henhold til de eksisterende produksjonsmetodene. Dette gjør *additiv tilvirkning* til et viktig teknologisk verktøy innenfor I4.0. På grunn av nødvendig tilpasning av nye produkter er *3D printing* sentralt for å utvikle avanserte produkter. Med tilpassede produkter som krever andre typer materialer, design og produksjonsprosesser nyttiggjøres bruken av *avanserte materialer* (Dilberoglu, Gharehpapagh, Yaman & Dolen, 2017, s. 546). *Avanserte materialer* er nøkkelen for å forstå utviklingen av *additiv tilvirkning*. Eksempler på dette kan være en spesiell type plast eller polymer (Dilberoglu et al., 2017, s. 546). Ifølge Dilberoglu et al. (2017) deles materialene opp i fire kategorier; (1) *metaller*, (2) *smarte metaller*, (3) *hydraulikk & elektronikk* og (4) *spesielle materialer*. Alle underkategoriene for de fire nevnte inneholder materialer som egner seg til *3D printing*. De forskjellige typer materialer brukes i ulike bransjer som krever ulik prosessering og anvendelse av materialene (Dilberoglu et al., 2017, s. 549).

Innenfor produksjon blir *3D printing* sett på som en revolusjonerende teknologi. Denne teknologien har innvirkning på hvordan nye produkter produseres (Garrett, 2014, s. 73). *3D printing* er i et tidlig stadiet og benyttes i de fleste tilfeller til å utvikle prototyper. Teknologien er fortsatt i utviklingsstadiet og vil i fremtiden forbedre industrien. (Garrett, 2014, s. 73). Anvendelsen av *3D printing* kan øke fleksibiliteten, redusere kostnader og hjelpe bedrifter til å produsere et større spekter av tilpassede produkter (Achillas, Tzetzis & Raimondo, 2017, s. 3498).

En automatisert industri fokuserer på å forbedre produktiviteten og produsere med lavere kostnader. *3D scanning* brukes for å skape et høyt nivå av fleksibilitet. Teknologien baserer seg på å analysere et virkelig objekt (Javaid & Haleem, 2018, s. 412). Analysing av objektet produserer data som videre brukes til å skape en 3D-modell. Dette kan utnyttes i ulike industrier som for eksempel medisin, industriell design, eller produksjon innenfor dataspill (Wojciechowski & Suszynski, 2017). Ifølge Stentoft et al. (2017) er *3D scanning* et hjelpemiddel for å fange objekters form og farge, for deretter å analysere objektene ved bruk av den digitale informasjonen.

Innenfor produksjonen brukes det avanserte eller smarte sensorer. De er bygget opp slik at de tar imot innspill fra det fysiske miljøet og bruker databeregninger for å lage forhåndsdefinerte funksjoner. Deretter behandles dataen før den sendes videre (Stentoft et al., 2017, s. 12). Ifølge Rübmann et al. (2015) blir slike sensorer kalt "High-end sensors" og kan brukes i autonome *roboter* som muliggjør samhandling mellom robot og menneske. Sensorer blir i I4.0 litteraturen ofte

presentert under *CPS* konseptet. Wang (2016) forklarer at tredje generasjons *CPS* kan lagre og analysere data ved bruk av flere sensorer ved at de kobles opp til et nettverk.

Produksjon i flere typer industrier har lenge vært avhengig av bruken av *roboter* for å takle komplekse oppgaver. *Roboter* er også i stadig utvikling for å kunne nyttiggjøres i større grad. De er på vei til å bli *autonome* roboter, fleksible og samarbeide på tvers. Med utviklingen vil *roboter* kunne samhandle med hverandre og jobbe i trygge omgivelser side om side med mennesker. Slike *roboter* vil koste mindre, og ha et større utvalg av funksjoner enn det som brukes i produksjonen i dag (Rüßmann et al., 2015, s. 3). Tesla er et godt eksempel på en bedrift som bruker *roboter*, hvor mennesker programmerer maskiner. *Robotene* brukes til å utføre arbeidsoppgaver som krever høy presisjon (Geographic, 2017).

### 2.3.5 Kunstig intelligens (Artificial intelligence)

*Kunstig intelligens* er informasjonsteknologi som kan justere sin egen aktivitet basert på erfaring og vil derfor fremstå intelligent (Tidemann, 2019). Teknologien baserer seg på *algoritmer* ved hjelp av stordata-analyser og *nettskyer* som inneholder store mengder data. Dataene skaper et medium av informasjon som håndteres og administreres fra *CPS* og *IoT* (Dopico et al., 2016, s. 410). *Nettskyer* sørger for en effektiv lagringsmetode og stordata-analyser brukes som et analyseverktøy. Kapasiteten til å støtte og kontrollere informasjonsflyten er en av de viktigste faktorene innenfor I4.0 og dette avhenger av *kunstig intelligens* (Dopico et al., 2016, s. 410).

Det første steget innenfor *kunstig intelligens* er opprettelser av systemer som oppfatter de skiftende omgivelsene. Det andre er å iverksette tiltak for å øke sjansene for suksess (Dopico et al., 2016, s. 412). *Kunstig intelligens* fra et industrielt perspektiv fokuserer på å utvikle, verdsette og distribuere ulike algoritmer for å optimalisere systemer. Integrasjon av *kunstig intelligens* sammen med dagens teknologier som *IoT*, *stordata* og *CPS* vil kunne gjøre driften av næringen mer fleksibel og effektiv på en mer miljøvennlig måte (Lee, Davari, Singh & Pandhare, 2018, s. 20).

Alan Turing forklarer *kunstig intelligens* som: “Tenk at det er en maskin bak en gardin og et menneske som samhandler med denne maskinen. Hvis mennesket føler at han/hun er i samspill med et annet menneske, da er maskinen kunstig intelligent”. Denne definisjonen fokuserer ikke på graden av intelligens, men på den menneskelige adferden (Joshi, 2020, s. 4). Fra et moderne perspektiv betyr *kunstig intelligens* at maskiner er i stand til å utføre en eller flere oppgaver. Det

kan for eksempel være å forstå språk, utføre mekaniske oppgaver med avansert manøvrering, og løse komplekse databaserte problemer med store mengder data i løpet av kort tid (Joshi, 2020, s. 4).

Valget av *algoritme* er en av de vanligste kildene til forvirring som oppstår når man skal løse et problem i en gitt applikasjon. Normalt sett representerer hver *algoritme* sin opprinnelse til et spesifikt problem, men *algoritmer* er vanligvis ikke begrenset til å løse kun ett problem (Joshi, 2020, s. xii). Ifølge Aarnes (2018) defineres en *algoritme* som en nøyaktig beskrivelse av hvordan man løser en beregningsoppgave. *Maskinlæring* er et underliggende konsept fra *kunstig intelligens* og ved *maskinlæring* generelt deles *algoritmer* inn i to deler:

- (1) Veiledet læringsalgoritmer
- (2) Uovervåket læringsalgoritmer.

Veiledet læringsalgoritmer håndterer problemer som involverer læring med veiledning. Det vil si at metoden benytter seg av merkelapper. Den underliggende matematiske modellen lærer seg ulike parametere ved hjelp av merkelapper for så å utføre en prediksjon. Uovervåket læringsalgoritmer håndterer problemer som involverer data uten merkelapper. Det vil si at *algoritmen* ikke har kunnskap fra tidligere erfaringer, men prøver å forstå opphavet av data, finne en struktur eller trender til det gitte datasettet (Joshi, 2020, s. 33).

Som tidligere påpekt er *maskinlæring* et konsept innenfor *kunstig intelligens*. Det vil si at maskiner kan lære å produsere en adferd som ikke eksplisitt er programmert av programvarens utvikler, men er i stand til å skape egen adferd. Denne selvlærte adferden er basert på tre faktorer; (1) data som blir konsumert av programmet, (2) en beregning som kvantifiserer feilen eller en form for avstand mellom den nåværende adferden og en ideal atferd, og (3) en tilbakemeldingsmekanisme som bruker den kvantifiserte feilen for å veilede programmet til å produsere en mer riktig oppførsel i de påfølgende hendelsene (Joshi, 2020, s. 4). *Kunstig intelligens* er virtuell i formen. Den benyttes i smarttelefoner eller digitale plattformer, men kan også være innebygd i *autonome roboter* som for eksempel en robot barista (Davenport, Guha, Grewal & Bressgott, 2020, s. 29). Andre bransjer som kan ha nytte av *kunstig intelligens* er helsevesenet. Maskiner som lærer direkte fra medisinske data kan avverge menneskelige skjevheter og dermed bidra positivt til pasientbehandlingen, selv om *kunstig intelligens* ikke ble spesielt utviklet som et verktøy for helsehjelp (Miller & Brown, 2018, s. 132).

### 2.3.6 Oppsummering

Fra det historiske perspektivet har industrien vært gjennom flere store paradigmeskifter. Bruken av vann og dampkraft har utviklet seg til teknologiske tilkoblinger som kommuniserer og koordinerer på tvers. I4.0 betegnes som et bredt spekter av ulike konsepter. Den fjerde industrielle revolusjonen indikerer et skifte hvor teknologien settes i fokus og muligheten til å kommunisere på tvers av enheter og med hverandre. De ulike teknologiske verktøyene relatert til I4.0 benyttes som byggeklosser. Dette for å bygge opp ulike nettverksløsninger, effektivisere produksjonslinjer og kommunisere for å utnytte kapasiteter og ressurser bedre. *CPS* kjennetegnes som en virtuell verden som skal gjenspeile den virkelige verden. *Stordata* representerer data av store volum. Ved å strukturere og analysere *stordata* brukes datautvinning til å lage mønstre, regler og ny kunnskap.

Både *IoT* og *CPS* bygger i stor grad på kommunikasjon på tvers, både vertikalt og horisontalt i verdikjeden. Dette avhenger av stabile infrastrukturer av både kablet og trådløse tilkoblinger for å kunne utnytte potensialet ved å tilpasse produkter gjennom *smarte fabrikker*. *Kunstig intelligens* fokuserer på å utvikle, verdsette og distribuere ulike *algoritmer*. Disse *algoritmene* er ment for å løse beregningsoppgaver som for eksempel utføre komplekse oppgaver. *Maskinlæring* som er et underliggende konsept fra *kunstig intelligens* har som oppgave å løse problemer, i dette tilfellet produsere egen adferd.

## 2.4 Neologismer

Merkelappen I4.0 signaliserer et radikalt skifte og “revolutionary scope is already mirrored in the label” (Georg Reischauer, 2018, s. 2). Nummer 4.0 (den fjerde versjonen) impliserer noe nytt og forbedret fra tidligere 3.0 (Madsen, 2019, s. 7). Videre hevder Madsen (2019) at I4.0 på mange måter er et moteord for å nå ut til et bestemt publikum. På samme måte må organisasjoner forholde seg til nye bølger av moteriktige “oppskrifter” for å lede og styre en organisasjon. Ulike konsepter som benchmarking, kvalitetsledelse eller målstyring er eksempler på slike “oppskrifter”. Ifølge Røvik (2007) finnes det ulike konsepter som har spredt seg over hele verden som ulike organisasjoner adopterer i form av “oppskrifter”.

Fra de senere årene har det blitt utviklet andre neologismer hvor I4.0 har vært inspirasjonen. Neologismer er nyord som ikke har forekommet i språket tidligere (Borthen, 2019). Eksempler på dette kan du se i tabell 2 og vi ønsker å gå nærmere inn på noen av dem.

Neologismer	Referanser
Arbeit 4.0/ work 4.0	(Botthof & Hartmann, 2015)/ (Fischer, Engler & Sauer, 2017), (Salimi, 2015)
Innovation 4.0	(Reischauer & Leitner, 2016)
Construction 4.0	(Maskuriy, Selamat, Maresova, Krejcar & David, 2019)
Education 4.0	(Almeida & Simoes, 2019)
Audit 4.0	(Dai & Vasarhelyi, 2016)

Tabell 2 Oversikt over ulike neologismer

Grunnen for at det har blitt utviklet andre neologismer er at konseptet til I4.0 innehar en status som enkelt kan knyttes opp mot ulike bransjer innenfor samfunn og innovasjon (Madsen, 2019, s. 7). I4.0 har inspirert andre bransjer for eksempel revisjonsbransjen (Audit 4.0) hvor målet er å øke fleksibiliteten av eksisterende verdikjeder og maksimere åpenheten i forhold til logistikk og produksjon (Dai & Vasarhelyi, 2016, s. 1).

I tabell 2 blir det presentert en oversikt over neologismer som har blitt inspirert av I4.0. Vi skal videre gå inn på anvendelse av I4.0. Videre har vi har valgt å skille underkapitlene fra hverandre i form av anvendelse i produktbaserte bedrifter og tjenestebaserte bedrifter. Eksempler på produktbaserte bedrifter er fabrikker som produserer biler, mobiltelefoner, matvarer og andre innenfor industribransjen. Det andre området går under praksis i tjenestebaserte bedrifter som produserer eller utvikler tjenester. Eksempler på dette er programvarer, regnskapstjenester og utdanning. Bakgrunnen for skillet er basert på at de nye neologismene ikke nødvendigvis produserer en fysisk vare, men en tjeneste.

## 2.5 Anvendelse av I4.0

Vi skal i dette underkapittelet se nærmere på *anvendelsen* av I4.0. Her skal vi se på noen praktiske eksempler fra Norge og se nærmere på *anvendelsen* av I4.0 innenfor produktbaserte og tjenestebaserte bedrifter. Tidligere sett i kapittel 2 finnes det et omfattende utvalg av litteratur om I4.0. Det er begrenset med forskning på hvordan I4.0 *anvendes*. Ifølge Dai og Vasarhelyi (2016) foregår det utvikling og forandringer i organisasjonsstrukturen. A. Pereira og Romero (2017)

påpeker derfor at det er nødvendig å følge denne utviklingen ved å implementere nye og effektive verktøy hvor I4.0 bidrar med å øke fleksibiliteten i prosessene.

Det finnes flere ulike eksempler på utnyttelsen av fleksibiliteten i norske bedrifter i nyere tid. Under pandemien Covid-19 som spredte seg tidlig år 2020 tok Kongsberg Automotive en beslutning om å endre produksjonen fra bildeler til ansiktsmasker på bakgrunn av endringer i etterspørselen (Barth-Heyerdahl, 2020). Ifølge en pressemelding fra Kongsberg Automotive (2020) har de startet en masseproduksjon av ansiktsmasker. Ansiktsmaskene er laget av matter fra produksjon av seter og er gjjenbrukbare. Javaid et al. (2020) hevder Covid-19 viruset har vært med på å fremskynde nødvendigheten av verktøy som sørger for et raskere endringer i produksjonen. I likhet med Kongsberg Automotive, har også andre bedrifter transformert produksjonen. Det Norske Brenneri som i utgangspunktet produserte brennevin, har omstilt maskiner for produksjon av håndsprit på grunn av “en skrikende etterspørsel” under pandemien (Rasch, 2020).

### 2.5.1 Anvendelse av I4.0 i produktbaserte bedrifter

En empirisk forskningsartikkel tok for seg *kunnskapsnivået*, den opplevde *relevansen* og dagens *praksis* av I4.0 i danske produksjonsbedrifter (Stentoft et al., 2017). Denne studien sammenlignet *kunnskapsnivået* med store bedrifter og SMB. Resultatet fra den empiriske artikkelen er at bedriftene, uansett størrelse, har tilstrekkelig *kunnskap* om I4.0. Bedriftene forstår i stor grad viktigheten og *relevansen* av I4.0. Når det gjelder praktiseringen av materiell og smart produksjon teknologien praktiseres det i liten grad blant bedriftene. Resultatet viser at *roboter* blir praktisert, mens *3D printing* og *3D scanning* blir anvendt i mindre grad. Det fremkommer i artikkelen at de store bedriftene praktiserer generelt I4.0 i større grad enn SMB. Videre i studien kom det frem at bedriftene praktiserer *mobilt/trådløst internett*. De store bedriftene er primærbrukere av denne teknologien. Det ble videre undersøkt praktisering av databehandling og *stordata*. Funnene viser at bedriftene benytter seg av *digital kommunikasjon*, *automatisk analyse* og *visualisering* av data. Bedriftene er imidlertid ikke like tilbøyelige med å praktisere *simulering*, *nettsky*, *stordata* og benytter seg av *IoT* i liten grad (Stentoft et al., 2017, s. 28-30).

I likhet med Danmark har det blitt gjennomført en studie i Italia (Ardolino, Zheng, Bacchetti, Perona & Zanardini, 2019). Hensikten var å se hvordan italienske bedrifter tok i bruk konseptene til I4.0. Utvalget deres var italienske produksjonsbedrifter, hvor bedriftene i hovedsak var SMB. Det kom frem at i Italia har bedriftene forskjellig tilnærming til I4.0 basert på størrelsen. De store

bedriftene var mer klar over potensialet til I4.0, og av den grunn hadde de høyere nivå av *kunnskap* og *anvendelse* av I4.0 enn mindre bedrifter. Funnene viser at SMB mangler en spesifikk strategi for å få inngående kunnskap om I4.0 konseptene. Ved bruk av ukjente teknologier har SMB en “vent å se” strategisk tilnærming før teknologien eventuelt adopteres. Samtidig referer de til virkeligheten hvor det er eksempler på SMB som har lyktes med å implementere I4.0. De mener at dette er noe som burde motivere de mindre bedriftene til å gå mot en digital endring (Ardolino et al., 2019, s. 22).

Teknologi og innovasjon har skapt fremdrift for den fjerde industrielle revolusjon. Veksten i industribransjen blir sett på som en del av den totale veksten innenfor et lands bruttonasjonalprodukt. Det utvikles stadig ny arkitektur som krever bruk av *avanserte materialer* (Maskuriy et al., 2019, s. 1-2). Ifølge Maskuriy et al. (2019) blir neologismen referert som Construction 4.0. “The notion of Construction 4.0 includes not only the narrow concept of the construction industry but also the entire construction process” (Maskuriy et al., 2019, s. 2). Med dette inkluderes alt som inngår i byggeprosessen på områder som design, investeringer og selve utviklingen av bygget. I tillegg til dette blir det medregnet vedlikeholdet som kreves for bygget. Ved å øke digitaliseringen og tilgjengeligheten av data som kommer fra bransjen, utvikles det nye jobber med fokus på digital endring som for eksempel “innovation director”. Slike titler former fremtiden og er med på å øke beslutningsnivået for bedrifter. I tillegg benytter bedriftene seg av muligheter som teknologien kan tilby ved å redusere materialavfall, forbedre kvalitet på produkter og redusere tidsbruken på prosjekter. I et marked hvor marginene er små er dette kritisk for å lykkes (Maskuriy et al., 2019, s. 2).

### 2.5.2 Anvendelse av I4.0 i tjenestebaserte bedrifter

Bedrifter som jobber med tjenestevirksomheter selger tjenester til sine kunder. Tjenester er en rekke med aktiviteter som ikke er rettet mot vareproduksjon. De er immaterielle, det vil si at tjenestene konsumeres på samme tid som de produseres (Zeithaml, Parasuraman & Berry, 1985, s. 42). I de senere årene har viktigheten av videokonferanser blitt større, og da spesielt under utbruddet av pandemien Covid-19. Pexip ble børsnotert den 14. mai. 2020 og leverer tjenester i form av å samle aktører som tilbyr videokonferanser (Høgseth & Ghaderi, 2020). Det spesielle med Pexip er at de samler ulike aktører til en felles plattform. Teknologien forenkler måten møter og konferanser gjennomføres på (Pexip, 2020).

Teknologien i nyere tid har også gjort det mulig å implementere I4.0 i revisorbransjen. Denne bransjen har tidligere hengt etter andre bransjer i utviklingen (Curtis & Payne, 2008, s. 105). Innenfor revisjonsbransjen har det oppstått en neologisme som kalles *audit 4.0* (*revisjon 4.0*). Dette gir et tilbakeblikk på teknologi promotert av I4.0, spesielt *IoT*, *CPS* og *smarte fabrikker*. Revisjon 4.0 benyttes for å samle inn økonomisk og operativ informasjon. Målet er å endre revisjonsfaget ved å automatisere gjeldende prosedyrer, redusere tidsbruk og forbedre den generelle kvaliteten på sikkerheten (Dai & Vasarhelyi, 2016, s. 2). Dai og Vasarhelyi (2016) undersøkte hvordan *revisjon 4.0* fungerer i praksis og kom frem til at det bruker sensorer, innebygde datamaskiner og moduler for å innhente data. Dette gjøres for å samle inn data på tvers av bedriften og eksterne enheter. De eksterne enhetene kan være kunder og leverandører via et nettverk som baserer seg på oppdateringer i sanntid. Videre blir det bygget modeller av dataene som blir analysert. Dataene blir deretter brukt videre for å overvåke produktkvaliteten, identifisere maskinfeil, kostnadsreduksjon og for å ta bedre beslutninger.

Viktigheten av høyere utdanning er økende for den økonomiske og sosiale utviklingen. Høyere utdanning har vært med på å fremme endringer i samfunnet. Dette kan føre til at høyere utdanning blir prioritert og satt fokus på i fremtiden (Almeida & Simoes, 2019, s. 120). Almeida og Simoes (2019) har sett nærmere på neologismen *education 4.0* i Portugal. *Education 4.0* er et pedagogisk skifte som har som hensikt å imøtekomme behovene og potensialene i I4.0. Det bygger på konseptet “learning by doing”, der elevene blir oppfordret til å lære og oppdage ting på enestående måter basert på eksperimentering. Det Almeida og Simoes (2019) ønsker med studien er å analysere rollen til nye teknologier som har betydning for høyere utdanning. Et eksempel på det er “serious games”. “Serious game” handler om å utnytte anvendelsesområder fra dataspill. Det vil si å fange og engasjere sluttbrukeren til et spesifikt formål, som for eksempel å utvikle ny kunnskap og ferdigheter (Corti, 2006, s. 1). Ifølge studien vil I4.0 ha en innvirkning på utdanningssystemet med fremveksten av *education 4.0*. Bughin et al. (2018) mener det er viktig å sikre at fremtidige arbeidere vil bli godt opplært i de nye teknologiene. Det er også viktig å utvikle seg tverrfaglige ferdigheter som gjør elevene i stand til å utvikle reflekterende tenkning. En av utfordringene i fremtiden vil være å ta i bruk det mangfoldige utvalget av kunnskap og ferdigheter. Dette sammen med de innovative løsningene og utnyttelsen av nye teknologier (Islam, 2018, s. 236).



### 2.5.3 Oppsummering

Ulike neologismer har oppstått de seneste årene som en inspirasjon av I4.0-konseptet. Disse har vi valgt å skille mellom produktbasert og tjenestebasert. Innenfor produktbaserte bedrifter fokuseres det på bruken av *roboter*, *3D printing* og tilkoblinger som kommuniserer på tvers for å skape effektivisering i verdikjeden. Både de store bedriftene og SMB har tilstrekkelig kunnskap om I4.0 i Danmark. De store bedriftene er aktive i utnyttelsen og anvendelsen av I4.0. Produksjonsbedriftene anvender i mindre grad *simulering*, *nettskyer*, *stordata* og *IoT*. Innenfor byggebransjen er formålet å se på hele prosessen fra råvarer til sluttprodukt. Når det gjelder anvendelse i tjenestebaserte bedrifter knyttet til revisjon fokuserer de på bruken av *IoT*, *CPS* og *smarte fabrikker* for å samle inn økonomisk og operativ informasjon. Formålet er å automatisere prosessene og redusere tidsbruk. *Education 4.0* poengterer at høyere utdanning er en viktig del av konseptet for den økonomiske og sosiale utviklingen. Utvikling av ny og bedret kunnskap brukes for å sikre fremtidig arbeid hvor opplæring i de nye teknologiene står i sentrum. I tillegg utvikle de tverrfaglige ferdighetene for å være forberedt på fremtidige endringer i samfunnet. Under kriser er det viktig for bedriftene å omstrukturere produksjonen når endringer i omgivelsene forekommer. Både Kongsberg Automotive og Det Norske Brenneri er gode eksempler på utnyttelse av bedriftens fleksibilitet, spesielt når etterspørselen etter de ordinære produktene svikter.

## 2.6 Utfordringer og effekter ved Industri 4.0

### 2.6.1 Utfordringer ved Industri 4.0

Zhou et al. (2015) gjør rede for noen av utfordringene ved anvendelse av I4.0. Det kan oppstå både ved implementeringen og gjennomførelse. Noen av utfordringene som nevnes er *vitenskapelige*, *teknologiske*, *økonomiske*, *sosiale* og *politiske* problemer. Ifølge Zhou et al. (2015) har en bedrift som benytter I4.0 teknologi høyere grad av intelligens enn andre bedrifter. Graden av intelligens hos en bedrift er tilknyttet mengden tilkoblingspunkter fra I4.0-relaterte verktøy og anvendelsen av dem. Dette vil kreve mer av innblanding fra kunstige enheter, som for eksempel *roboter*. Det reduserer ansattes involvering i produksjonsprosessen. Bedriftene trenger ulike konfigurasjoner for smarte enheter før de kan starte produksjonen, noe som vil kreve ressurser i form av tid (Zhou et al., 2015, s. 2150). I4.0 vil også bringe med seg teknologiske utfordringer. Dette vil ha innvirkning på dagens produksjonsindustri og da spesielt innen datasikkerhet. I dag blir alt rundt oss "smartere", og ingeniørene som designer de innovative systemene bør ha datasikkerhet i bakhodet. Alle de sammenkoblede systemene eksponerer risiko og kan medføre økonomiske konsekvenser (T. Pereira, Barreto & Amaral, 2017, s. 1256-1257).

Cybersikkerhet er en utfordring innenfor I4.0. Definisjonene er svært varierende, subjektive og til tider uklare. Craigen, Diakun-Thibault og Purse (2014) kom opp med en ny definisjon:

“Cybersecurity is the organization and collection of resources, processes, and structures used to protect cyberspace and cyberspace-enabled systems from occurrences that misalign de jure from de facto property rights” (Craigen et al., 2014, s. 17). Med andre ord brukes cybersikkerhet for å holde uvedkommende ute fra bedriftenes systemer. Cybersikkerhet sitt hovedmål er å beskytte IT-sikkerheten på nett. Med økende tilkobling og åpenhet fremtrer et nytt problem. Dette er cybersikkerhetsproblemet (Lezzi, Lazoi & Corallo, 2018, s. 98).

Cybersikkerhetsproblemet representerer en kompleks utfordring for alle bedrifter som anvender I4.0. I I4.0 sammenheng spiller cybersikkerhet en viktig rolle for å forhindre tap av bedrifters konkurranseevne. Utstyret som blir brukt i dag er sårbart for en rekke cyberangrep, noe som kan påvirke hele forretningsmodellen (Lezzi et al., 2018, s. 98). Som nevnt tidligere i kapittel 2 ble Norsk Hydro utsatt for et angrep som krevde økonomiske tap. Ifølge Cisco (2018) sin Cybersikkerhets rapport har 31% av organisasjonene opplevd cyberangrep på operasjonell teknologi; mens 38% forventer at angrep vil utvide informasjonsteknologien til operasjonell teknologi. Med andre ord betyr det at bedriftene går fra å samle inn data til å overvåke data. Selv om cybersikkerheten er oppfattet som en prioritering av 75% av ekspertene, er det kun 16% som mener at bedriften er godt forberedt til å møte utfordringer ved et angrep (Cisco, 2018, s. 37).

Ifølge Oesterreich og Teuteberg (2016) finnes det et mangfold problemer som ikke er løst når det gjelder digitalisert transformasjon. Flere av disse utfordringene blir beskrevet gjennom I4.0 litteraturen. Det nevnes blant annet mangel på kompetent arbeidskraft som en utfordring innenfor byggebransjen. Ved å benytte seg av ny teknologi kreves det kompetanse på området. På grunn av lav kompetanse blant anleggsarbeidere, vil det kreve et behov for økt kompetanse og ferdigheter. En stor utfordring er å skape og utvikle ny kompetanse for å optimalisere bedriften og for å tiltrekke seg nye talentfulle arbeidstakere. Artikkelen trekker frem at bedrifter må oppmuntre de ansatte til å samarbeide og dele informasjon for å skape innovasjon.

En annen utfordring som trekkes frem er høye kostnader for teknisk utstyr. Utstyr som brukes til trening og utdanning av nytt personell. Videre nevnes det at uklare gevinster og uklare kostnadsbesparelser som en utfordring. I tillegg til dette mangel på finansiell benchmarking for å måle og evaluere forbedringer innad i bedriften (Oesterreich & Teuteberg, 2016, s. 19).

## 2.6.2 Effekter ved I4.0

Effektene av I4.0 er observert i nesten alle sektorer (Yıldırım, 2020, s. 259). Eksempler på effekter av I4.0 kan være kostnadseffektiv produksjon, økt produktivitet og økt fleksibilitet.

Nødvendigheten av industriell digitalisering har vært størst i bilindustrien og leverandørindustrien. Det gjelder hovedsakelig industribedrifter og eksportbedrifter innenfor disse sektorene. Andre sektorer som blir påvirket av I4.0 er programvaresektor, logistikksektor og forskningssektor (Yıldırım, 2020, s. 259). Heng, Slomka, Ag og Hoffmann (2014) undersøker hvordan I4.0 kan påvirke kostnadene i bedriftene, i tillegg til andre effekter ved anvendelse av I4.0 konsepter. Det er et ønske fra bedriftene at I4.0 skal hjelpe de med å implementere en kostnadseffektiv produksjon. For å kunne klare dette må bedrifter redusere bundet kapital. Dette gjelder i hovedsak bedrifter som optimaliserer verdikjeden. Bedriftene kan også kutte energikostnadene deres ved effektiv bruk og fjernkontrollering av anlegget. Samtidig påpeker Heng et al. (2014) at det å kunne gjøre en vurdering av den samlede effekten (inkludert kostnader for opplæring, implementering og vedlikehold) vil i de fleste tilfeller være vanskelig. Grunnen til dette er at bedriftene som tar i bruk I4.0, og da spesielt SMB, har veldig vage estimater av sine faktiske kostnader.

I4.0 er imidlertid ikke bare knyttet til kostnadsområdet. Tyske Acatech hevder at bedrifter kan øke produktiviteten med 30% ved bruk av I4.0 (Co-operation & Development, 2015, s. 28) Ifølge Heng et al. (2014) blir dette gjort ved hjelp av mer fleksibilitet, tidsbegrensning, tilpasse kundens behov og en attraktiv arbeidsstruktur. Fleksibilitet vil si å strukturere forretningsprosessene mer dynamisk. Dette betyr at bedriftene reagerer mer fleksibelt ved endring av etterspørsel eller problemer som oppstår på kort varsel. Når det gjelder tidsbesparing så vil en problemfri datainnsamling muliggjøre rask bruk av relevant data for kortvarig beslutningstaking. Dette vil si at I4.0 kan redusere tidsbruken for innovasjoner. I4.0 kan tilpasse kundens behov. Tilpasninger gjennom at I4.0 tillater innarbeiding av individuelle kundespesifikke kriterier. De kundespesifikke kriteriene gjelder design, konfigurasjon, bestilling, planlegging og produksjon. Dette muliggjør endringer på kort varsel. Til slutt er det å kunne skape en attraktiv arbeidsstruktur. Moderne organisasjonsstrukturer muliggjør en fleksibel produksjon, som igjen vil være attraktiv for arbeidstakere. Det vil si at bedrifter med avanserte og fleksible arbeidsmodeller vil ha en fordel i konkurransen om kompetent arbeidskraft (Heng et al., 2014, s. 7-8).

### 2.6.3 Oppsummering

Anvendelse av I4.0 verktøy kan skape ulike utfordringer. Bedrifter som benytter seg av I4.0-relaterte verktøy har høyere grad av intelligens enn bedrifter som ikke benytter seg av det. Denne graden av intelligens tilknyttes en økende anvendelse av I4.0 verktøy som skaper flere tilkoblingspunkter. Eksempler på dette er trådløst internett og spesielle programmer som inneholder store deler av bedriftens informasjon. Denne informasjonen er utsatt for cyberangrep med økonomiske konsekvenser og tap av konkurransevne. Andre utfordringer som nevnes er mangel på kompetent arbeidskraft. Utfordringen ved dette er å skape og utvikle kompetanse for å tiltrekke seg talentfulle arbeidstakere. En siste ting er uklare gevinster og kostnadsbesparelser i form av investeringer for å øke kompetanse og ferdigheter. Anvendelse av I4.0 kan by på ulike positive effekter. Ifølge Yıldırım (2020) blir det observert effekter i alle sektorer. I bedrifter er det et ønske om å anvende I4.0-relaterte verktøy for å redusere kostnader og optimalisere verdikjeder. Det samme gjelder også effekter som skaper fleksibilitet for bedrifter ved at forandring i etterspørsel oppstår. Avslutningsvis kan I4.0 bidra til å skape attraktive arbeidsplasser ved anvendelse av teknologiske verktøy.

## 3 Metode

I dette kapittelet vil vi gå gjennom den metodiske tilnærmingen som er brukt for å besvare problemstillingen vår; *“Hva er status når det gjelder kunnskapsnivået og anvendelsen av I4.0 i Norge?”*. I oppgaven har det blitt tatt i bruk en “mixed methods”-tilnærming. Med “mixed methods” menes det en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metode. Vi vil i dette kapittelet forsvare valget av “mixed methods” og vise hva som er gjort for å besvare problemstillingen. Videre skal vi i kapittelet ta for oss *forskningsdesign, datainnsamling, analyse, kvalitetskriterier og etiske handlinger*.

Som nevnt tidligere involverer “mixed methods” en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ forskning i en forskningsstudie. Kvalitativ data er kjent for ha en åpen-slutt uten forutbestemt responser. Kvantitativ data inkluderer vanligvis lukket-slutt responser som er funnet gjennom for eksempel spørreskjema (Creswell & Creswell, 2018, s. 3). “Mixed methods” muliggjør triangulering og kan øke validiteten, samt at styrkene til metodene kan utfylle hverandre (Brierley, 2017, s. 5). Vi går mer i dybden på triangulering i underkapittelet datainnsamling.

### 3.1 Forskningsdesign

Ifølge Yin (2018) er forskningsdesign en logisk plan fra å komme fra “her” til “der”, hvor “her” blir definert som et sett av spørsmål som blir adressert, og “der” er et sett av konklusjoner om disse spørsmålene. Mellom de to punktene finnes det et stort antall steg, inkludert innsamling og analyse av relevant data. Creswell og Creswell (2018) forklarer at tilgjengeligheten av forskningsdesign har vokst de siste årene. Grunnen til dette er at datateknologien har utviklet måten dataanalyser gjennomføres og evnen til å analysere komplekse modeller.

Creswell og Creswell (2018) gjør rede for den filosofiske “worldview” antagelsen. De ser på det som en generell filosofisk orientering om verden, som en forsker tar med seg i en studie. De trekker frem fire typer “worldview”. Disse er; (1) “postpositivisme worldview”, (2) “Constructivist worldview”, (3) “Transformative worldview” og (4) “Pragmatic worldview” (Creswell & Creswell, 2018, s. 5). I oppgaven har vi valgt å ta for oss et pragmatisk verdensbilde, og kommer ikke til å gå nærmere inn på de resterende antagelsene. Ifølge Creswell og Creswell (2018) brukes den pragmatiske antagelsen som et hjelpemiddel for å beskrive virkeligheten. Antagelsen er basert på situasjonen og er ikke låst til en enkelt metode, samtidig som forskerne ikke er låst til et bestemt system. Dermed kan forskeren uavhengig velge metodene, teknikkene og prosedyrene i forhold til deres problemstilling (Creswell & Creswell, 2018, s. 10).

Det ble tatt i bruk “exploratory sequential mixed methods” for å besvare problemstillingen. Creswell og Creswell (2018) går nærmere inn på denne metoden. I en “*exploratory sequential mixed methods*” blir det først tatt i bruk kvalitativ forskning, hvor deltakernes synspunkter blir utforsket. Dataene blir deretter analysert og brukt til å bygge en kvantitativ forskning. Metoden blir sett på som sekvensiell fordi stegene bygger på hverandre og ikke blir gjennomført samtidig. I oppgaven ble det gjennomført dybdeintervju med fire informanter med kunnskap innenfor I4.0. Svarene fra informantene ble videre brukt til å bygge opp et spørreskjema som ble sendt ut til norske bedrifter. Figur 3 under viser en oppsummering av vårt forskningsdesign.



Figur 3 Forskningsdesign

Hensikten med et slikt forskningsdesign var å først gjennomføre et litteratursøk for å skape et bredere bilde av den eksisterende litteraturen om I4.0. Videre ble det gjennomført fire dybdeintervjuer for å gå i dybden på hvordan den generelle *kunnskapen, relevansen og anvendelsen* av I4.0 er i Norge. I tillegg til å se på *utfordringene* ved anvendelsen av I4.0. I begynnelsen av intervjuene ble det spurt om hva informantene la i begrepet I4.0. Dette ble gjort for å se om oppfatningen av I4.0 samsvarer med den litteraturen vi hadde funnet på forhånd. Basert på svarene fra intervjuene og innhentet litteratur, ble det bygget en spørreundersøkelse om *kunnskapsnivået, relevansen og anvendelsen* ved I4.0 i norske bedrifter. I tillegg til å avdekke mulige *utfordringer og effekter* ved anvendelsen.

## 3.2 Datainnsamling

I dette underkapittelet skal vi se nærmere på de ulike stegene i datainnsamlingsprosess. Yin (2018) angir seks datainnsamlingsmetoder, som er: (1) *dokumentasjon*, (2) *arkivoppføring*, (3) *intervjuer*, (4) *direkte observasjon*, (5) *deltakende observasjon* og (6) *fysiske gjenstander*. I kvalitativ forskning er intervjuer og observasjoner de mest kjente metodene for datainnsamling. Forskeren står fritt til å velge om de ønsker å benytte seg av kun en metode eller kombinasjon, også kalt triangulering. Yin (2018) påpeker at triangulering er en fin måte å forsterke kvaliteten på den innsamlede data. Vi har tatt i bruk metodetriangulering ved å kombinere kvalitativ og kvantitativ metode.

### 3.3 Litteratursøk

Før litteraturvurdering må emnet til studien identifiseres og forskeren må reflektere rundt i hvilken grad det er praktisk eller meningsfullt å gjennomføre studien. Når forskeren har identifisert et emne som vedkommende ønsker å studere, kan søket etter relevant litteratur starte (Creswell & Creswell, 2018, s. 44). Hart (2018) skiller mellom litteratursøk (search) og litteraturgjennomgang (review). I søkefasen av et litteratursøk foretas en systematisk gjennomgang av kilder og ressurser for å identifisere relevante artikler for oppgavens tema. En litteraturgjennomgang er omfattende og inneholder kritisk analyse av artiklene (Hart, 2018, s. 3). I denne oppgaven har det blitt gjennomført det Hart (2018) betegner som et litteratursøk.

Litteratursøket vårt baserte seg på bruken av Google Scholar og Oria som søkemotorer. I tabell 3 gis det et innblikk i utvalgte søkeord i både Oria og Google Scholar. Vi har valgt å benytte oss av søkeordet “Industri 4.0” og “Industry 4.0”. Ved bruk av søkeordet på engelsk var det i overkant av 2 millioner treff på Google Scholar og rett i overkant av 200 tusen på Oria. Oria er universitetets søkemotor hvor det kan søkes i bibliotekets samlinger, noe som resulterte i færre treff. Det var derfor hensiktsmessig for oss å benytte Google Scholar, som er en globalisert søkemotor. Deler av litteraturen ble funnet både på Oria og Google Scholar. Da vi brukte søkeordet “Industri 4.0” dukket det opp masteroppgaver og fremmedspråklige artikler. Dette ble ikke lagt vekt på i oppgaven, da primærkilden var vårt hovedfokus.

Det ble også gjort litteratursøk med andre søkeord, der vi søkte på “Industry 4.0” sammen med “practice”. Dette ga oss 666.000 treff på Google Scholar og i Oria fikk vi 341 treff. Deretter ble “Industry 4.0” søkt opp sammen med “Internet of Things”, som er et konsept nært knyttet til I4.0. Dette var et av konseptene nevnt i litteraturen. Et siste begrep som ble søkt på var “the fourth industrial revolution” som er en annen benevnelse av I4.0. Dette ga færre, men like treff som ved søkeordet “Industry 4.0”.

Søkeord 1	Søkeord 2	Treff Google Scholar	Treff Oria
Industry 4.0		2 090 000	223 935
Industri 4.0		38 000	1 311
Industry 4.0	Practice	666 000	341
Industry 4.0	Internet of Things	109 000	139
The fourth industrial revolution		1 530 000	81 754

Tabell 3 Matrise for søkeord

### 3.4 Intervju

Intervju er en av de vanligste metodene for å samle inn data til en kvalitativ studie og er en integrert del av flere forskjellige tradisjonelle forskningsmetoder. Et intervju i en kvalitativ studie fokuserer på samtale mellom to individer hvor intervjueren stiller spørsmål om et bestemt tema som intervjuobjektet responderer på. Ved bruk av en kvalitativ metode vil man kunne tilegne seg dybdekunnskaper fra intervjuobjektet (Savin-Baden & Major, 2013, s. 357).

Savin-Baden og Major (2013) deler ulike typer intervju inn i tre ulike former som er: (1) *strukturert*, (2) *semi-strukturert* og (3) *ustrukturert*. Videre vil vi beskrive disse ulike formene for intervjuer. Et strukturert intervju vil forskeren følge en strukturert manual ved å spørre ut intervjuobjektene ved å bruke de samme spørsmålene og de samme ordene. Denne tilnærmingen brukes når det er viktig å minimere variasjonen i spørsmålene (Savin-Baden & Major, 2013, s. 359). I et semi-strukturert intervju ønsker forskeren å benytte seg av standardiserte spørsmål, men også inkludere tilleggsspørsmål som intervjuobjektet kan kommentere og reagere på. Forskeren ønsker derfor ikke å være helt låst til spørsmålene, men også kunne bevege seg utenfor malen (Savin-Baden & Major, 2013, s. 359). Et ustrukturert intervju ønsker forskeren å ha en overordnet plan i hodet og benytter seg ikke av en fast ramme i form av en intervjuguide. Denne typen for intervju baserer seg på spontane spørsmål. De fleste spørsmål vil derfor være åpne, noe som krever bred respons fra respondenten om et spesifikt tema (Savin-Baden & Major, 2013, s. 360).



Vi har i denne oppgaven valgt å gjennomføre semistrukturerte intervjuer. Grunnen til dette er at en slik metode gir oss en åpenhet mot det som er nytt og overraskende ved at det kan stilles oppfølgingsspørsmål. Da er det også en mulighet til å gå vekk fra rammene som allerede er satt i intervjuguiden. Intervjuguiden vår ble delt inn i seks faser, som er: (1) *rammesetting*, (2) *erfaring*, (3) *kunnskap om I4.0*, (4) *relevansen av I4.0*, (5) *Anvendelse av I4.0, utfordringer*, og (6) *avslutning*. Intervjuguiden som ble brukt er vedlagt i sin helhet i kapittel 8 (vedlegg).

Stegene i intervjuprosessen kan sees i figur 4.



Figur 4 Intervjuprosessen

### 3.4.1 Seleksjonsprosess

Det vi ønsket gjennom intervjuene var å få en oversikt over *kunnskapsnivået, relevansen, anvendelse og utfordringen* ved I4.0 i norske bedrifter. For å finne informanter ble det gjennomført et søk, hvor ble sett etter informanter med relevant *kunnskap* om I4.0. Vi endte opp med en liste over 12 potensielle informanter, hvorav fire informanter valgte å stille til intervju. Blant de åtte resterende fikk vi svar fra én person. Vedkommende ønsket ikke å stille på vegne av bedriften, men som enkeltperson. Utover i prosessen fikk vi ikke kontakt med personen. Det ble derfor valgt å gå videre med de fire nevnte informantene. Informantene var en blanding av bedrifter og konsulenter. Grunnen til dette var for å få flere vinklinger på temaet.

### 3.4.2 Forberedelse til intervju

Intervjuer har et ansvar for å kunne gjennomføre et godt intervju. For at dette skal bli gjort må det stilles gode og relevante spørsmål, i tillegg ha en god intervjuguide. Forsker har også plikt til å holde samtalen gående og respondentene skal kunne se på temaene som seriøse (Savin-Baden & Major, 2013, s. 361). Forberedelsene våre baserte seg på å lese om bedriften og konsulentene. Dette ble gjort for å kunne stille I4.0-relaterte spørsmål knyttet til det informantene har jobbet eller jobber med.

Vi hadde kontakt med informantene over epost. Det første som ble gjort var å sende ut et informasjonsskriv om studien og spurte om de ønsket å delta. Når informantene hadde takket ja til å delta på intervju ble det avtalt tidspunkt for intervjuet. Videre ble det sendt ut et samtykkeskjema som informantene måtte lese, forstå og signere. Når dette var gjort, var det klart for gjennomføring av intervjuene.

### 3.4.3 Gjennomføring av intervju

Alle fire intervjuene ble gjennomført over telefon og vi hadde en snitt tid på 26:30 på intervjuene. Sturges og Hanrahan (2004) forsket på om det var forskjell på å ha ansikt-til-ansikt intervjuer og telefonintervjuer. Etter sammenligning av transkriberingen kom de frem til at det ikke var noe signifikant forskjell mellom det å ha intervjuet ansikt-til-ansikt eller over telefon. De konkluderte med at telefonintervjuer var like produktivt å bruke i en kvalitativ studie. I informasjonsskrivet som ble sendt ut til informantene før intervjuet la vi til alternativet om å enten ta intervjuet over telefon eller møtes. Informantene var positiv til å ta intervjuene over telefon med tanke på at det var tid- og ressursbesparende. Alle intervjuene ble deretter utført over telefon.

I tabell 4 er en oversikt over informantene, sektorene, gjennomføring av intervju og tid.

Informant	Sektor	Stilling intervjuobjekt	Gjennomføring av intervju	Tid:
Informant 1	Produksjon	Prosjektleder	Telefonintervju	22:41
Informant 2	Tjeneste	Forsker/konsulent	Telefonintervju	28:18
Informant 3	Tjeneste	Avdelings- leder	Telefonintervju	31:12
Informant 4	Tjeneste/ produksjon	Prosjektleder	Telefonintervju	23:50

Tabell 4 Oversikt over informanter

Ifølge Savin-Baden og Major (2013) er det viktig for intervjueren å lytte godt når informanten prater. Vi hadde intervjuguiden foran oss og noterte underveis, i tillegg til å benytte oss av lydopptak. Respondenten fikk muligheten til å snakke mest mulig slik at datamaterialet ble av god kvalitet. Gjennom intervjuprosessen fikk vi innsikt i ny og viktig informasjon, i tillegg til andre temaer og områder som vi kunne undersøke nærmere.

Intervjuene ble startet med en uformell samtale og informasjon om oppgaven. Det ble også informerte om bruken av lydopptak og innsamlet data, som informantene samtykket. Videre ble det innhentet generell informasjon om informantens stilling og deres syn på I4.0, noe som førte oss videre inn på temaet. Etter å ha fått den generelle informasjonen ble det gått nærmere inn på spørsmål knyttet til vår problemstilling og forskningsspørsmålene. Det ble sett nærmere på *kunnskapsnivået, relevansen, anvendelsen og utfordringene* ved I4.0. Til slutt fikk informantene mulighet til å legge til noe utover de stilte spørsmålene. Vi informerte også om at vi kom til å sende informantene en oppsummering av intervjuet. Dette for å gi informantene en mulighet til å rette på det som ble sagt, eller eventuelt legge til noe de følte manglet.

### 3.4.4 Analyse av intervjuene

I dette underkapittelet skal vi se nærmere på fremgangsmåten som ble benyttet etter intervjuene. De ble brukt for å sortere data og finne ut hva som kunne brukes og hva som måtte forkastes. Ifølge Savin-Baden og Major (2013) er de vanligste utgangspunktene for dataanalyse: *karakterisering, kutting, koding, kategorisering, konvertering og oppretting* (Savin-Baden & Major, 2013, s. 219). Kort tid etter transkriberte vi intervjuene ved hjelp av lydopptakene. For å få karakterisert dataen leste vi igjennom transkriberingen flere ganger. Dette ble gjort for å få en riktig forståelse av dataene som skulle analyseres. For å kutte ned dataene ble fargekoder benyttet. Dette gjorde vi for å kategorisere det som var mest relevant for oppgaven og fjernet det som ikke var relevant. Analyseverktøyet Nvivo 12 ble brukt for å *karakterisere, kutte, kode, kategorisere* og konvertere dataene før analysen ble skrevet.

## 3.5 Spørreundersøkelse

Det vi ønsket å gjøre videre etter intervjuene var å se resultatene fra den kvalitative delen i et større bilde. Dette ble gjort gjennom en kvantitativ spørreundersøkelse om de samme temaene som vi hadde gått gjennom i intervjuene, i tillegg til å se på effektene. Ifølge Jacobsen (2015) er spørreundersøkelse en metode for å samle inn primærdata. Den tar for seg mange enheter og informasjonen som skal samles inn er predefinert av forskeren (Jacobsen, 2015, s. 251). Det er to hovedtyper av undersøkelsesinstrumenter. Det kan være en spørreundersøkelse, hvor deltakerne leser spørsmålet og svarer i et skjema. Det andre er intervjuundersøkelse, hvor deltakeren hører spørsmålet og gir svaret gjennom en samtale (Mitchell & Jolley, 2012, s. 286).

I oppgaven valgte vi å sende ut et spørreskjema gjennom e-post til utvalgte bedrifter i Norge. Dette er en metode som ikke er like tidkrevende som andre metoder, men en ulempe er at svarprosenten kan bli lav (Mitchell & Jolley, 2012, s. 288). Grunnen til dette er at respondenten føler lav grad av forpliktelse til å avgi svar. En annen ulempe er at vi ikke har kontroll på hvem som svarer. Dette kan medføre uærlige svar og hvor mye innsats respondenten legger ned i besvarelsen. Hvordan dette har påvirket vår oppgave går vi nærmere inn på i underkapittelet om responsrate.

For å utforme og distribuere spørreundersøkelsen ble Nettskjema tatt i bruk. Nettskjema leveres av Universitetet i Oslo og er en sikker løsning for datainnsamling fra små til store datamengder. Dette blir brukt for å skape trygghet og tillit til de som får utlevert spørreundersøkelsen (UiO, 2020). I spørreundersøkelsen har vi kommet opp med enkle og konkrete spørsmål, i tillegg til forklaringer på begreper. Dette for at det skulle bli enklere å avgi svar og minimere tiden på spørreundersøkelsen. Spørsmålene ble formulert slik at de ikke kunne misforstås, noe som ville svekket validiteten.

### 3.5.1 Utforming av spørreundersøkelse

I første delen av spørreundersøkelsen ble respondentene bedt om å krysse av på hvilken stilling de hadde, bransje de tilhører, samt antall ansatte i bedriften. Svaralternativene ble satt til 1-20 (små bedrifter), 21-100 (mellomstore bedrifter), 100-500, 501-2000 og over 2000 (store bedrifter) (NHO, 2020). Videre i denne delen ble respondentene også bedt om å krysse av på geografisk tilhørighet, hvor det ble delt inn i: *Nord-Norge*, *Midt-Norge*, *Sørlandet*, *Østlandet* og *Vestlandet*. Her kunne respondentene krysse av flere alternativer dersom bedriften holder til flere steder i Norge. Til slutt fikk respondentene spørsmål om bedriftens kjennskap til I4.0. Ved dette spørsmålet var alternativene “Ja” og “Nei”. I spørsmålet ble det lagt inn en dynamisk funksjon som gjorde at respondenter som svarte “Ja” fikk spørsmål knyttet til at de hadde kjennskap. De som svarte “Nei” fikk egne spørsmål knyttet til dette. De ble sendt videre til et spørsmål som gikk på om bedriften “Har implementert” eller “Planlegger å implementere” en *digital strategi*. Der hadde de også alternativet at de “Ikke planlegger”. Dersom de svarte “Ikke planlegger” fikk de opp et nytt spørsmål om å avgi grunn til dette. De som svarte “Ja” fikk et spørsmål om hvordan de kom i kontakt med I4.0 første gang.

I hoveddelen av spørreundersøkelsen valgte vi å dele det opp i kategorier. Disse kategoriene var: *kunnskap*, *relevans*, *anvendelse*, *utfordringer* og *effekter*. Hoveddelen startet med spørsmål om kunnskap og i hvilken grad bedriftene hadde kunnskap om I4.0. Dette var spørsmål som var rettet til de som hadde svart “Ja” på om de kjenner til begrepet. Videre trakk vi inn konseptene som er

gjennomgått i litteraturkapittelet, og respondentene fikk mulighet til å krysse av på konseptene bedriftene har kunnskap om. Dette var også rettet til de som svarte “Ja” på kjennskap til begrepet. Avslutningsvis fikk respondentene en liste over teknologiske verktøy som anvendes innenfor I4.0. Respondenten ble bedt om å svare på en skala fra 1 til 7 i hvilken grad bedriftene hadde kunnskap om disse verktøyene. Dette spørsmålet var ikke avhengig av svaret om bedriften kjenner til begrepet. Grunnen til dette var at vi ønsket å undersøke om bedriftene hadde kunnskap om de teknologiske verktøyene som inngår i I4.0, samtidig som de ikke hadde kjennskap til begrepet.

Det ble benyttet samme oppsettet på delen om relevans. Denne delen startet med spørsmål om i hvilken grad I4.0 er relevant for bedriftene. Det ble videre spurt om konseptene og hvilken av de som er relevant for bedriften (spørsmål for de som svarte “Ja” på om de kjenner til begrepet). Til slutt var det også en liste hvor respondentene svarte på en skala fra 1 til 7 om relevansen av teknologiske verktøy. Under delen om anvendelse ble det spurt om bedriften anvender I4.0. Dette for å skille ut de som kjenner til begrepet, men ikke anvender I4.0. Det ble også benyttet en dynamisk funksjon i dette spørsmålet. Dersom respondenten svarte “Ja” fikk de opp et spørsmål om i hvilket tidsrom de har benyttet seg av I4.0. Respondentene som svarte “Nei” fikk opp spørsmål om hva som er grunnen til at de ikke anvender det. Videre ble respondentene stilt samme spørsmål som ved kunnskaps- og relevansdelen. Respondentene som svarte “Ja” på anvendelse av I4.0 fikk spørsmål om i hvilken grad I4.0 anvendes. I tillegg fikk de samme respondentene spørsmål om konseptene og hvilken av de som anvendes. Avslutningsvis i denne delen fikk respondentene en liste over teknologiske verktøy hvor de svarte på en skala fra 1 til 7 om i hvilken grad de anvender verktøyene.

På spørsmålene om utfordringer og effekten av I4.0 fikk respondentene som hadde svart “Ja” på om bedriften anvender I4.0 opp de neste spørsmålene. Her ble det spurt om hvilke utfordringer bedriften opplever ved anvendelse av I4.0. Svaralternativene er hentet fra litteraturkapittelet og tidligere oppgaver om lignende temaer. Til slutt fikk respondentene en liste over opplevde effekter som kan oppstå ved anvendelse av I4.0 og fikk beskjed om svare på disse gjennom en skala fra 1 til 7. Avslutningsvis i spørreundersøkelsen hadde vi også en kvalitativ del. Her fikk respondentene mulighet til å legge til eventuelle kommentarer i en tekstboks. Respondentene som fullførte spørreundersøkelsen ble tilbudt å stille på et oppfølgingsintervju. Selve spørreskjemaet finnes i sin helhet i kapittel 8 (vedlegg).

### 3.5.2 Utvalg

For å finne et relevant utvalg blant norske bedrifter tok vi i bruk databasen Proff Forvalt gjennom USN sine bibliotek sider. Databasen ble brukt til å fokusere på alle bedrifter i Norge, uavhengig av størrelse. Vi satt en avgrensning på bedrifter med 2-20 000 ansatte, samt at vi krysset av for at bedriftene hadde epostadresser vi kunne kontakte de gjennom. Dette ga oss en avgrensning på 69 407 bedrifter. Utvalget av bedrifter ble da tilfeldig. Grunnen til at vi avgrenset søket slik var for å luke bort bedrifter som er registrert, men ikke drifter. Alle tilhørende sektorer i databasen til Proff Forvalt fikk tilsendt en e-post. Invitasjon til å delta i spørreundersøkelsen ble sendt ut tirsdag den 10. mars 2020. Ifølge (Aksnes, 2020) er tirsdag den dagen som gir best respons når man sender ut en spørreundersøkelse til næringsdrivende.

Jacobsen (2015) betegner utvelgelsen som vi har gjennomført som “ikke-sannsynlighetsutvalg”. Det er to former for “ikke-sannsynlighetsutvalg”, og det er bekvemmelighetsutvalg og skjønnsmessig utvalg. Ved et skjønnsmessig utvalg blir de som forskerne mener er mest representativ til undersøkelsen valgt. Når det brukes bekvemmelighetsutvalg velges respondentene som er lettest å få tak i. Utvalget i oppgaven er en blanding av begge utvalgsmetodene (Jacobsen, 2015, s. 302-303). Jacobsen (2015) nevner også at det kan være fare for systematiske skjevheter og at grupper kan bli utelatt uten at forsker vet om det. På bakgrunn av tidsrammen og tilgjengelig ressurser var dette likevel hensiktsmessig for vår undersøkelse.

Da vi hadde hentet ut epostadresser fra Proff Forvalt ble disse lastet ned i henhold til de ulike bransjene og eksportert i Excel filer. Ved å benytte oss av UiO’s nettskjema kunne vi sende spørreundersøkelsen ut til alle epostadressene. I nettskjema ble antallet invitasjoner til respondentene redusert ned til 36 088 fra de opprinnelige 69 407 utsendte. Vi kommer til å gå nærmere inn på grunnene i frafallsanalysen.

### 3.5.3 Responsraten

Vi opplevde noen problemer med utsendelse fra Nettskjema på grunn av antall e-poster som ble sendt ut. Grunnet store mengder utsendelser virket systemet tregt, og enkelte ganger hang seg opp og i andre tilfeller var det ikke enkelt å se hvor mange eposter vi hadde sendt ut til enhver tid. Dette hadde ingen betydning for spørreundersøkelsen, men det skapte utfordringer med å holde oversikt over respondenter. Videre ble det en uke etter utsendelse sendt ut en påminnelse. Dette gjorde at antall svar raskt økte fra 393 til omtrent 600 fullførte svar. Etter at undersøkelsen hadde vært åpen i

17 dager, hadde vi fått inn 926 svar. De tre siste dagene undersøkelsen var åpen kom det ikke inn noen nye svar. Vi valgte derfor å stenge spørreskjemaet.

Vi endte opp med en responsrate på 2.5%, noe som er meget lavt. Ifølge Cook, Heath og Thompson (2000) har elektroniske spørreundersøkelser en lavere responsrate enn tradisjonelle papirbaserte og e-post undersøkelser. En svarprosent på papirbaserte undersøkelser er tilfredsstillende når den er over 50% (Jacobsen, 2015, s. 310). Vi gjorde tiltak for å øke svarprosenten. Det første som ble gjort var å introdusere kort hva undersøkelsen handlet om når den ble sendt ut. Dette for å sørge for at mottaker var klar over hva som dukket opp når de trykket på den tilhørende lenken. Et annet tiltak var å sende ut en påminnelse på epost til de samme respondentene. Som nevnt over hadde dette en positiv påvirkning på svarprosenten.

Internettbaserte spørreundersøkelser har omtrent 10% lavere svarrate enn tradisjonelle papirbaserte undersøkelser (Shih & Fan, 2008, s. 257). Med tanke på tidsberegninger for oppgaven valgte vi å ha undersøkelsen ute 17 dager. Det kunne vært ideelt å la spørreskjema stå åpent en uke til, med en ny påminnelse til respondentene. Som nevnt tidligere stoppet svarene å komme inn dagene før spørreskjemaet ble stengt og valgte derfor å stenge tilgangen. En av grunnene til fravær av respons kan ha vært påvirket av Covid-19 utbruddet som skjedde både i Norge og i resten av verden. Virusutbruddet sørget for en nedstengning av samfunnet, skoler og permitteringer i norske bedrifter.

#### 3.5.4 Frafallsanalyse

Etter utsendelsen av undersøkelsen ble antall invitasjoner redusert fra 69.407 til 36.088. Grunnen til dette var flere av epostadressene var ugyldige eller gjentakende e-postadresser. I Nettskjema finnes en innebygd funksjon som fjerner gjentakende epostadresser. En av grunnene til dette var at enkelte adresser var like og var underlagt andre avdelinger i bedriften. Reduksjonen på invitasjonene var 52%. Dette frafallet ansees som tilfeldig. Det som er viktig med tanke på en frafallsanalyse er ikke hvor mange som faller av, men hvem som faller av (Cook et al., 2000, s. 831). I en frafallsanalyse kunne det vært nyttig å finne ut om dette var et systematisk frafall. En av utfordringene med en slik analyse er at forskeren bør ha kjennskap til respondentene på forhånd. Dette kan være antall bedrifter under de ulike bransjene, antall respondenter per landsdel og lignende. I vårt tilfelle hadde ikke vi denne forhåndskunnskapen. Proff Forvalt hadde sine begrensninger i form av at det kun var lov til å eksportere 10.000 foretak per døgn. I tillegg var det enkelte respondenter som ble utelatt i form av mangel på epostadresser.

Undersøkelsen ble sendt til samtlige epostadresser som var tilgjengelig i databasen til Proff Forvalt. Som nevnt tidligere hadde vi en lav svarprosent som kan skyldes at respondenter var opptatt. Det kan også være en mulighet at respondenten ikke ønsket å svare, eller at tema ikke var aktuelt for den som mottok eposten. Vi mottok også noen eposter fra bedrifter vi hadde sendt undersøkelsen til, hvor de skrev at de ikke ønsket å delta på undersøkelsen.

En annen måte frafall av respondenter kan oppstå er gjennom å ikke fullføre spørreundersøkelsen. Dette er noe det ikke er oversikt over i vår spørreundersøkelse. En av grunnene til at respondentene ikke velger å fullføre kan være på grunn av et stort antall obligatoriske spørsmål. I vår avhandling var alle spørsmålene obligatorisk, så det kan ha oppstått frafall i vår spørreundersøkelse på grunn av dette. Vi oppdaget i etterkant at et av spørsmålene ikke var obligatorisk. Dette førte til at to ufullstendige svar ble fjernet. Dette går vi nærmere inn på i avsnittet under.

### 3.5.5 Analyse av spørreundersøkelsen

I analysen fra spørreundersøkelsen ble statistikkprogrammet SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) benyttet. SPSS blir brukt for statistisk analyse av data. Programmet ble brukt for å fremstille deskriptiv statistikk av dataene som ble samlet inn fra spørreundersøkelsen. I Nettskjema benyttet vi funksjonen “kodebok” for å lage variablene og et datasett. Videre fikk vi lastet ned Excel-fil som vi importerte inn til SPSS før vi startet å analysere dataene. Excel ble benyttet for å fremstille både figurer og tabeller i analysen.

Totalt ble det sendt ut 36.088 invitasjoner og spørreundersøkelsen ga oss 926 fullførte svar. To av disse svarene ble fjernet da de manglet en vesentlig stor del av undersøkelsen. Både “item-level” og “construct-level”. Ifølge Newman (2014, s. 375) oppstår “item-level” når en respondent unnlater å svare på enkelte elementer i en skala med flere elementer. “Construct-level” oppstår når en respondent svarer blankt på alle elementer innenfor en skala. Det vil si at vi endte opp med å bruke de resterende 924 svarene videre. Dette resulterte i en svarprosent på ca 2,56%.

Vi delte analysen av spørreundersøkelsen inn i to hoveddeler, hvor første del var om bedriftene generelt. Den første delen inneholdt *Stillingen* til representanten for bedriften, *bransjetilhørigheten*, *antall ansatte* og bedriftens *geografiske tilhørighet*. I del to ble det redegjort for hovedfunnene i spørreundersøkelsen, hvor analysen ble delt inn i fem underkategorier. Underkategoriene er:



*kunnskap, relevans, anvendelse, utfordringer og effekter.* For de teknologiske verktøyene innen *kunnskap, relevans og anvendelse* ble det beregnet gjennomsnitt og standardavvik, i tillegg fremstilt i en figur med en oversikt over de teknologiske verktøyene.

### 3.7 Kvalitetskriterier

I tabell 5 kan vi se en oppsummering av kriteriene til ulike forskere og autoriteter innen forskningsmetode. *Validitet* blir sett på som et felles kvalitetskriterier som de nevnte forskerne under fokuserer på. Noen av forskerne velger å dele opp i ulike begreper, mens noen bruker validitetsbegrepet. Yin (2018) og Eisenhardt (1989) har i tillegg fokus på *reliabilitet*. Eisenhardt (1989) legger også til begrepet *triangulering*. Til en kontrast fra forskerne i tabell 5 nevner Lincoln og Guba (1990) punkter for å evaluere påliteligheten i en studie. Kriteriene bygger på *troverdighet, overførbarhet, pålitelighet og bekreftbarhet*. I oppgaven har vi valgt å legge vekt på *validitet og reliabilitet*. I tillegg har vi sett på hvordan vår oppgave skårer på disse to kvalitetskriteriene.

Kvalitets-kriterier	Yin (2018); Gibbert, Ruigrok og Wicki (2008)	Eisenhardt (1989)	Maxwell (1992)	Johnson (1997)
<b>Sammenheng</b>	Design av casestudier	Teoribygging i casestudier	Validitet i kvalitative forskning	Validitet i kvalitativ forskning
<b>Typer</b>	Begrepsvaliditet Intern validitet Ekstern validitet Reliabilitet	Validitet Reliabilitet Triangulering	Deskriptiv validitet Fortolkende validitet Teoretisk validitet Generaliserbarhet Evalueringsvaliditet	Deskriptiv validitet Fortolkende validitet Teoretisk validitet Intern validitet Ekstern validitet

Tabell 5 Kvalitetskriterier

#### 3.7.1 Validitet, reliabilitet og begrensninger

Vi skal nå se nærmere på de ulike validitets typene og reliabiliteten som har blitt tatt i bruk i oppgaven. Vi har også valgt å lage en oppsummering i tabell 6 av hvilke grep som ble gjort for å styrke validiteten og reliabiliteten og hva som kunne blitt gjort annerledes. Som skrevet tidligere er validitet et felles begrep som flere forskere har fokus på, deriblant Johnson (1997) og Maxwell (1992). Når det gjelder kvalitetskriterier fokuserer Johnson på beskrivende, fortolkende, teoretisk,

ekstern og intern validitet, mens Maxwell bytter ut intern og ekstern med generaliserbarhet og evalueringsvaliditet.

### 3.7.2 Fortolkende validitet

Den fortolkende validiteten referer til om respondentens ideer, tanker, følelser og hensikt har blitt tolket og rapportert riktig av forskeren (Johnson, 1997, s. 285). Ved å benytte seg av tilbakemeldinger fra deltaker, er det mulig å bekrefte avsnitt og sitater fra intervjuer slik at disse har blitt korrekt oppfattet av forsker. Dette kalles for "*participant feedback*". Det vi gjorde for å styrke den fortolkende validiteten på dataen vi samlet inn var å sende et sammendrag av svarene til informantene. Dette ble gjort for å få bekreftet om deres ideer og tanker var oppfattet riktig. Når det gjelder spørreundersøkelsen hadde vi en kvalitativ del hvor vi ga respondentene en mulighet til å legge til en kommentar hvis de ønsket det.

### 3.7.3 Teoretisk validitet

En annen type validitet er den teoretiske validiteten. Denne formen baserer seg på om undersøkelsen utviklet fra en forskningsstudie passer til de registrerte dataene. Ulike strategier for å øke graden av teoretisk validitet er *langvarig feltarbeid*, *teoritriangulering*, *forskertriangulering* (Johnson, 1997, s. 286). I litteraturgjennomgang har vi tatt for oss ulike empiriske artikler. Validiteten i oppgaven ble styrket basert på bruken av både eldre og nyere litteratur. I tillegg ble det benyttet litteratur fra andre fagfelt for å styrke den teoretiske validiteten.

### 3.7.4 Intern validitet

Den interne validiteten baserer seg til hvilken grad en forsker kan konkludere med at det observerte forholdet har en årsakssammenheng (Johnson, 1997, s. 287). *Intern validitet* kan være til hjelp ved å beskrive hvordan et fenomen fungerer. For å styrke den interne validiteten er det mulig å benytte seg av ulike strategier som for eksempel *metodetriangulering* eller *datatriangulering* (Johnson, 1997, s. 287-289). I oppgaven har vi styrket den interne validiteten ved å ta i bruk "mixed-methods"-metoden, og gjennomført datainnsamling både kvalitativt og kvantitativt.

### 3.7.5 Ekstern validitet

Ekstern validitet omhandler graden av generaliserbarhet i forhold til andre personer, steder og tidspunkt (Johnson, 1997, s. 289). Generaliserbarhet er den analytiske delen og ikke den statistiske delen, som er mer vanlig i kvantitativ forskning. Det handler om i hvilken grad undersøkelsen har overføringsverdi og om den passer (Maxwell, 1992, s. 293). I den kvalitative delen valgte vi å intervju flere personer med forskjellig bakgrunn. Alle informantene hadde god kunnskap om I4.0. I den kvantitative delen av oppgaven valgte vi å se på alle bransjer i Norge. Dette for å styrke den eksterne validiteten.

### 3.7.6 Reliabilitet

Reliabilitet refererer til fravær av tilfeldige feil og gjør at påfølgende forskere kan komme frem til samme resultat dersom studien følger de samme stegene. Med andre ord, åpenhet og transparens er viktig for å kunne replikere en studie. Reliabiliteten måler derfor i hvilken grad studien lar seg etterprøve, mens validitet måler hvor presist vi måler det vi er ute etter. Reliabiliteten er høy dersom en forsker replikerer en studie ut i fra de samme prinsippene som deretter kommer frem til de samme resultatene (Gibbert et al., 2008, s. 1468). For å styrke reliabiliteten i oppgaven har vi valgt å være åpen om ulike valg vi har tatt. Både intervjuguiden og spørreundersøkelsen kan i sin helhet lese i kapittel 8 (vedlegg).

### 3.7.7 Oppsummering av kvalitetskriteriene

	Grep for å styrke validitet og reliabilitet	Hva kunne blitt gjort annerledes?
<b>Litteratursøk</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Benyttet artikler som omtalte I4.0 og de teknologiske verktøyene</li><li>• Benyttet artikler utgitt fra 2013 og nyere</li><li>• Grundig gjennomgang av artiklene som ble brukt</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kunne benyttet oss av flere artikler og flere fra nyere utgivelser</li></ul>
<b>Intervju</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Intervjuet bedrifter/personer med kunnskap om I4.0</li><li>• Benyttet oss av:<ul style="list-style-type: none"><li>- Intervjuguide</li><li>- Lydopptak</li><li>- Transkribering</li></ul></li><li>• Sendt oppsummering til informanter for godkjenning av informasjon</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vært mer konsekvent ved å stille samme spørsmål på hvert intervju</li><li>• Intervjuet flere bedrifter</li><li>• Kunne gjennomført intervjuene tradisjonelt (ikke over telefon)</li><li>• Kunne utført et større antall intervjuer</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gjennomgang av dataene</li> </ul>	og en jevnere fordeling av bedrifter og konsulenter
<b>Spørreundersøkelse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forklarende tekst på enkelte spørsmål for å unngå misforståelser</li> <li>• Bistand fra veileder med utforming av spørreundersøkelse</li> <li>• Undersøkelsen ble distribuert fra UiO's plattformen til utvalget fra Proff Forvalt</li> <li>• Benyttet dynamiske spørsmål som silte ut respondenter som ikke hadde kunnskap om begrepet</li> <li>• Ble også benyttet dynamiske spørsmål til de som ikke anvender I4.0 i bedriften</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utformet spørreundersøkelsen annerledes og eventuelt beskrevet hva en digital strategi betyr</li> <li>• Kunne blitt distribuert på fra en annen plattform for bedre valgmuligheter med tanke på oppsettet av spørsmålene.</li> <li>• Kunne fått enda flere svar ved å distribuere gjennom en annen kanal</li> </ul>

Tabell 6 kvalitetstiltak for å styrke reliabilitet og validitet

Ut ifra resultatene ser vi at både reliabiliteten og validiteten er god, men med visse begrensninger. Dette gjør det enklere å trekke en konklusjon som er i tråd med kvalitetskravene. Det er også noen begrensninger ved oppgaven som påvirker resultatet og generaliserbarheten. Oppgavens frist er en begrensning på tiden som vi har brukt på de forskjellige metodene. Vi skal nå se nærmere på punktene i tabell 6 og hvordan de er ivaretatt innenfor våre innsamlingsmetoder.

### Litteratursøk

Industri 4.0 er et relativt nytt tema hvor det kommer nye artikler og studier med jevne mellomrom. Vi har i oppgaven valgt å ta i bruk litteratur fra 2013 og nyere utgivelser. Som tidligere nevnt er oppgavens frist en begrensning og med en lengre tidsfrist kunne vi funnet mer relevant og nyere litteratur. Dette kunne gitt mer pålitelig støtte til funnene. En annen begrensning innenfor litteratursøket var at noe av litteraturen var på andre språk enn engelsk, som for eksempel tysk. I4.0 er et begrep som oppsto i Tyskland (Culot et al., 2020, s. 1) og dermed er det naturlig at det finnes en del tysk litteratur.

### *Intervjuer*

Etter å ha gjennomført intervjuene var det var en ulempe at vi ikke var konsekvent nok og stilte samme spørsmål til intervjuobjektene. En av grunnene til dette var at det var vanskelig å stille de samme spørsmålene ettersom informantene var en blanding av bedrifter og konsulenter. Et tiltak vi kunne gjort var å intervju flere bedrifter, slik at det ble mer likt mellom antallet av konsulenter og bedrifter. Av den grunn ble det vanskeligere å kunne sammenligne svarene. Årsaken til dette var at hovedformålet med intervjuene var å få generell informasjon om hvordan *kunnskapsnivået, relevansen og anvendelsen* av I4.0 er i Norge, i tillegg til eventuelle *utfordringer*. Basert på intervjuene var det mulig å utforme en spørreundersøkelse.

### *Spørreundersøkelse*

Etter at vi hadde sendt ut spørreundersøkelsen så vi at enkelte respondenter hadde problemer med å forstå hva en digital strategi er. Et grep som kunne vært gjort var å gi en forklaring til respondentene på hva en digital strategi er. Et annet problem var funksjonene på Nettskjema. Funksjonene som ble benyttet var brukervennlige, men enkelte av de var vanskelig å finne frem til og det var komplisert å bygge et spørreskjema. Et eksempel var funksjonen vi brukte når vi skulle sende ut undersøkelsen til bedriftene. Her hadde vi mulighet å legge inn en tekst som ble sendt med undersøkelsen. Denne teksten var det vanskelig å formatere og enkelte respondenter ønsket ikke å trykke inn på linken til spørreundersøkelsen. De begrunnet dette med at det så ut som spam eller virus. I utgangspunktet var planen å sende ut spørreundersøkelsen til de enkelte bransjene vi har skrevet om tidligere i litteraturkapittelet (Industri, utdanning og bygg og anlegg). I frykt for å ikke få nok svar til å gjennomføre analyse av de innsamlede dataene valgte vi å sende ut spørreundersøkelsen til alle norske bedrifter mellom 2 og 20 000 ansatte.

## 3.9 Forskningsetiske betraktninger

Dette underkapittelet omhandler etiske handlinger for den gjennomførte studien. Det stilles visse krav en forsker må forholde seg til når det forskes på personer. I dette tilfelle ligger våre kvalitative intervjuer under disse retningslinjene. Vi skal beskrive rollene en forsker må forholde seg til under datainnsamling.

Ifølge den forskningsetiske komitee forplikter forskeren seg til å følge anerkjente forskningsetiske normer. En forsker forholder seg til ulike normer som er definert av "*Den nasjonale forskningsetiske komiteer*". I vår studie forholder vi oss til "*Den nasjonale forskningsetiske komité*"

*for samfunnsvitenskap og humaniora*” som en samlebetegnelse for virkeområdets retningslinjer og forkortes til (NESH, 2016). Loven om forskningsetikk lyder som følger: “Loven skal bidra til at forskning i offentlig og privat regi skjer i henhold til anerkjente forskningsetiske normer” (forskningsetikkloven, 2006, § 1). Retningslinjene for forskningsetikk er veiledende og for å fremme god vitenskapelig praksis<sup>2</sup>. Alle studier og prosjekter som krever innhenting av personopplysninger skal meldes inn til personvernombudet for forskning (NESH, 2016). Meldeplikten gjelder også selv om rapporten skal være anonymisert. Vi har i studien anonymisert i høy grad og informasjonen kan ikke spores tilbake til informantene. Som et krav har vi også meldt dette inn til Norsk samfunnsvitenskapelig datatjeneste (NSD). Det ble i tillegg underskrevet et samtykkeskjema for å tydeliggjøre informantens rettigheter og forskerens ansvar. Etter endt intervju og transkribering ble en forenklet versjon av intervjuene skrevet. Denne versjonen ble sendt til informanten for å bekrefte at informasjonen var korrekt og eventuelt om vedkommende ønsket å tilføye mer informasjon i etterkant.

I spørreundersøkelsen vår var respondentene også anonymisert slik at det ikke kunne spores tilbake til dem. Det var ingen kobling mellom respondentens epostadresse og svar. Dette var et bevisst valg som ble gjort i Nettskjema. Det har også kommet frem via spørreundersøkelsen at det er frivillig for respondentene å delta på den.

---

<sup>2</sup> <https://www.etikkom.no/forskningsetiske-retningslinjer/Samfunnsvitenskap-jus-og-humaniora/innledning-formal/>

## 4. Resultater

I dette kapitlet skal vi ta for oss resultatene fra intervjuene og spørreundersøkelsen. Intervjuene var en forstudie for spørreundersøkelsen. I intervjuene så vi nærmere på *kunnskap, relevans, anvendelse og utfordringer* ved anvendelsen. I spørreundersøkelsen så vi nærmere på de samme kategoriene, men her la vi til effekter. Vi kommer nærmere inn på grunnen til dette i underkapittel om spørreundersøkelsen. Resultatene fra intervjuene og spørreundersøkelsen vil danne grunnlaget for diskusjonen.

### 4.1 Resultat intervjuer

I dette kapitlet vil de kvalitative funnene fra intervjuene bli presentert. Det vil bli redegjort kort for det mest sentrale fra intervjuene. Svarene fra informantene vil bli delt inn i *bakgrunnen, kunnskapen, relevansen, og utfordringer*. Avslutningsvis vil funnene bli oppsummert i tabell 7.

#### 4.1.1 Informant 1

##### *Bakgrunn*

Bedriften produserer et bredt spekter av sprøytetøpte plastkomponenter til ulike formål og kunder. Produksjon er i stor grad drevet av automasjon og tilhører industribransjen. Bedriften har fått kunnskap om begrepet gjennom eksponering fra forskningsmiljøer og fra bransjenettverket. Informanten påpeker at bedriften har en egen automasjonsavdeling. Automasjon og robotisering er noe de har meget god kunnskap om og benyttes i den daglige driften. Ifølge informanten er datafangst noe som brukes i produksjonscellene og produksjonsparametere loggfører produksjonslinjen. Det vil si at *stordata* og datafangst er en viktig del for å drifte bedriften optimalt.

##### *Kunnskap*

Informanten beskriver *kunnskapen* i bransjen som meget god. I4.0 begrepet blir sett på som nyttiggjørelse av data og informasjon som brukes til å samhandle på tvers av systemer. I tillegg omfatter dette økt digital simulering av prosessene. Informanten påpeker at konkurransefortrinnet ligger i at bedriften er i forkant i bruken av nye teknologier. Uten dette fortrinnet ville det vært vanskelig å konkurrere i Norge. Informanten trekker frem at bransjen de driver i også konkurrerer med resten av verden på bakgrunn av det bedriften produserer. Bedriften har i stor grad intern kompetanse på felt robotteknologi og automasjon, noe bedriften benytter. Kunnskap er noe som må

videreføres og informanten forteller at en stor del av prosessteknikerne som jobber nærmer seg pensjonsalder. Dette er personer som sitter på taus kunnskap, noe som bedriften må forberede seg på i form av et generasjonsskifte. Dermed fokuserer bedriften seg på å gå fra taus til dokumentert kunnskap. Dette skal gjøres i form av videoer og kunnskapsdatabaser som videreformidler kunnskapen internt i bedriften.

### *Relevans*

Industri 4.0 har en høy relevans for bedriften. Dette på grunn av at bedriften i høy grad arbeider med automasjon og robotisering. Det benyttes digitale verktøy for å redusere risiko og kostnader. Maskinene som benyttes kjøpes inn fra utenlandske bedrifter. Maskinene har jevnlig behov for vedlikehold. Tidligere var bedriften avhengig av assistanse som måtte reise med fly til Norge for å reparere maskiner. I dag sitter serviceteamet i de respektive landene og tar over maskinen over internett, det vil si fjernstyring av maskiner. Innenfor spesielle produktgrupper har det blitt innført “take back” og informanten uttalte følgende, “Det er veldig viktig for oss å kunne spore hvordan produktet har levd, eller lettere sagt det materialet som inngår i det produktet og hvor mange livssykluser det har levd” (Informant 1). Informanten forteller videre at industri 4.0 vil være veldig relevant for utviklingen bedriften fremover. Det påpekes at andre bransjer kan ha nytte av I4.0. Informanten har noe kjennskap til helsevesenet gjennom bekjente og at de benytter seg av flere digitale verktøy. Frykten for at digitale verktøy skulle stjele tiden til de ansatte ble raskt motbevist. Det viste seg at helsepersonellet brukte mindre tid på det administrative og fikk mer tid per pasient.

### *Anvendelse*

“Den største forskjellen i dag er hvordan systemene samhandler” (Informant 1). Tidligere hadde bedriften isolerte systemer for materialplanlegging, produksjonsplanlegging og økonomi. Det var liten integrasjon mellom de og ingen integrasjon fra systemene og produksjonsutstyret. I dag er det integrasjon og kommunikasjon på tvers av alle systemene. Det vil si at data sendes inn i styringsverktøyene til produksjonen som igjen sender data til økonomisystemene. Informanten legger til at produksjonen tidligere var i stor grad preget av papirarbeid. I nyere tid blir data automatisk sendt fra PLS’er (programmerbar logisk styring) til en server som bedrer samhandlingen mellom systemene. Ved å benytte seg av ulike I4.0 verktøy legger informanten til at det bedrer beslutninger, mindre feilkilder og økt effektivisering. Det legges også til en redusert risiko ved feil i utviklingsfasen. Det vil si at de har mulighet til å se effekten av ulike designgrep på produktet tidlig og i utviklingsfasen noe som reduserer kostnadene utover i prosessen.



## *Utfordringer*

Informanten påpeker at de store datamengdene som samles daglig kan være utfordring. Det er utfordrende med tanke på å ivareta dataene på en god måte. “En ting er å få tilgang på våre data, men hvis du er IT kyndig og har et ønske kan du nok gå inn å endre parametere på maskiner og roboter” (Informant 1). Informanten legger til at dette er en ubehagelig tanke. Slike utfordringer kan løses ved å øke sikkerheten. Bedriften har ikke en intern IT kunnskap som gjør at de kan implementere sikkerhetssystemer selv, men må leies inn. Bedriften har vært i samtale med leverandører og de har forståelse for at bedriften ønsker å øke datasikkerheten. Informanten påpeker avslutningsvis at det å øke sikkerheten slik at en kan være tilnærmet trygg reduseres samtidig brukervennligheten som bedriften har på datasystemene.

### 4.1.2 Informant 2

#### *Bakgrunn*

Informanten driver med forskningsdrevet innovasjon hvor digitalisering og industri 4.0 er fokuset. Basert på sin stilling jobber informanten også innenfor prosjektledelse og koordinerer felles aktiviteter med bedrifter i Norge. Informanten ser på I4.0 på som en “hype” og hvis I4.0 skal kunne kalles en industriell revolusjon må det være knyttet til forretningsmodellene som digitaliseringen påvirker. Det blir nevnt at viktige fokusområder for fremtiden baserer seg på de organisatoriske og kunnskapsmessige delene av I4.0.

#### *Kunnskap*

Informanten mener kunnskapsnivået avhenger av hvordan I4.0 defineres. En måte å se det på er opprinnelsen av I4.0. I Tyskland var I4.0 en strategisk satsning og bygget strategier basert på veikartet I4.0. Dette er noe som ikke finnes i Norge, og informanten mener Norge “shopper” begrepet og bruker teknologier som er knyttet til begrepet. Norge er i dag i en situasjon hvor den tilgjengelige teknologien skal sorteres og finne ut hva den skal brukes til. Informanten påpeker med dette at på generelt grunnlag er kunnskapen i Norge relativt lav. Selv om kunnskapen er lav er det elementer av I4.0 Norge begynner å ta tak i på en god måte. Et tiltak for å øke kunnskapsnivået er å ta de elementene med lite kunnskap inn i aktiviteter som allerede eksisterer. Dette kan for eksempel gjøres gjennom generell utdanning. Avslutningsvis påpeker informanten at det ikke er sikkert I4.0 vil overleve som begrep, men elementer basert på I4.0 teknologi kan overleve.

### *Relevans*

Når det gjelder relevansen mener informanten at elementene i I4.0 er relevant og da spesielt ved å kunne endre forretningsmodeller. Videre påpeker informanten at del-teknologien og del-kunnskapen vil kunne være relevant for alle bransjer, men bør brytes ned. “Det er feil å se om det er relevant for alle, det må tas ut elementer av helheten” (Informant 2). Med dette mener informanten at del-teknologier innenfor I4.0 kan benyttes for å optimalisere driften.

### *Anvendelse*

Bedriften informanten jobber for, ser på industri 4.0 som en trend. Agendaen settes i forhold til hva slags trender som skjer i samfunnet. Teknologien og kunnskapsområdene innenfor trendene blir plukket ut, og det planlegges forskningsaktiviteter basert på trendene. Informanten forklarer videre at rollen deres er å gjennomføre forskningen og overvåke den. I tillegg bruker informanten I4.0 i sitt eget arbeidssett. De tar i bruk digitaliseringsteknologi for å støtte arbeidet. Videre nevnes det at I4.0 ikke kan kalles en industriell revolusjon og I4.0 ikke har endret deres forretningsmodell. Det blir tatt i bruk støtteverktøy, men informanten påpeker at det er annerledes å jobbe som en kunnskapsorganisasjon sammenlignet med det å jobbe med produksjon.

### *Utfordringer*

Utfordringer innenfor datasikkerhet og IT blir trukket frem av informanten. Et eksempel som trekkes frem er at det kan oppstå barrierer i form av eierskap til dataene. Det vil si at det oppstår usikkerhet med deling av data og evnen til å definere hva som er viktig i forhold til lagring av data. Informanten påpeker at IT-infrastruktur er en utfordring. Med dette menes det at IT-infrastrukturen i Norge ikke kan samkjøres med andre land på grunn av ulike behov. Dette kan føre til at Norge baserer seg på IT-løsninger som ellers ikke ville fungert i for eksempel Tyskland. Dette vil føre til at løsningen i det norske markedet ikke vil samsvare med den globale IT-infrastrukturen. IT-industrien har i lang tid jobbet med IT-sikkerhet. Informanten trekker frem at det finnes et sikkerhetsgap i øvrige bransjer med de sikkerhetsløsningene som er tilgjengelig på markedet. Basert på dette kan andre underliggende utfordringer hvor løsninger er tilpasset enkelte bedriftsstørrelser påvirke negativt der kunnskapsnivået om IT-sikkerhet er svakt. Dette kan igjen hindre bedrifter å ta i bruk for eksempel annen I4.0 teknologi.

### 4.1.3 Informant 3

#### *Bakgrunn*

Informanten jobber innenfor tjenestevirksomheter hvor hverdagen preges av I4.0-relaterte arbeidsoppgaver. Informanten tilbyr studieturer for norske aktører. Slike turer er med på å skape kunnskapsutveksling og læring fra andre land. Det informanten legger i begrepet I4.0 er en produksjonsprosess med høy grad av digitalisering, der systemene snakker med hverandre.

#### *Kunnskap*

Kunnskap innenfor I4.0 trekker informanten frem at befolkningen i Norge har lite kunnskap relatert til I4.0 konseptet, med mindre bedriften selv jobber med slike teknologier. Et tiltak som kan gjøres ifølge informanten er erfaringsutveksling mellom norske aktører og Tyskland. Tyskland har strategier fra statlig hold og har vært ivrige med å befeste I4.0 i utdanningen. Dette er noe som jobbes med i Norge gjennom katapultsenteret på Raufoss for å få I4.0 konseptet inn i videreutdanning og direkte til bedrifter. Informanten forklarer videre at både fagskoler og videregående skoler satser i noen grad på videreutdanning innenfor I4.0. I Norge har det blitt bevilget midler til videregående skoler for å investere i digitale løsninger med I4.0 begrepet i bakhodet.

#### *Relevans*

Informanten mener I4.0 er relevant med tanke på å beholde industrien i Norge og i enkelte tilfeller hente arbeidsplasser hjem. Norge er et høykostland og store deler av produksjonen er i mindre skala. Det er viktigere å se hvordan man kan få ned kostnadene i bedriftene der de driver med I4.0 teknologier. I4.0 vil kunne være relevant for alle typer bransjer. Konsulenten mener at I4.0 vil fortsette å ha betydning. “Det har blitt en økt bevissthet rundt at I4.0 ikke er en konkret ting vi gjør, men at det er flere ulike tiltak man gjør for å øke digitaliseringen i produksjonen” (Informant 3). Avslutningsvis trekker Informanten inn at forståelsen for I4.0 vil være viktig for relevansen videre.

## *Anvendelse*

Bedrifter gjør enkelte tiltak i egen produksjon som motvirker produksjonsstans, og øker graden av digitalisering. Informanten har inntrykk av at norske bedrifter er gode til å ta i bruk ny og tilgjengelig teknologi for å redusere kostnader. Effektene dette har på driften er at den effektiviseres og samtidig kan bedriften øke produksjonen av varer. Informanten nevner to norske bedrifter (de navngis ikke) hvor det satses på en helautomatisert drift som bidrar til økt produksjonsvolum. Det nevnes at enkelte bedrifter i Norge har benyttet seg av industri 4.0 i lang tid uten selv å være klar over det. Norge er et høykostland og målet ved å drive storskala produksjon vil være avgjørende for å få ned kostnadene samtidig bedriftene fortsetter å være konkurransedyktige internasjonalt.

## *Utfordringer*

Datasikkerhet som er et tema på agendaen, særlig i Tyskland. Dette er noe Norge også er opptatt av og informanten påpeker at Norge ikke har kommet like langt i prosessen. Tyskland har blant annet tatt initiativ til en egen skyløsning for å være sikker på at data holdes innenfor Europa og ikke hos store internasjonale aktører. Denne skyløsningen kalles for Gaia-X. Norge har fått etablert ulike katapultsentere for å hjelpe små og mellomstore bedrifter til å utnytte sitt potensiale innenfor produksjon.

### 4.1.4 Informant 4

#### *Bakgrunn*

Konsulenten har bakgrunn som prosjektleder innenfor matvareproduksjon og samarbeider med flere store bedrifter i Norge. “Vi må bygge kompetanse som bedriftene har behov for i fremtiden” (Informant 4). Det nevnes videre at det mest relevante teknologiene innenfor industri 4.0 er *additiv produksjon, digital tvilling, menneske-maskin, IoT, utvidet virkelighet (AR), virtual reality, og stordata*. Bakgrunnen for prosjektene er for å styrke kunnskapen, kompetansen og konkurranseevnen i norske bedrifter. Et av målene er å etablere lokale klynger som kan nyttiggjøre seg av kunnskapen. Ifølge Uhlemann et al. (2017) er *Cyber-fysiske produksjonssystemer (CPPS)* en kjernekomponent innenfor I4.0. Både digital skygge og digital tvilling er en forutsetning for utviklingen av *CPPS*.

### *Kunnskap*

Det er generell kunnskap om I4.0 og de ulike teknologiske verktøyene i bedriften. Det poengteres at kunnskapen er noe høyere hos enkeltpersoner, fagarbeidere, produksjonssjefer og fabrikkssjefer.

Dette er personer som har mer oversikt over den tekniske avdelingen og har større grad av kunnskap enn operatører på “gulvet”. Flere av bedriftene konsulenten jobber med har et overordnet mål om å rette seg mot I4.0. Det arbeides med å styrke kunnskapen og heve kompetansen til operatører på sikt. Målet er at de skal bli mer rustet til å ta i bruk de verktøyene som er tilgjengelig i dag og for å møte fremtidens teknologi.

### *Relevans*

Informanten mener det er høy grad av relevans av I4.0 i norske bedrifter. Det avhenger av å opparbeide seg kunnskap og benytte seg av de verktøyene som er tilgjengelige. Det er verktøy som er tilgjengelige i dag og leverandører står klare for å implementere det i bedrifter, men “Det sitter nok litt inne å ta dem i bruk” (Informant 4). I4.0 vil også være relevant fremover, samtidig som det er leverandører som sitter klare med kompetanse og verktøy og som er interessert i å gjøre et samarbeid med bedriftene. I fremtiden er målet å få i gang en hospiteringsordning som gjøre at bedriftene kan besøke og lære av hverandre.

### *Anvendelse*

Informanten trekker frem datafangst som en av de viktigste verktøyene som benyttes i de ulike bedriftene. Manuelle oppgaver har blitt erstattet med automatiserte løsninger, men informanten mener vi ikke trenger å bekymre oss for en fremtid uten arbeidsplasser. Helautomatiserte fabrikker uten bemanning i komplekse produksjonsserier ligger langt frem i tid. Fokuset fremover avhenger av samarbeid, menneske og maskin og at man vil få et endre behov for kompetanse. I større bedrifter har man som oftest en høyere grad av automatisering enn i mindre håndverksbedrifter som produserer nisjeprodukter hvor manuelle oppgaver er den største delen av prosessen.

### *Utfordringer*

Informanten mener det er behov for kompetanse på spesifikke områder og at man har et utdanningssystem som holder samme takt som utviklingen av nye maskiner, systemer og utstyr. Informanten peker på at rekruttering av arbeidstakere med kompetanse er avgjørende, samtidig som

investeringer er nødvendig for at bedrifter skal fortsette å være konkurransedyktige fremover. Det er konkurranse mellom bedriftene, men ikke i like stor grad som annen industri. Informanten forklarer avslutningsvis at bransjespesifikke kurs, målrettede og kompetansehevende tiltak er viktig. Dette for at arbeidskraften skal stå til den kompetansen som kreves i bedriftene i fremtiden.

### 4.3 Oppsummering av intervjuene

	Informant 1	Informant 2	Informant 3	Informant 4
<b>Kunnskap</b>	<p>Kunnskap om:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Roboter</li> <li>- Automasjon</li> <li>- Datafangst</li> <li>- Stordata</li> </ul> <p>Informasjon som samhandler på tvers av systemer</p> <p>Økt digital simulering</p> <p>Fra taus kunnskap til digital dokumentasjon</p>	<p>Forskningsdrevet innovasjon med digitalisering i sentrum</p> <p>Menneske-maskin samarbeid</p> <p>Relativ lav kunnskap i Norge, men benytter seg av ulike elementer av I4.0</p> <p>Utdanning trekker frem som et viktig moment for å bygge ytterligere kunnskap</p>	<p>Bedriften tilbyr studieturer for norske aktører for kunnskapsutveksling og læring fra andre land.</p> <p>I4.0 er en produksjonsprosess med høy grad av digitalisering, der systemene samhandler</p> <p>Lav kunnskap om I4.0 basert på befolkningen generelt</p> <p>Norge utveksler kunnskap gjennom katapultsenteret</p> <p>Kunnskap gjennom utdanning får bevilget midler</p>	<p>Samarbeider med flere norske produksjonsbedrifter og fokuserer på kompetanseheving</p> <p>Har kunnskap om en rekke teknologiske verktøy: <i>Digital tvilling, additiv produksjon, menneske og maskin, IoT, AR, VR, MR, stordata</i></p> <p>Generelle kunnskapen til de ulike verktøyene hos bedrifter er variabel</p> <p>Enkeltperson, fagpersoner, produksjonssjefer har bedre oversikt over konseptet I4.0</p>

<p><b>Relevans</b></p>	<p>I4.0 har høy grad av relevans (robotisering og automasjon)</p> <p>benytter digitale verktøy for å redusere kostnader</p> <p>Ved service av maskiner benyttes fjernkontrollering</p>	<p>Del-teknologi og del-kunnskapen vil kunne være relevant for alle bransjer</p>	<p>I4.0 er relevant med tanke på å beholde industrien i Norge</p> <p>Norge er et høykostland, derfor kan I4.0 bidra med å redusere kostnader</p> <p>I4.0 vil fortsette å ha en betydning i fremtiden gjennom flere ulike tiltak som økt digitalisering</p> <p>Forståelsen av I4.0 er viktig for videre relevans</p>	<p>I4.0 har høy relevans for norske bedrifter</p> <p>Leverandører står klare med teknologiske løsninger for norske bedrifter</p> <p>I4.0 vil være relevant fremover</p>
<p><b>Anvendelse</b></p>	<p>Høyere grad av integrasjon enn tidligere</p> <p>Høyere grad av kommunikasjon på tvers av systemene</p> <p>Programmerbar logisk styring benyttes for økt samhandling på tvers</p> <p>Bedre beslutninger, mindre feilkilder, økt effektivisering og redusert risiko i utviklingsfasen</p>	<p>Preges av trender, plukker ut teknologi og kunnskapsområde innen trendene</p> <p>Bruker digitalisering teknologi for å støtte arbeidet</p>	<p>Bedrifter gjør tiltak i egen produksjon som motvirker produksjonsstans</p> <p>Bedrifter øker digitaliseringen</p> <p>Produksjonsbedrifter strekker seg mot en helautomatisert prosess</p> <p>Katapultsentrene hjelper norske bedrifter med kunnskapsutveksling og for å utnytte potensiale innenfor produksjon</p>	<p>Datafangst er en av de viktigste verktøyene</p> <p>Manuelle oppgaver blir erstattet med automatiserte løsninger</p> <p>I større bedrifter har man en større grad av automatisering</p> <p>I Nisjemarkeder er manuell produksjon en større del av prosessen</p>

<b>Utfordringer</b>	Økt datamengde og hvordan bedriften best mulig tar vare på disse.  Datasikkerhet generelt  Mangel på intern IT kunnskap for å bedre sikkerheten	Datasikkerheten og IT, en barriere er eierskapet av data og usikkerhet rundt det  IT-infrastruktur, meget bra i Norge, men dårlig nedover på kontinentet  Et gap mellom IT-sikkerhet og det næringslivet tar i bruk	Datsikkerhet er en utfordring.  Tyskland benytter egen skyløsning for å holde data innenfor EU	Kompetanse på spesifikke områder er nødvendig og selve utdanningssystemet kan være en utfordring  Mangel på kompetent arbeidskraft  Investeringer kan være en barriere for å videreutvikle bedrifter
---------------------	---	---	--	--

Tabell 7 Kunnskap, relevans, anvendelse og utfordringer

Tabell 7 gir en oppsummering av de viktigste punktene fra intervjuene. Informantenes stilling og erfaring gjør at det dannes både enigheter og uenigheter til I4.0-konseptet. Det fremgår både likheter og ulikheter i henhold til I4.0 konseptet. Informant 1 og 4 har god kunnskap fra produksjonen. De har et mer bransjefokusert syn enn et helhetlig syn på I4.0. Det er derfor naturlig at de har en spissere kompetanse og kunnskapsnivå innenfor bransjen. *Kunnskapen* mener de er god, men informant 4 legger særlig vekt på at enkeltpersoner innehar god *kunnskap* om I4.0. Informant 2 og 3 jobber innenfor konsulentvirksomheter. Til felles for konsulentene har begge en oppfatning av at *kunnskapen* i Norge er lav.

Ifølge informantene nevner samtlige at I4.0 er relevant for Norge. Informant 1 legger vekt på *robotisering* og *automasjon* som viktig og informant 2 mener derimot at del-teknologier vil være relevant for alle bransjer. Ved anvendelse av I4.0 er det stor forskjell på informantene. Grunnen er at både informant 2 og 3 har god kunnskap om I4.0, men anvender det ikke i egen bedrift. Informant 1 anvender til daglig roboter og automasjon i produksjonen. Vedkommende har derfor god kontroll på effekten av anvendelsen og samhandlingen på tvers av “smarte enheter”. Informant 4 jobber som konsulent innenfor produksjon og trekker frem at datafangst er et viktig verktøy. Anvendelse av I4.0 resulterer derfor i mindre grad av manuelle arbeidsoppgaver. Alle informantene er bevisste på utfordringer knyttet til I4.0. Det trekkes frem datasikkerhet som en stor utfordring. Utfordringer ved å ta vare på data og holde sikkerheten på et tilfredsstillende nivå. Basert på



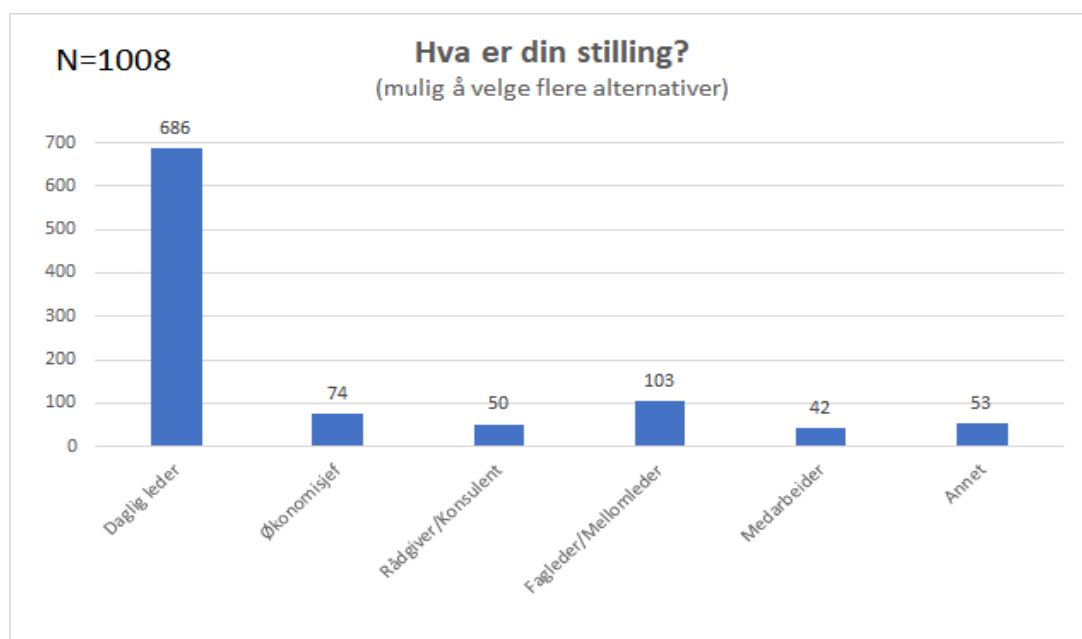
oppsummeringen trekker informant 4 inn andre utfordringer som mangel på kompetent arbeidskraft og investeringskostnader knyttet til videreutvikling.

## 4.4 Spørreundersøkelsen

Dataene ble samlet inn ved hjelp av et spørreskjema. Det ble benyttet et web-basert nettskjema som tilbys på UiOs plattform. Det ble distribuert til 36.088 unike e-postadresser hentet fra Proff Forvalt. I spørreundersøkelsen ble det fokusert på temaene *kunnskap, relevans, anvendelse, utfordringer* og *effekter*. Gjennom den kvalitative delen kom det frem av informantene at *effekter* var av relevans. Med inspirasjon fra informantene ble *effekter* tatt med videre i spørreundersøkelsen.

### 4.4.1 Stilling

Dette spørsmålet er vesentlig for å få informasjon om hvilken stilling respondenten hadde. Her kunne respondenten krysse av for flere alternativ. Grunnen kan være at vedkommende har ulike arbeidsoppgaver dersom bedriften har få ansatte.

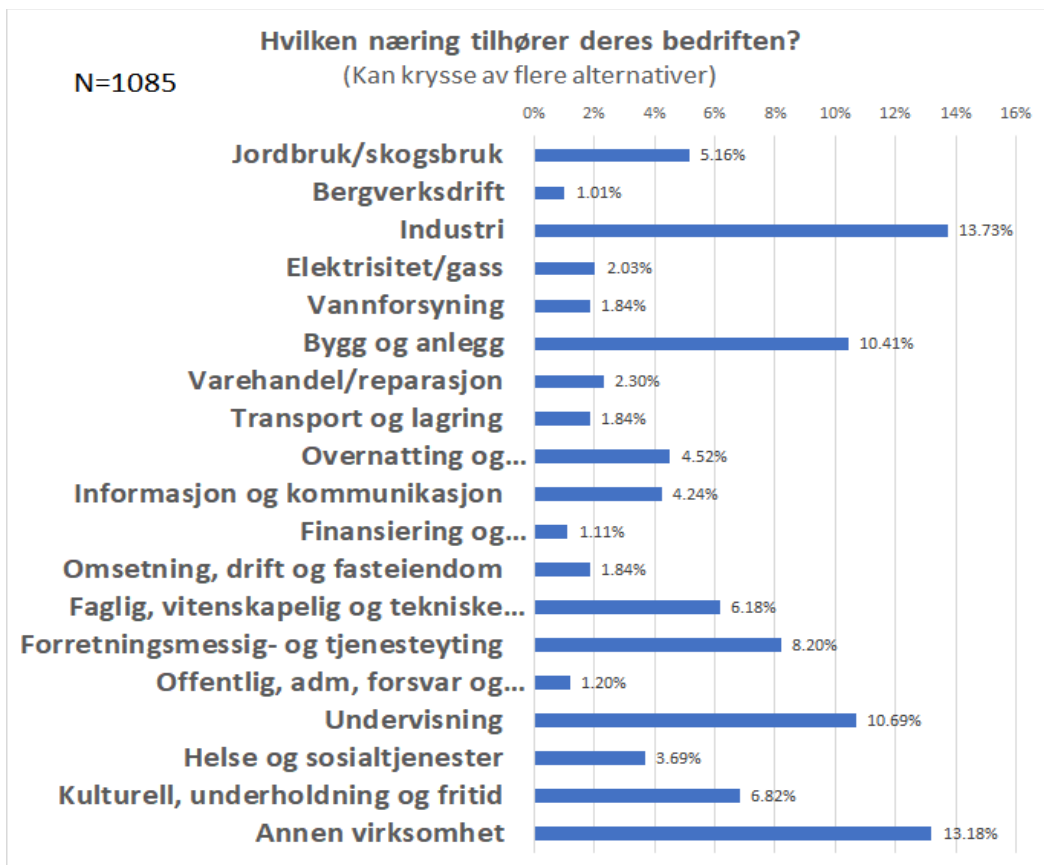


Figur 5 "Hva er din stilling?"

Resultatene viser tydelig en overvekt av respondenter som har oppgitt stillingen som *daglig leder*. En mulig grunn for dette er at det finnes en overvekt av bedrifter som har oppgitt at antall ansatte ligger et sted mellom 2-20. Dette er da gjerne små bedrifter med få ansatte hvor en *daglig leder* muligens få ansatte i bedriften.

#### 4.4.2 Bransjetilhørighet

Figur 6 viser de ulike bransjene som fikk tildelt vår spørreundersøkelse. Hvorav *industri*, *bygg og anlegg* og *undervisning* er de bransjene flest har svart. Denne listen over de ulike bransjene er hentet fra databasen Proff Forvalt. Gjennomgangen av analysen viser at det er enkelte bransjer som er overrepresentert. I Norge finnes det totalt 590.810 registrerte virksomheter. 387.923 av disse har ingen ansatte. Ut ifra figuren kan vi se at *industri*, *bygg og anlegg* og *undervisning* samt *annen virksomhet* representerer en overvekt av svar.



Figur 6 "Hvilken næring tilhører deres bedrift?"

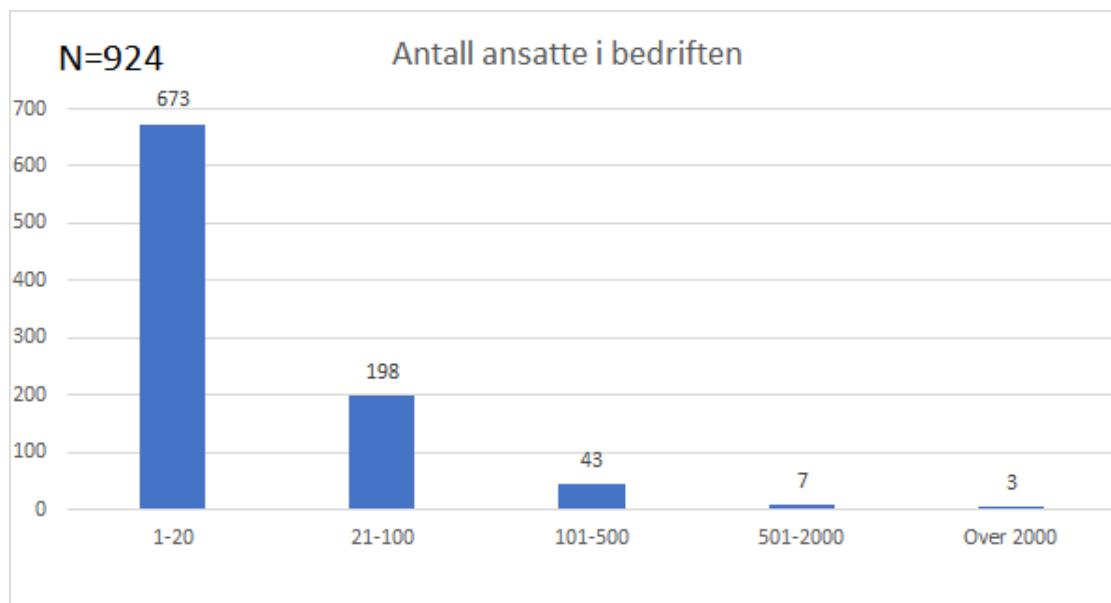
Tabellen 9 viser virksomhetsfordelingen i Norge per 9. januar 2020. Denne er hentet ut fra databasen til SSB. *Personlig tjenesteyting*, *lønnet arbeid i private husholdninger*, *internasjonale organer* og *uoppgift* har blitt slått sammen til *annet*. Denne listen skiller seg noe ut fra databasen Proff Forvalt. Elektrisitet/gass blir sett på som kraftforsyning hos SSB. Dette blir kun begrepsvariasjoner. En gjennomgang av svarene viser at noen av bransjene er overrepresentert. *Industri*, *bygg og anlegg* og *undervisning* viser seg å være overrepresentert i henhold til svarprosenten. Det samme gjelder annen virksomhet som utgjør kun 4,55% av virksomhetene i Norge. Vi forventet en høy svarprosent fra industrien med tanke på at I4.0 stammer fra industrien (Culot et al., 2020, s. 1).

Næring	Registrerte virksomheter	Prosentfordeling
Jordbruk, skogbruk og fiske	65886	11.15%
Bergverksdrift og utvinning	1636	0.28%
Industri	21660	3.67%
Kraftforsyning	1882	0.32%
Vannforsyning, avløp og renovasjon	2324	0.39%
Bygge- og anleggsvirksomhet	69607	11.78%
Varehandel, reparasjon av motorvogner	71669	12.13%
Transport og lagring	25849	4.38%
Overnattings- og serveringsvirksomhet	17053	2.89%
Informasjon og kommunikasjon	23615	4.00%
Finansiering og forsikring	4468	0.76%
Omsetning og drift av fast eiendom	57579	9.75%
Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting	63660	10.78%
Forretningsmessig tjenesteyting	28741	4.86%
Offentlig administrasjon og forsvar, trygdeordninger underlagt offentlig forvaltning	4975	0.84%
Undervisning	19477	3.30%
Helse- og sosialtjenester	54789	9.27%
Kultur, underholdning og fritid i alt	29047	4.92%
Annet	26893	4.55%
<b>Total</b>	<b>590810</b>	<b>100.00%</b>

Tabell 8 Virksomhetsoversikt

### 4.4.3 Antall ansatte

Ved å få respondentene til å oppgi antall ansatte fikk vi vite om vi hadde oppnådd en ønsket spredning. Det fremgår i figur 7 nedenfor at samtlige kategorier er representert. Antall ansatte ble fordelt i henhold til Proff Forvalt, men vi valgte å legge ved to ekstra kategorier for å kunne avdekke de store bedriftene over 250. Vi valgte å inkludere alle respondentene med i videre analyse.

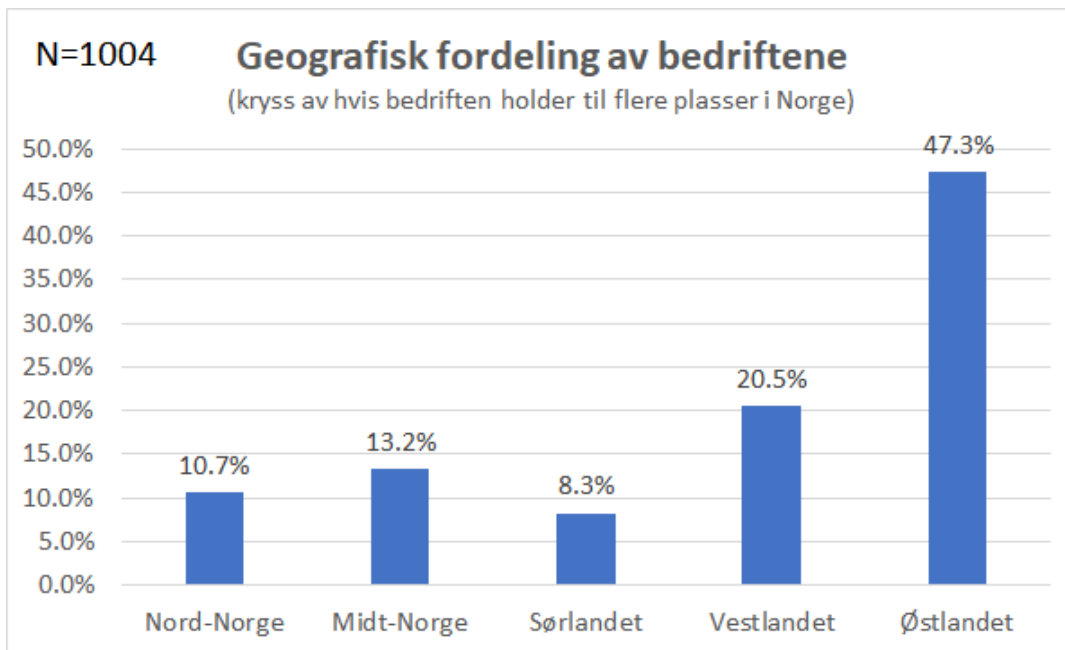


Figur 7 Antall ansatte i bedriften

Ut ifra funnene våre kan vi tydelig se en overvekt av bedrifter med 1-20 ansatte. 673 respondenter har oppgitt 1-20 ansatte. Det er 198 som har oppgitt at bedriften har 21-100 ansatte. 43 respondenter har oppgitt mellom 101-500 ansatte. Figur 7 viser til et lavt antall respondenter som har oppgitt et antall på ansatte i deres bedrift, i henholdsvis syv har svart mellom 501-2000 og de resterende tre respondentene har svart over 2000 ansatte.

### 4.4.4 Geografisk spredning

Dette spørsmålet hadde som hensikt å kartlegge respondentenes geografiske spredning. Her fikk respondentene mulighet til å krysse av flere alternativer hvis bedriften var spredt flere steder. Vi kan se en god spredning med en overvekt av representanter fra Østlandet.



Figur 8 Geografisk fordeling av bedriftene

Den geografiske fordelingen i spørreundersøkelsen ser ut til å være representativt fordelt i forhold til tabellen og tall hentet fra SSB (2020). Tabellen fra SSB er delt inn i fylker. Vi har slått sammen og delt inn i landsdeler som henviser i tabell 9.

Landsdel	Ant. Virksomheter	Prosent
<b>Østlandet</b>	<b>311470</b>	<b>52.7%</b>
<b>Vestlandet</b>	<b>141252</b>	<b>23.9%</b>
<b>Sørlandet</b>	<b>34349</b>	<b>5.8%</b>
<b>Midt-Norge</b>	<b>50999</b>	<b>8.6%</b>
<b>Nordland</b>	<b>52740</b>	<b>8.9%</b>
<b>Hele landet</b>	<b>590810</b>	

Tabell 9 Virksomheter fordelt på landsdeler

## 4.5 Presentasjon av hovedfunnene av spørreundersøkelsen

### Del 1 - Introduksjon

#### 4.5.1 Kjennskap til industri 4.0

Denne delen av spørreundersøkelsen startet med spørsmålet: “*kjenner du til begrepet industri 4.0?*” Dette spørsmålet var et kontrollspørsmål som hadde en hensikt med å kategorisere respondentene. Det var et ønske om å skille mellom de som hadde kjennskap til begrepet og ikke. Med dette utelukker vi respondenter til å angi eventuell feilinformasjon eller ufullstendige svar grunnet manglende kjennskap til begrepet. Det fremgår i spørreundersøkelsen at 21% av respondentene har kjennskap til begrepet I4.0 og 79% ikke har kjennskap. En ulempe med dette spørsmålet er at vi luker vekk de som kan ha hørt om begrepet, men ikke har kjennskap til det. I tillegg ønsket vi å være konsistente på at ved å benytte oss av ordet “kunnskap” ville dette også kreve at respondentene hadde god kunnskap om begrepet for å trykke “ja”. Kjennskap krever bare at du kjenner til begrepet, men ikke nødvendigvis har kunnskap om det.

De som svarte “nei” på spørsmålet om kjennskap ble sendt videre til andre spørsmål. Dette gikk ut på om de hadde implementert, planla implementere eller ingen plan om å implementere en digital strategi. Dette var et spørsmål for å se om bedriftene hadde en annen type strategi som var knyttet til digitalisering. Svarene her hadde ingen innvirkning på de andre svarene i spørreundersøkelsen og vi valgte derfor å ikke inkludere de i analysen.

#### 4.5.2 Kontakt med begrepet I4.0

I avsnittet over fremgår det at 190 av 926 respondenter har kjennskap til begrepet I4.0. Tabell 10 viser en oversikt over hvordan disse 190 respondentene ble oppmerksom på begrepet *Industri 4.0*.

Hvordan kom du i kontakt med begrepet første gang?	Frekvens	Prosent
<b>Studietur</b>	<b>7</b>	<b>2.59%</b>
<b>Konsulentvirksomhet</b>	<b>18</b>	<b>6.67%</b>
<b>Utdanningsprogram</b>	<b>10</b>	<b>3.70%</b>
<b>Media</b>	<b>83</b>	<b>30.74%</b>
<b>Bransjenettverk</b>	<b>83</b>	<b>30.74%</b>
<b>Kurs/konferanse</b>	<b>50</b>	<b>18.52%</b>
<b>Annen</b>	<b>19</b>	<b>7.04%</b>
<b>N</b>	<b>270</b>	

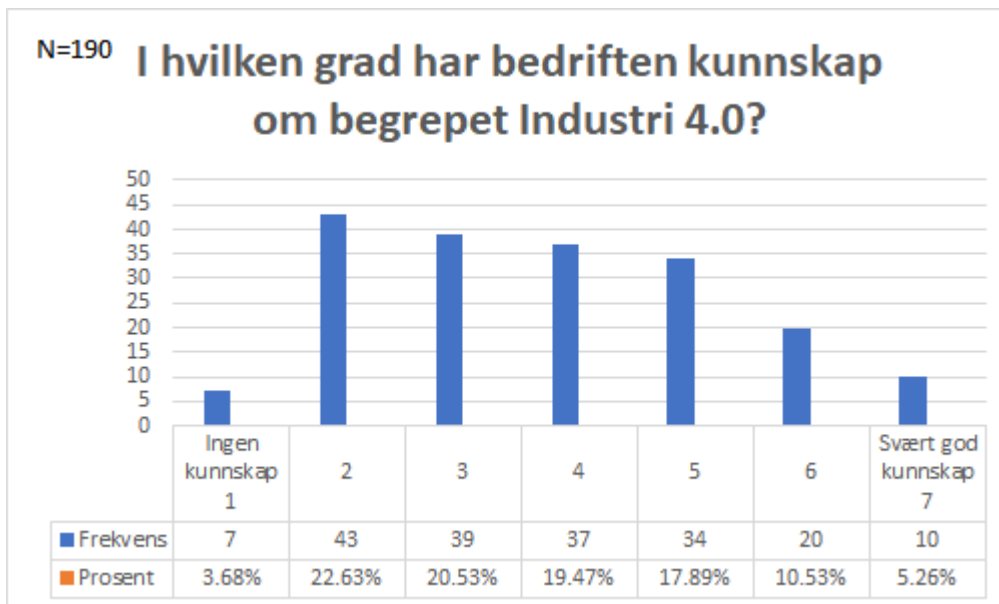
Tabell 10 "Hvordan kom du i kontakt med begrepet første gang?"

I dette spørsmålet valgte vi å gi respondenten frihet ved å kunne velge flere alternativer. Grunnen til dette er at enkelte av alternativene kan kombineres. For eksempel en *studietur* kan være koblet opp til et *bransjenettverk*. En *studietur* kan være i regi av et *utdanningsprogram*. Resultatene viser en overvekt av respondentene som kom i kontakt med begrepet gjennom *bransjenettverk* (30,74%) og *media* (30,74%). 50 av respondentene har oppgitt *Kurs/konferanse* (18,52%). *Konsulentvirksomhet* står for 6,67% av svarene. I tabell 11 fremgår det at *utdanningsprogrammet* står for 3,70% og *studietur* står for 2,59% av de oppgitte svarene.

## Del 2 - Kunnskap

### 4.5.3 Graden av kunnskap

Videre i undersøkelsen ønsket vi å avdekke graden av kunnskap respondentene mente bedriften hadde. Undersøkelsen baserte seg på rangering fra 1-7 hvor 1 er "ingen kunnskap" og en gradvis økning av kunnskap opp til 7 "svært god kunnskap".



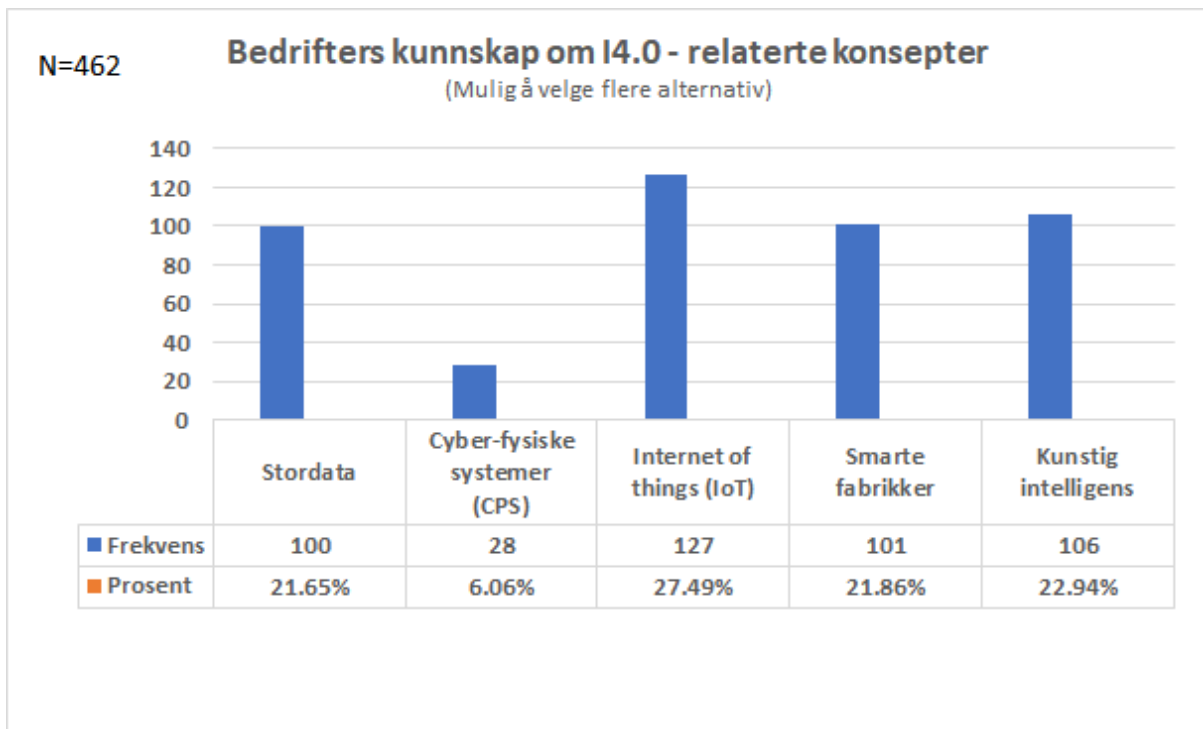
Figur 9 Graden av kunnskap

Det fremgår i figuren 9 at flest respondenter har oppgitt at de har liten kunnskap (2) om begrepet industri 4.0. Det var kun sju respondenter (3,68%) som ikke hadde kunnskap om begrepet. Årsaken til dette kan være at de sju respondentene har tolket “kjennskap” som det samme som “hørt om” referert i avsnitt 4.5.1. Bedrifter har i stor grad kunnskap om begrepet industri 4.0. Som vist i figur 9 er det 101 av 190 respondenter som mener bedriften har middels kunnskap (4) og opp til svært god kunnskap (7), noe som er lavt.

#### 4.5.4 I4.0 konsepter

I4.0 er ofte forbundet med produksjon og industri. Den teknologiske utviklingen har dramatisk økt produktiviteten innenfor industrien (Rüßmann et al., 2015, s. 1). Vi ønsket i oppgaven å ta for oss alle bransjer, slik at vi kunne få en status om hvordan Norge ligger an med tanke på den teknologiske utviklingen. I tillegg hvordan bedriftene Norge har tatt til seg begrepet I4.0 eller kun benytter seg av deres konsepter og verktøy.





Figur 10 Bedrifters kunnskap om I4.0-relaterte konsepter

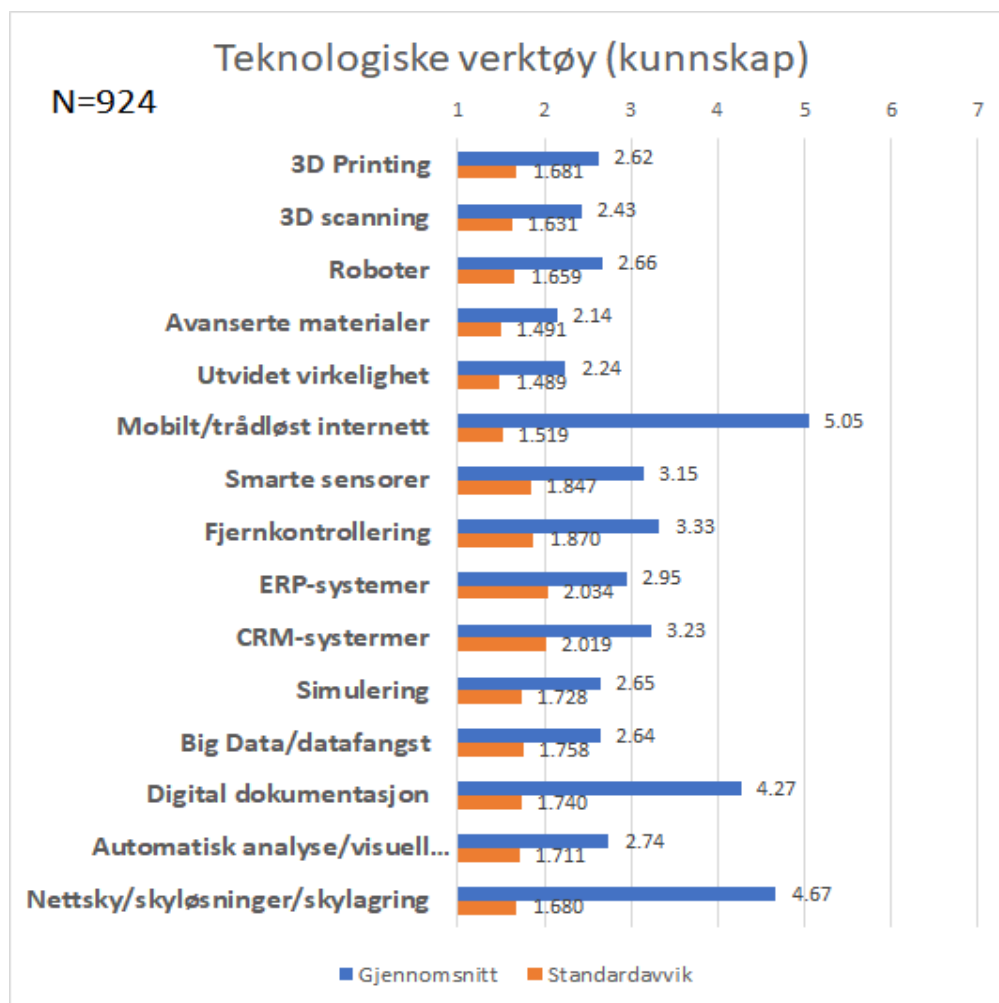
Funnene i denne studien viser at flest bedrifter har kunnskap om konseptet *IoT* med hele 27,49%. *Kunstig intelligens*, *smarte fabrikker* og *stordata* er tre konsepter som er nokså jevnt fordelt mellom respondentene, henholdsvis 22,94%, 21,86% og 21,65% for de nevnte. Det konseptet færrest bedrifter har kunnskap om er *Cyber-fysiske systemer (CPS)* hvor det var kun 28 (6,06%) oppgitte svar.

#### 4.5.5 Teknologiske verktøy (kunnskap)

I tillegg til å avdekke utbredelsen av I4.0 i Norge, ønsket vi å undersøke kunnskapsnivået på de ulike teknologiske verktøyene. I4.0 blir ofte omtalt som et av de største moteordene innenfor virksomheter og organisasjoner. Konseptet baserer seg på teknologier som digitalisering, roboter og kunstig intelligens (Madsen, 2019, s. 1). Basert på resultatene fra Stentoft et al. (2017) anbefales det å øke kunnskapen om I4.0. Dette er noe vi ønsker å undersøke nærmere. De teknologiske verktøyene er beskrevet tidligere i litteraturkapittelet 2.0.

For å identifisere kunnskapsnivået på de ulike teknologiske verktøyene har vi gitt respondenten mulighet til å krysse av en skala på samtlige verktøy. Respondentene ble bedt om å rangere bedriftens kunnskapsnivå fra 1 “ingen kunnskap” til 7 “svært god kunnskap”. I figur 11 under har vi

valgt å benytte oss av gjennomsnittsverdier og standardavvik for å forenkle fremvisningen i modellen.



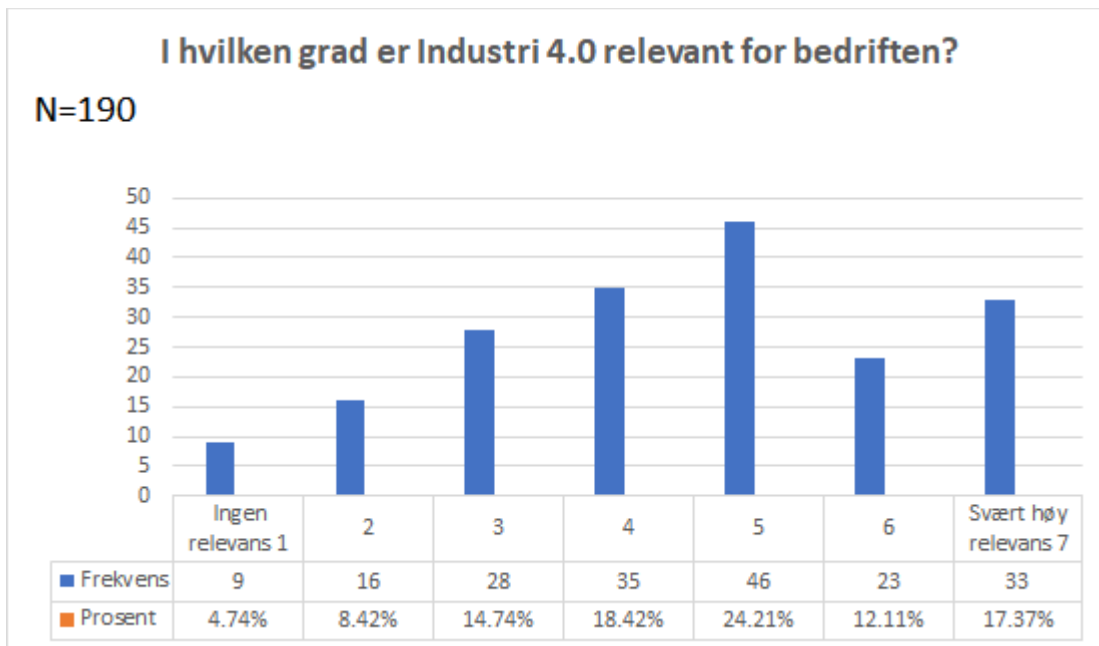
Figur 11 Teknologiske verktøy (kunnskap)

Denne delen inkluderer spørsmål om hvordan kunnskapsnivået er om de respektive teknologiske verktøyene som er nevnt i figur 11. Vi ønsket ikke å skille bedriftsstørrelser eller virksomhetsområder. Grunnen var at vi ønsket å se på alle bransjer i Norge. Ved å ikke skille på størrelsen til bedriften eller bransjen ser vi ut ifra funnene at bedriftene har over gjennomsnittet god kunnskap om *trådløst/mobilt internett*, *digital dokumentasjon* og *nettsky/skyløsninger/skylagring*. I tillegg har bedriftene noe under gjennomsnittet god kunnskap om *smarte sensorer*, *fjernkontrollering* og *CRM-systemer*. De resterende teknologiene ligger på et snitt fra 2.14 til 2.95. Det er viktig å bemerke seg at de teknologiske verktøyene har ulik relevans i de forskjellige bransjene.

## Del 3 - Relevans

### 4.5.6 Graden av relevans

Videre i undersøkelsen ønsket vi å avdekke graden av relevans for norske bedrifter. Undersøkelsen baserte seg på en rangering fra 1-7 hvor 1 er “ingen relevans” og en gradvis økning av relevans opp til 7 “svært høy relevans”.

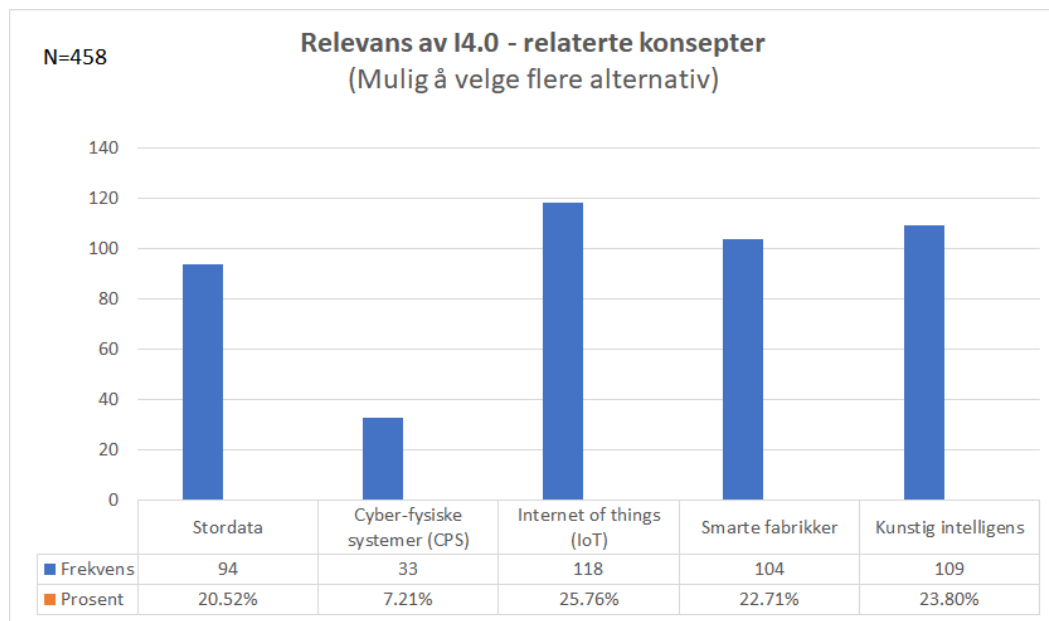


Figur 12 Relevans av I4.0 i bedriften

Det fremgår i figur 12 at de fleste respondentene har oppgitt at I4.0 har relevans for norske bedrifter. Kun ni respondenter svarte at det har ingen relevans. Det fremgår i litteraturen at I4.0 også er relevant for SMB (Li Da Xu et al., 2018, s. 2955). Hva som regnes som SMB varierer fra land til land. Det vanligste skillet er på 250 ansatte (Luco, Mestre, Henry, Tamayo & Fontane, 2019, s. 1). Vi har valgt å ikke skille mellom bedriftsstørrelser, og figuren viser tydelig at I4.0 er relevant uavhengig av størrelse på bedriften. I henhold til Figur 7 (om antall ansatte) som viser over 72,8% har svart 1-20 ansatte. Norsk standard for små bedrifter er vanligvis på 1-20 ansatte (NHO, 2020). Dette bekrefter at små bedrifter også ser på I4.0 som relevant. Videre i figuren blir det oppgitt hele 17,37% har en svært høy relevans for bedriften. Totalt har 95,26% bedriftene en relevansgrad mellom to til syv.

### 4.5.7 I4.0 konsepter

I denne seksjonen ønsker vi å gå nærmere inn på relevansen I4.0 konsepter har for norske bedrifter. Ifølge Stentoft et al. (2017) forklares det at bedrifter forstår viktigheten eller relevansen av I4.0. For å avdekke relevansen på de ulike konseptene fikk respondenten mulighet til å velge de alternativene de mener er relevant for bedriften. Resultatene vises i figur 13.

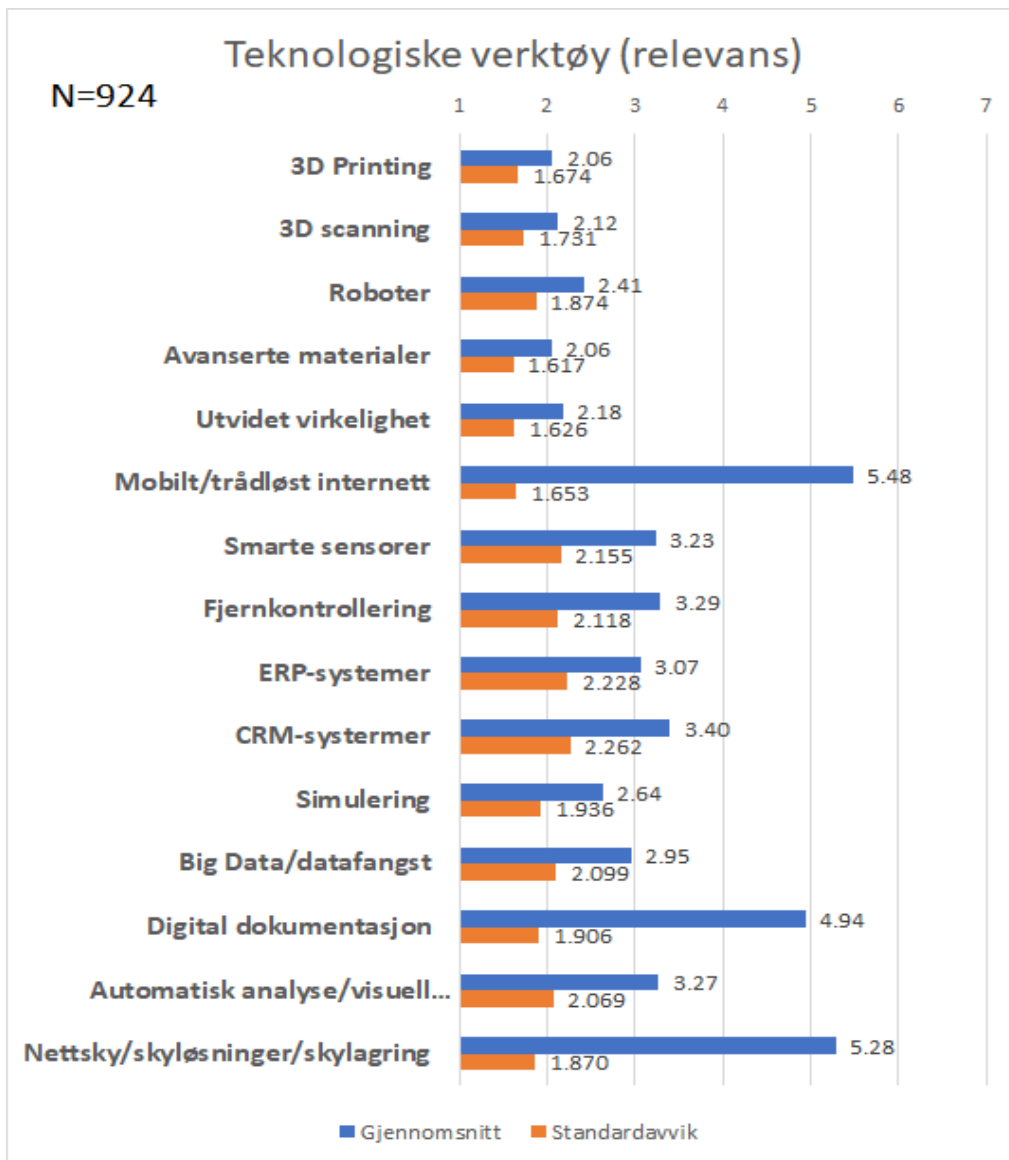


Figur 13 Relevans av I4.0-relaterte konsepter

Figur 13 viser oversikten over relevansen til de ulike I4.0-relaterte konseptene. Det kommer tydelig frem at *IoT* er det konseptet som flest respondenter har oppgitt som relevant, med 25,76%. Både *smarte fabrikker* og *kunstig intelligens* er høyt på listen over relevante konsepter til henholdsvis 22,71% og 23,80%. *CPS* med kun 7,21% av de oppgitte svarene.

### 4.5.8 Teknologiske verktøy (Relevans)

For å identifisere relevansen på de ulike teknologiske verktøyene har vi gitt respondenten mulighet til å oppgi fra en skala på samtlige verktøy. Respondentene ble bedt om å rangere bedriftens relevans for de ulike teknologiske verktøyene, fra 1 “ingen relevans” til 7 “svært høy relevans”. I figur 14 har vi valgt å benytte oss av gjennomsnittsverdier og standardavvik for å forenkle fremvisningen i modellen.



Figur 14 Teknologiske verktøy (relevans)

Figur 14 viser i hvilken grad de teknologiske verktøyene er relevant for norske bedrifter. Som tidligere vist i figur 11 om teknologiske verktøy (kunnskap) er det et flertall av bedriftene som ikke anvender verktøyene i stor grad. Et flertall av bedriftene har oppgitt at *mobilt/trådløst-internett*, *digital dokumentasjon* og *nettsky/skyløsninger/skylagring* er over snittet relevant. Videre trekkes det frem av de “typiske” produksjonsverktøyene som *3D printing*, *3D scanning*, *roboter*, *avanserte materialer* og *utvidet virkelighet* er liten grad relevant for norske bedrifter. Det er viktig å trekke frem at verktøyene er bransjeavhengige og alle verktøyene har ulik grad av relevans i ulike bransjer. Det vil si at *3D printing* har en høyere relevans for industribedrifter, enn for eksempel i undervisning eller transportbransjen. Ut ifra artikkelen til Stentoft et al. (2017) hadde flere av verktøyene lav relevans, deriblant *utvidet virkelighet* hvor det var en lav grad av relevans. Det samme gjelder *stordata* og *IoT*, til tross for at denne undersøkelsen fokuserer på

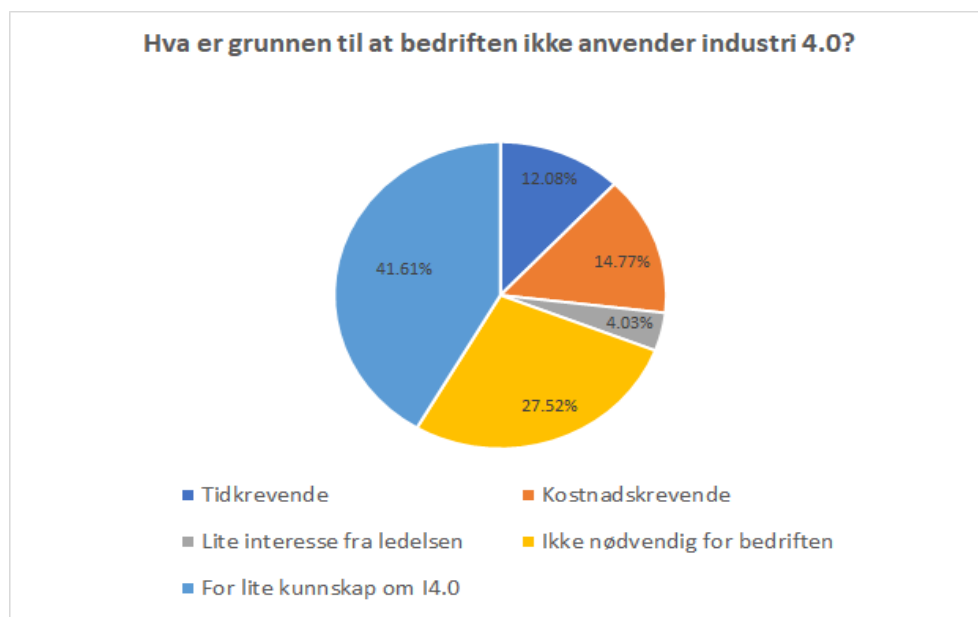
produksjonsbedrifter. *Smarte sensorer, fjernkontrollering, ERP og CRM* har ut ifra figur 14 en jevn grad av relevans, gjennomsnittsverdier fra 3,07 til 3,40.

## Del 4 - Anvendelse

### 4.5.9 Anvendelse

Med tanke på at norske bedrifter har både kunnskap om I4.0 og mener det er relevant, blir det derfor naturlig å se videre på anvendelsen av I4.0 i norske bedrifter. Som nevnt i litteraturdelen har I4.0 konseptet sitt opphav i Tyskland. Det har med tiden spredt seg raskt og har blitt en bredere og mer generell tilnærming som omfatter mer enn bare konvensjonell industriell produksjon (Madsen, 2019, s. 2).

Respondentene fikk spørsmål om de benytter I4.0. Det fremgår i svarene at det er en liten overvekt av respondenter som ikke anvender I4.0 (55%), mot 45% som oppgir at de anvender I4.0. De 190 respondentene er hentet fra de som svarte "Ja" på spørsmålet "Kjenner du til begrepet industri 4.0?". Videre ønsket vi å se hvorfor en stor andel ikke benyttet seg av I4.0. Under i figur 15 vises fordelingen av ulike årsaker om hvorfor respondenten har oppgitt "Nei" på anvendelse.



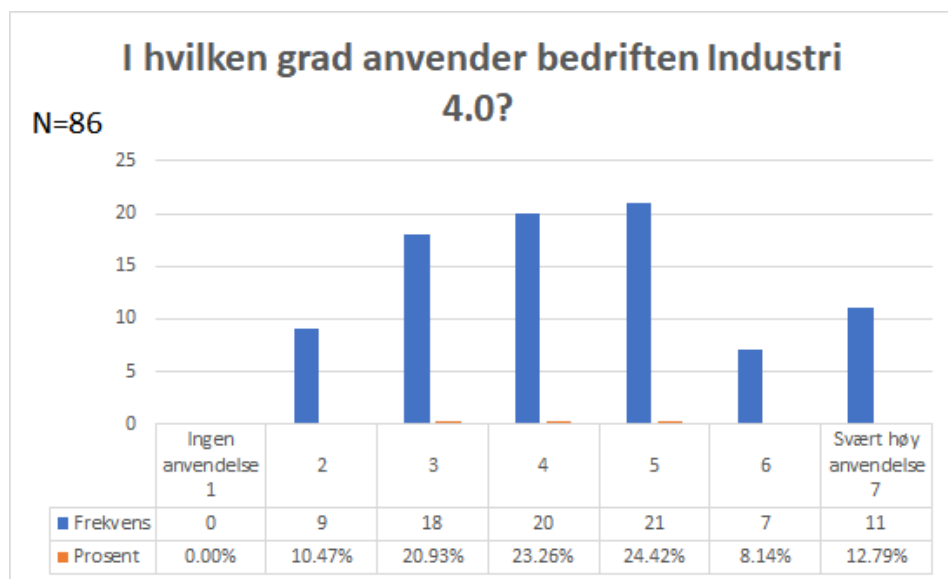
Figur 15 Årsaker til hvorfor bedrifter ikke anvender I4.0

Det fremgår i resultatene over i figur 15 at flest respondenter har oppgitt at de har *for lite kunnskap om I4.0* (41,61%). Videre kan vi se at respondentene mener at I4.0 *ikke er nødvendig for bedriften* (27,52%). Både at det er *kostnadskrevende* og *tidkrevende* å anvende I4.0 svarte henholdsvis

14,77% og 12,08% på. En liten andel respondenter oppgir at det ikke er *interesse fra ledelsen* (4,03%).

#### 4.5.10 Grad av anvendelse

Som tidligere nevnt er det 86 respondenter som har oppgitt at bedriftene anvender I4.0. Vi valgte derfor å se videre på i hvilken grad bedriften anvender I4.0.

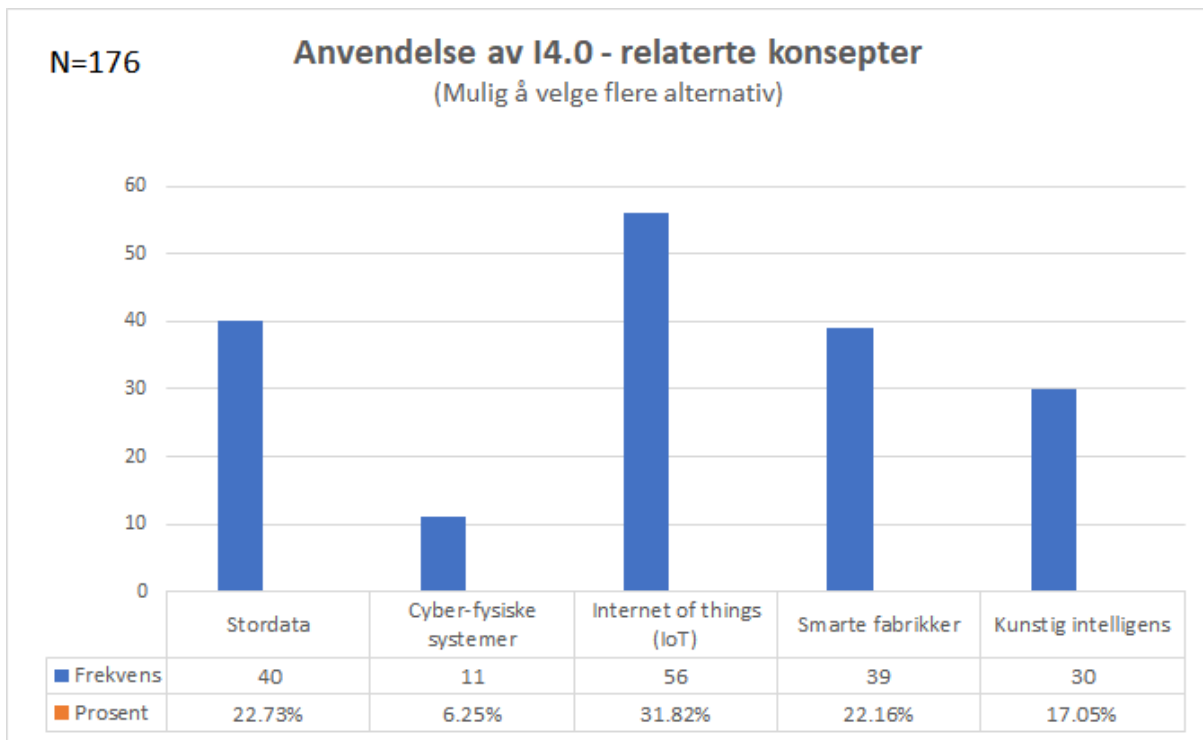


Figur 16 "I hvilken grad anvender bedriften I4.0?"

Det fremgår i figur 16 at norske bedrifter har over snittet høy anvendelse av I4.0 i bedriften. Det er ikke overraskende at ingen respondenter har svart "ingen anvendelse". Dette viser at respondentene har forstått spørsmålet og har svart ærlig på de foregående spørsmålene.

#### 4.5.11 Anvendelse av I4.0 konsepter

Det vi ønsket med dette spørsmålet var å se nærmere på anvendelsen av I4.0-relaterte konsepter. Det var også her som ved de andre spørsmålene om konsepter mulig å velge flere alternativer. Resultatene vises i figur 17.



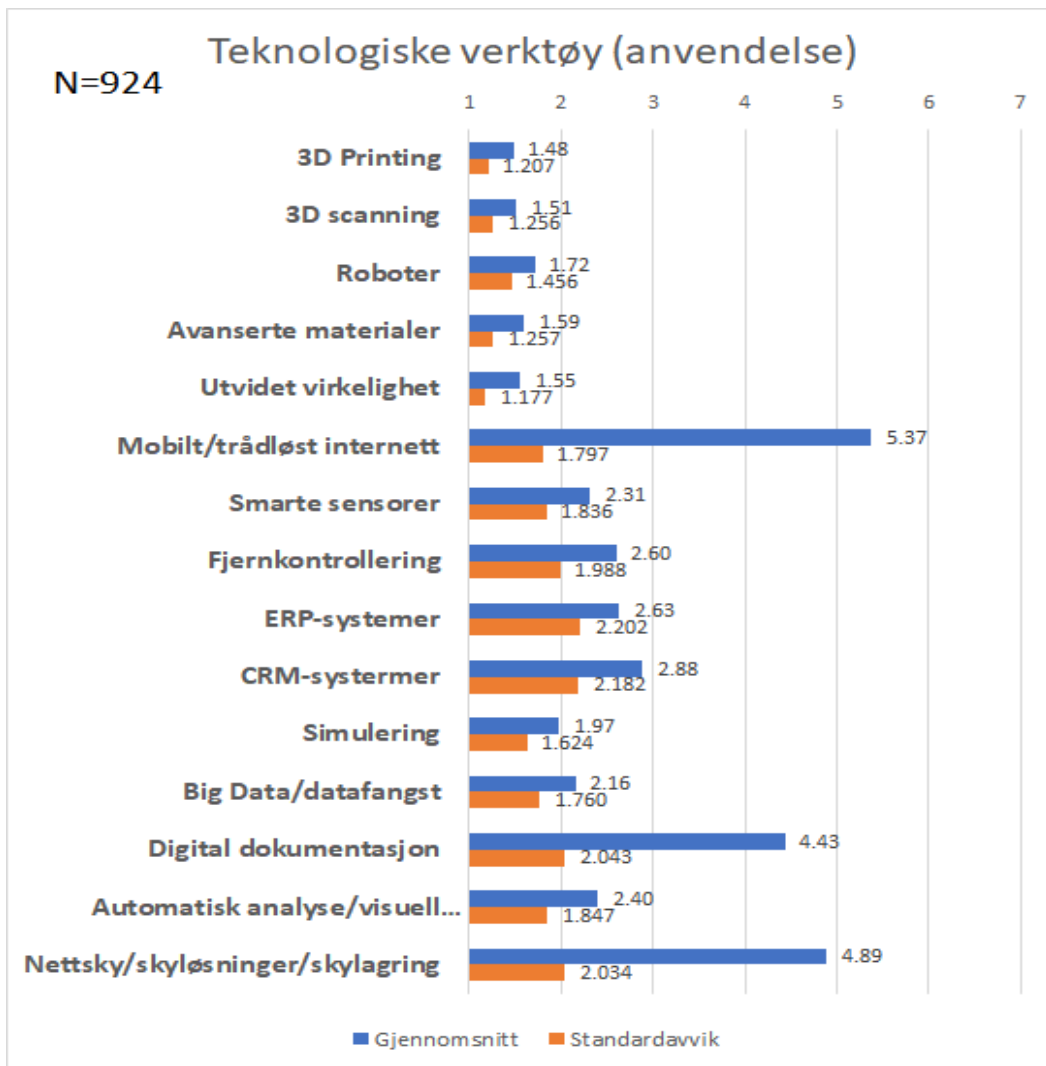
Figur 17 Anvendelse av I4.0 konsepter

Det kommer tydelig frem av figur 17 at *IoT* er det konseptet som flest respondenter anvender med 31,82%. *Stordata* er det I4.0-relaterte konseptet som anvendes nest mest ifølge respondentene med 22,73% og *smarte fabrikker* like bak med 22,16%. *Kunstig intelligens* i henholdsvis 17,05% og kun 6,25% oppgir at de anvender *CPS*.

#### 4.5.12 Teknologiske verktøy (anvendelse)

For å kunne identifisere anvendelsen av de ulike teknologiske verktøyene har vi gitt respondenten mulighet til å oppgi anvendelsen på en skala. Respondentene ble bedt om å rangere bedriftens anvendelse for de ulike teknologiske verktøyene, fra 1 “ingen anvendelse” til 7 “svært høy anvendelse”. I figur 18 har vi valgt å benytte oss av gjennomsnittsverdier og standardavvik for å forenkle fremvisningen av modellen.





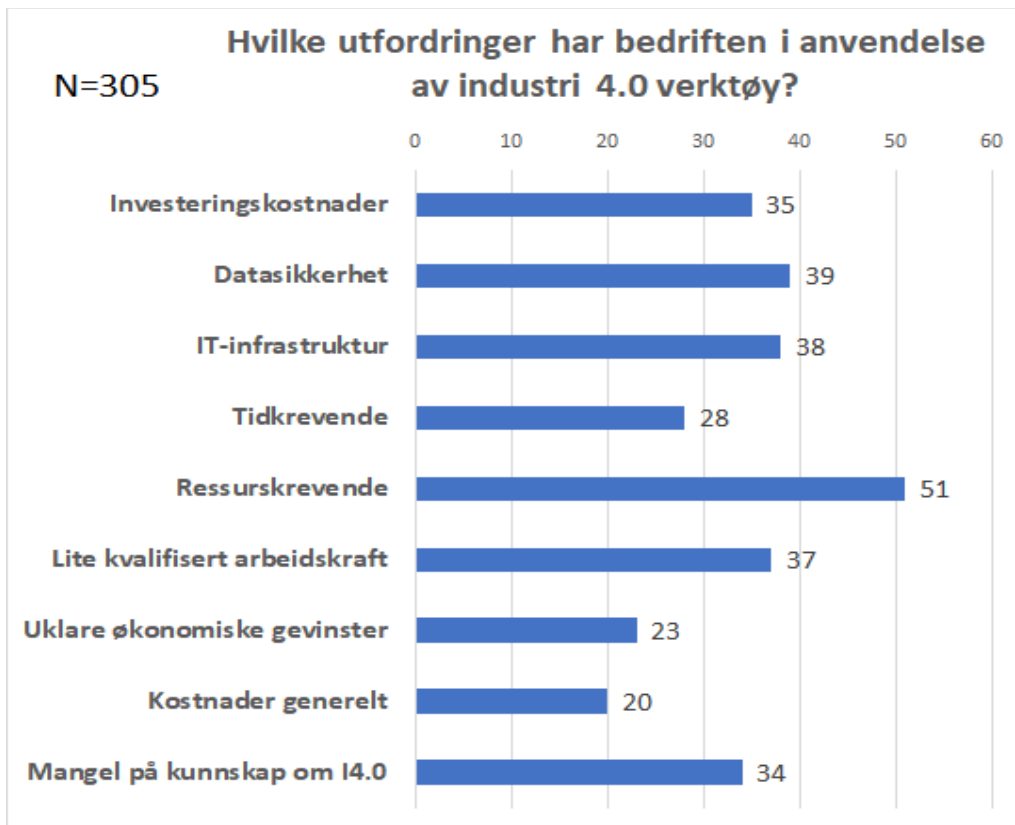
Figur 18 Teknologiske verktøy (anvendelse)

Figur 18 viser i hvilken grad bedriftene anvender de teknologiske verktøyene. Som tidligere vist i figur 11 og figur 14, er det også her et flertall av bedriftene som ikke anvender verktøyene i særlig stor grad. Det er et flertall av bedriftene som anvender *mobilt/trådløst-internett*, *digital dokumentasjon* og *nettsky/skyløsninger/skylagring*. Videre kan vi se ut ifra figuren at de “typiske” produksjonsverktøyene som *3D-printing*, *3D-scanning*, *roboter*, *avanserte materialer* og *utvidet virkelighet* anvendes i liten grad. Ut ifra studien til Stentoft et al. (2017) ble flere av verktøyene anvendt, som for eksempel *utvidet virkelighet* hvor det var en lav grad av anvendelse. Det samme gjelder *3D scanning* og *3D printing*, til tross for at denne undersøkelsen fokuserer på produksjonsbedrifter. *Roboter* hadde en høyere grad av anvendelse, det samme gjelder også resultatene i figur 14 hvor relevansen av *roboter* er noe høyere enn for eksempel de nevnte “typiske” produksjonsverktøyene.

## Del 5 - utfordringer

### 4.5.13 utfordringer

Respondentene fikk en liste over ulike utfordringer ved anvendelse av I4.0. De ble spurt om utfordringer ved anvendelse av I4.0 hvor de fikk muligheten til å velge det de mente var utfordringer for bedriften. Resultatene er presentert i figur 19 og det skiller ikke på bedriftsstørrelse.



Figur 19 Utfordringer ved anvendelse av I4.0

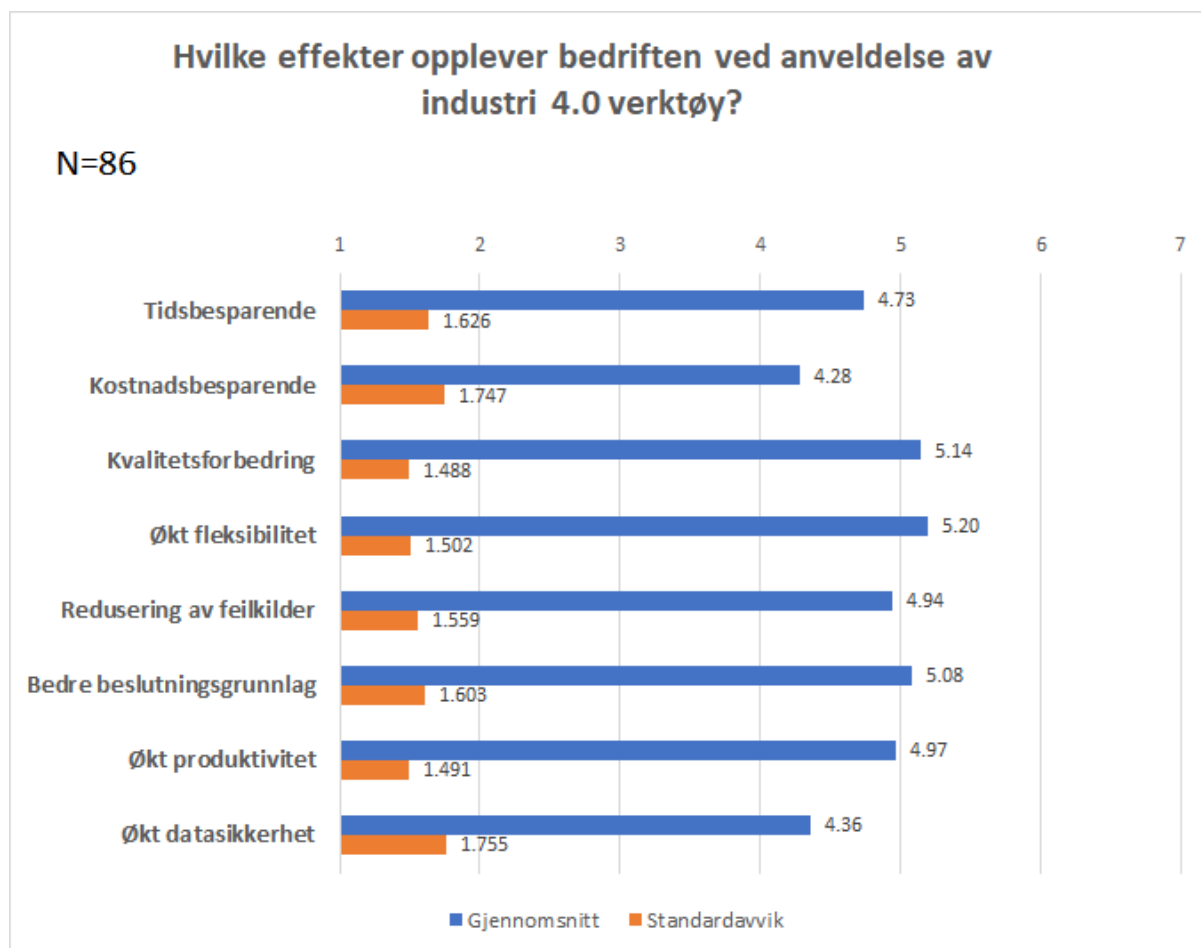
Det fremgår i figur 19 at den største utfordringen ved anvendelse av I4.0 er *ressurskrevende*. Jevnt over blir utfordringer som *mangel på kunnskap*, *investeringskostnad*, *lite kvalifisert arbeidskraft*, *IT-infrastruktur* og *datasikkerhet* sett på som store utfordringer innenfor I4.0. Det respondentene oppgir er de minste utfordringene med anvendelse av I4.0, er *kostnader generelt*, *uklare økonomiske gevinster* og at det er *tidkrevende*. Ifølge Zhou et al. (2015) vil I4.0 kreve ressurser i form av tid. Som nevnt tidligere er *ressurskrevende* sett på som den største utfordringen og som Zhou et al. (2015) påpeker er tid en ressurs. *Ressurskrevende* er mer dekkende og respondentene kan i større grad ha valgt dette fremfor *tidkrevende*. *Datasikkerhet* er noe som bør være i bakhodet på ingeniørene som designer de innovative systemene. Grunnen er at i dag blir alt rundt oss “smartere” (T. Pereira et al., 2017, s. 1256-1257). *Lite kvalifisert arbeidskraft* er også en

av de største utfordringene. Oesterreich og Teuteberg (2016) påpeker at ved å benytte seg av ny teknologi kreves det kompetanse på området. Utfordringen er å skape og utvikle kompetanse for å optimalisere bedriften og tiltrekke seg nye kompetente arbeidstakere.

## Del 6 - Effekter

### 4.5.14 Effekter ved anvendelse av I4.0 verktøy

Respondentene fikk spørsmål om å vurdere den opplevde effekten ved anvendelse av I4.0 verktøy. Ifølge Yıldırım (2020) har det blitt observert effekter i alle bransjer, spesielt i bransjer som omhandler produksjon. Det forklares også at andre bransjer har blitt påvirket av Industri 4.0 og derfor finnes det en forventning om at anvendelse av I4.0 verktøy fører til en positiv effekt. Vi valgte å la respondenten rangere den opplevde effekten fra 1 “ingen effekt” til 7 “svært høy effekt”.



Figur 20 Effekter ved anvendelse av I4.0 verktøy

Som en del av denne studien ønsket vi å se nærmere på de ulike effektene I4.0 verktøy har for bedriften. Med spørsmålet “Hvilke effekter opplever bedriften ved anvendelse av industri 4.0

verktøy?” ble respondentene bedt om å rangere de ulike opplevde effektene på en skala fra 1 til 7, hvor 1 tilsvarer “ingen effekt” og 7 “svært høy effekt”. Det er spesielt tre søyler som peker seg noe mer ut enn resten: *Kvalitetsforbedring* (5,14), *Økt fleksibilitet* (5,20) og *bedre beslutningsgrunnlag* (5,08). Disse tre har høyest opplevd effekt for bedriftene. Det er viktig å påpeke at alle åtte ligger over snittet (4). Det tyder på at ved å anvende I4.0 verktøy skapes det opplevde positive effekter for norske bedrifter.

## 5. Diskusjon

Diskusjonen er delt opp i fire deler i overensstemmelse med våre forskningsspørsmål. Vi diskuterer med bakgrunn i data og teori i henhold til oppgaven. Undersøkelse har resultert i et omfattende datamateriale, og i denne studien er det ikke rom for å gå i detalj på alle områder. Vi diskuterer områder som vi mener er relevant for problemstillingen og forskningsspørsmålene. I dette kapittelet diskuteres funnene opp mot litteraturen og legger grunnlaget for å besvare problemstillingen:

### **Hva er status når det gjelder kunnskapsnivået og anvendelsen av I4.0 i Norge?**

Problemstillingen besvares ved hjelp av fire forskningsspørsmål:

- 1) *I hvilken grad har norske bedrifter kunnskap om I4.0?*
- 2) *I hvilken grad har I4.0 relevans for bedrifter i Norge?*
- 3) *I hvilken grad anvendes I4.0 i norske bedrifter?*
- 4) *Hvilke utfordringer og effekter oppstår i bedriften ved anvendelse av I4.0 teknologiske verktøy?*

### 5.1 Forskningsspørsmål 1: I hvilken grad har norske bedrifter kunnskap om I4.0?

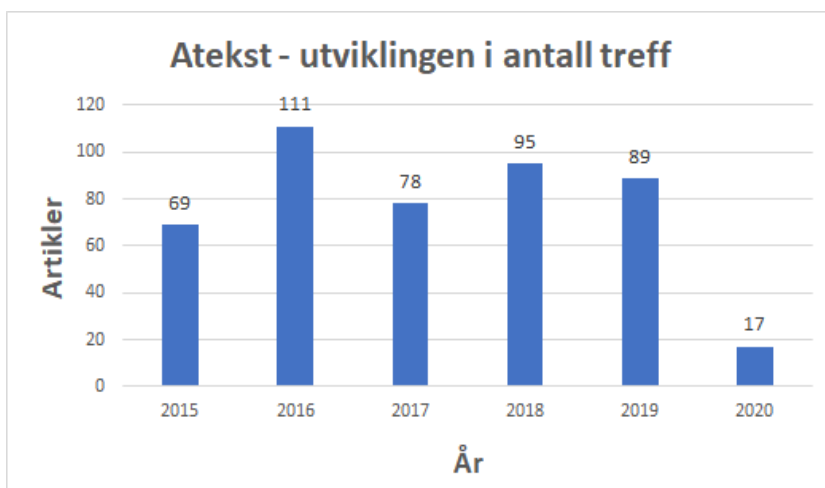
Det vi ønsker å finne ut med forskningsspørsmålet er hvor stor kunnskapen om I4.0 er blant norske bedrifter. Norges konkurranseutsatte næringer karakteriseres ved lav kompleksitet sammenlignet med andre land i Skandinavia (Regjeringen, 2015). I Danmark kom Stentoft et al. (2017) frem til at danske bedrifter, uansett størrelse, hadde tilstrekkelig kunnskap om I4.0. Det er viktig å bemerke seg at denne studien fokuserte på industribedrifter. Oppgaven vår retter seg mot alle bransjer i Norge. I analysen fremgår det at 21% av bedriftene i Norge har kjennskap til I4.0 begrepet. Når det gjelder graden av kunnskap blant bedriftene er det 19,8% med kunnskap om I4.0 i Norge. Dette varierer fra de med svært lite kunnskap til de med svært god kunnskap. Ifølge informant 2 er Norge i en situasjon hvor den tilgjengelige teknologien skal sorteres, og på generelt grunnlag er kunnskapen om I4.0 lav.

Selv om det er generelt lav kunnskap om I4.0 i Norge, er det kunnskap om de ulike teknologiske verktøyene som inngår i I4.0. I analysen av spørreundersøkelsen kan det tolkes som at bedrifter ikke har kunnskap om begrepet I4.0, men har kunnskap om de teknologiske verktøyene. Det fremgår i analysen at det er over gjennomsnittet god kunnskap om *trådløst/mobilt internett, digital*

*dokumentasjon og nettsky/skyløsninger/skylagring*. De teknologiske verktøyene har ulik relevans i de forskjellige bransjene, og dermed kan kunnskapen variere om de teknologiske verktøyene. Informant 4 påpeker at det er flere tilgjengelige verktøy i dag, og at det jobbes med å styrke kunnskapen og heve kompetansen til operatørene. Dette for at bedriftene skal kunne øke kompetansen og ta i bruk de teknologiske verktøyene.

*Trådløst/mobilt internett, digital dokumentasjon og nettsky/skyløsninger/skylagring* er verktøy som går under konseptene *stordata* og *IoT*. Dette er to sentrale konsepter innenfor I4.0 og er nært tilknyttet hverandre. Hofmann og Rüsç (2017) påpeker at *IoT* ble populært i det 21. århundret og sees på som en viktig del av I4.0. Wang (2016) understreker at *IoT* tilkobler ulike enheter med hverandre, og at disse enhetene genererer *stordata*.

Det fremkommer i analysen at bedriftene i Norge har mest kunnskap om *IoT*. *Stordata* er også et konsept bedriftene har god kunnskap om. Det fremgår i analysen at det er god kunnskap om verktøyene og konseptene som inngår i I4.0. Det er derfor merkverdig at det ikke er høyere grad av kunnskap om begrepet I4.0 blant norske bedrifter. En grunn til dette kan være at I4.0 har vært lite omtalt i Norge. De siste fem årene er det lite nevnt i norske media. Et søk i Atekst de siste fem årene ga oss et resultat hvor 512 saker med eksakt begrep, 45 saker med begrepet i overskriften eller ingress og 20 saker med begrepet i overskriften. Dette vises også gjennom at det er kun 21% av bedriftene i Norge som har kjennskap til I4.0. Ut ifra resultatene kan vi se at lite kjennskap fører til lite kunnskap. Figur 23 viser antall treff i Atekst de siste fem årene. Diagrammet viser antall treff i artikkel med søkeord "Industri 4.0".



Figur 21 Antall treff i Atekst de siste fem årene<sup>3</sup>

<sup>3</sup> <https://web.retriever-info.com/services/archive/analysis/doArchiveSearch>

## 5.2 Forskningsspørsmål 2: I hvilken grad har I4.0 relevans for bedrifter i Norge?

I det andre forskningsspørsmålet ønsker vi å finne ut hvor relevant I4.0 er for bedrifter i Norge. Vi har funnet begrenset med litteratur om relevansen av I4.0. Det kan være logisk å tenke at bedrifter som har kunnskap om I4.0, konseptene og de teknologiske verktøyene mener at det kan være relevant for bedriftene. Stentoft et al. (2017) kom frem til at kunnskapen om I4.0 var tilstrekkelig og at bedriftene forsto viktigheten og *relevansen* av det. Fra analysen mener 19,6% av bedriftene at I4.0 er relevant. Dette er 0,2% lavere enn bedriftene som svarte at de har kunnskap om I4.0. Det er en lavere andel norske bedrifter som mener I4.0 er relevant for dem enn det er bedrifter som har *kunnskap*. Denne forskjellen er marginal og kan ansees som tilfeldig. Informant 3 påpeker at Norge er et høykostland og det meste av produksjonen er i mindre skala. Det er derfor viktig å kunne se hvordan kostnadene kan reduseres der bedriftene driver med I4.0. Informant 3 mener med det at I4.0 er relevant for alle bransjer. Informant 1 trekker inn helsevesenet som en mulig bransje I4.0 kan være relevant. Informanten kom med et eksempel hvor helsevesenet tok i bruk digitale verktøy. Dette resulterte i at helsepersonellet brukte mindre tid på det administrative og mer tid på pasientene.

Når det gjelder konseptene og de teknologiske verktøyene fremgår det i analysen at det også er forskjeller på om I4.0 er relevant og om bedriften har kunnskap om det. Basert på analysen blir konseptet om *IoT* sett på som det mest relevante konseptet for bedriftene. Videre trekkes det frem at enkelte av bedriftene som besitter kunnskap om *IoT* mener at det ikke er relevant for deres bedrift. Når det gjelder *kunstig intelligens* og *smarte fabrikker* fremgår det i analysen en økning i relevansen for bedriftene i forhold til deres kunnskap om konseptene. Det gjelder også *CPS*, mens for *stordata* er det et lavere antall bedrifter som mener det er relevant i forhold til deres kunnskap. Ifølge Wang (2016) blir *CPS* sett på som en viktig del innenfor industrien, og som vist i tabell 8 er industrien kun 3,67% av virksomhetene i Norge. Dette kan være årsaken til at *CPS* er lite relevant for andre bransjer utenfor industrien.

I analysen fremgår det at enkelte av de teknologiske verktøyene er lite relevant i forhold til bedriftenes kunnskap om de. Dette gjelder for eksempel *3D-printing*, *3D-scanning* og *roboter*. Fra vårt ståsted og interesser er disse verktøyene allmennkjente, og ofte nevnt i media. Det at disse verktøyene ofte er omtalt i media kan ha utslag for bedriftenes kunnskap. I vårt spørsmål om hvor bedriftene først kom i kontakt med begrepet I4.0 var det 30,8% av bedriftene som svarte media. Dette kan være en grunn til at kunnskapsnivået er høyere enn relevansen til enkelte av verktøyene.

Videre i analysen i figur 14 kan vi se at det er varierende relevans om verktøyene. *Mobilt/trådløst internett, digital dokumentasjon og nettsky/skyløsninger/skylagring* er noen av de teknologiske verktøyene som har høyere relevans enn kunnskap. Grunnen til dette kan være at bedriftene vet at dette kan være relevant for dem, men at kunnskapen om verktøyene er lav. Informant 1 påpeker at I4.0 er relevant med tanke på automasjon og robotisering, samt benytte seg av teknologiske verktøy. Dette for å redusere risikoen og kostnadsutviklingen. Informant 4 mener I4.0 er svært relevant for norske bedrifter, og at det avhenger av å opparbeide seg kunnskap og benytte de verktøy som er tilgjengelig.

### 5.3 Forskningsspørsmål 3: I hvilken grad anvendes I4.0 i norske bedrifter?

I det tredje forskningsspørsmål skal vi se nærmere på anvendelsen av I4.0 i norske bedrifter. Ardolino et al. (2019) og Stentoft et al. (2017) er to studier som har sett på anvendelsen av I4.0 i henholdsvis Italia og Danmark. Ardolino et al. (2019) kom frem til at bedriftene i Italia har forskjellig tilnærming til I4.0 basert på størrelsen på bedriften. De største bedriftene var mer klar over potensialet i I4.0, og av den grunn anvendte de i større grad I4.0. Stentoft et al. (2017) hevder også at de store bedriftene var mer aktive i anvendelsen av I4.0 enn de mindre bedriftene.

Vi har i analysen ikke lagt vekt på størrelsene på bedriftene. I analysen ble det spurt om bedriftene anvender I4.0. Som tidligere nevnt har 21% av bedriftene i Norge kjennskap om I4.0, hvor 19,8% av de har kunnskap. Av de 190 bedriftene som har kjennskap til I4.0 er det 45% som anvender det. Når det gjelder anvendelse blant alle respondentene er det 9,3% av bedriftene i Norge som anvender I4.0. I den kvalitative delen av spørreundersøkelsen har enkelte respondenter svart at de driver med tjenestevirksomheter. De tilbyr I4.0-relaterte tjenester til kundene, men anvender ikke I4.0 i egen bedrift. Disse bedriftene har kunnskap om I4.0, konseptene og teknologiske verktøy, men anvender det ikke selv. Dette kan ha utslag på antallet som anvender I4.0 i Norge i forhold til kunnskapsnivået. Informant 3 påpeker at det er en økt bevissthet rundt I4.0 og at det ikke er en konkret ting vi gjør. Det blir i stedet sett på som flere ulike tiltak for å øke digitaliseringen i produksjonen. Den økte bevisstheten kan skyldes økt eksponering i media av begrepet I4.0 og de relaterte konseptene. Som vist i tabell 10 fremgår det en oversikt over hvordan respondenten kom i kontakt med begrepet første gang. *Studieturer og utdanningsprogram* kan være med på å styrke bevisstheten rundt I4.0



I analysen fremgår det ulike grunner til at bedriftene ikke anvender I4.0. Den høyeste andelen er bedriftene som føler at de har for *lite kunnskap om I4.0*. Videre er det flere bedrifter som mener at det *ikke er nødvendig*, og at det er *kostnadskrevende* og *tidkrevende*. Kunnskap er en viktig faktor i en beslutning om å anvende I4.0. Vi har sett tidligere i diskusjonen at kunnskapen om I4.0 er generelt lav i Norge. Enkelte av bedriftene oppgir at I4.0 er *kostnadskrevende*, og at de derfor ikke anvender I4.0. Informant 3 nevner at Norge er et høykostland og mye av produksjonen ikke er typisk produksjon i stor skala, og derfor er det viktig for bedriftene å redusere kostnadene der det er nødvendig. Dersom bedriftene føler det er kostnadskrevende å anvende I4.0 vil bedriftene velge å ikke gjøre dette.

Tidligere har vi sett at *IoT* har vært det konseptet som bedriftene har høyest grad av kunnskap om og høyest grad av relevans. Det samme gjelder også for anvendelse av *IoT*. Analysen viser at *IoT* er det bedriftene anvender i størst grad. En forskjell fra *kunnskap* og *relevans* delen er at *stordata* anvendes i større grad av bedriftene enn både *kunstig intelligens* og *smarte fabrikker*. *CPS* er det konseptet som anvendes i mindre grad. *Kunstig intelligens* er et konsept bedriftene har høy grad av *kunnskap* om og mener er *relevant* for bedriftene. Graden av anvendelse er derimot lavere. Davenport et al. (2020) nevner at *kunstig intelligens* benyttes i smarttelefoner eller digitale plattformer, men det kan også anvendes i autonome *roboter*. *Kunstig intelligens* kan anvendes i de fleste bransjer, men som i utgangspunktet var tiltenkt å anvendes i IT- og produksjonsbransjen. Et søk i Atekst de siste tre årene resulterte i 4615 med eksakt begrep, 724 i overskrift eller ingress, 314 trekk i overskrift. Dette kan være en av faktorene til at kunnskapen er høyere enn anvendelsen av *kunstig intelligens*.

Ser vi på anvendelsen av de teknologiske verktøyene i analysen, ser vi at det er lavere anvendelse i forhold til kunnskap på alle verktøyene utenom tre verktøy. Dette er *mobilt/trådløst internett*, *digital dokumentasjon* og *nettsky/skyløsninger/skylagring*. Som tidligere nevnt kan grunnen til dette være at disse verktøyene blir tatt i bruk i flere bransjer. Ifølge Wollschlaeger et al. (2017) avhenger *IoT* og *CPS* internettilkobling fra et kommunikasjonsperspektiv. Dette kan være årsaken til at *IoT* og *stordata* relaterte verktøy er i større grad utbredt enn andre verktøy som har et spesifikt anvendelsesområde. *Anvendelsen* er lavere enn *relevansen* på alle de teknologiske verktøyene. Denne forskjellen er marginalt liten og det er usikkert om det er en grunn til forskjellene. En årsak kan være at det er relevant for bedriften, men investeringskostnader eller kompetent arbeidskraft. Ifølge Oesterreich og Teuteberg (2016) er dette sentrale utfordringer. Utfordringene vil bli diskutert nærmere i neste forskningsspørsmål.

## 5.4 Forskningsspørsmål 4: Hvilke utfordringer og effekter oppstår i bedriften ved anvendelse av I4.0 teknologiske verktøy?

I det fjerde og siste forskningsspørsmålet skal vi se nærmere på hvilke utfordringer og effekter som oppstår ved anvendelse av I4.0 blant norske bedrifter. Zhou et al. (2015) nevner en del utfordringer. En utfordring som nevnes er at de ansattes involveringer i produksjonsprosessen reduseres. En annen er forskningen og applikasjonene ikke er modne, og områdene fra maskinvare til programvare må forbedres. Den siste utfordringen Zhou et al. (2015) gjør rede for er datasikkerheten. Dette er noe også andre forskere nevner som en utfordring. T. Pereira et al. (2017) hevder at alt rundt oss blir “smartere” og ingeniørene som designer systemene bør ha datasikkerheten som en prioritet. De fleste av informantene tar opp datasikkerhet som en utfordring. Informant 2 peker på datasikkerhet og IT som *utfordringer*. Informanten mener eierskapet til dataen, usikkerheten rundt den og evnen til å definere hva som er viktig å ta eierskap til er en betydelig barriere. Informant 1 er også innom datasikkerhet og mener det er viktig øke datasikkerheten. I analysen vår fremgår det at datasikkerhet er en av de største utfordringene til bedriftene. Det er kun ressurskrevende som blir ansett som en større utfordring enn datasikkerhet. Datasikkerheten blir sett på som en stor utfordring i litteraturen, av informantene og bedriftene i spørreundersøkelsen.

Det at I4.0 er *ressurskrevende* er den største utfordringen blant bedriftene kan ha med at det var en god del små bedrifter som svarte på spørreundersøkelsen. En grunn til dette kan være at de små bedriftene ikke er like kapitalsterke som de store og kan derfor være krevende å investere i I4.0 teknologi. Videre kan vi se at *investeringskostnaden* blir sett på som en utfordring hos flere av bedriftene, mens kostnaden generelt ikke blir sett på som minst utfordrende av bedriftene. Det ble nevnt i forrige forskningsspørsmål at en av grunnene til at bedrifter ikke anvender I4.0 er at det er kostnads-krevende. Informant 1 som jobber i produksjonsbedrift som driver med I4.0 påpeker at ved å benytte seg av ulike I4.0 verktøy blir det tatt bedre beslutninger, er mindre feilkilder og økt effektivisering. De har da mulighet til å se effekten av ulike designgrep på produktet tidlig i utviklingsfasen, som påvirker reduserte kostnader utover i prosessen. Ifølge Hofmann og Rüschi (2017) er en av fordelene ved I4.0 at kostnadene reduseres grunnet kompleksiteten eller fremvekst av nye tjenester og forretningsmodeller. Grunnen til at investeringskostnadene kan bli sett på som en utfordring er at ved anvendelse er det mye ny teknologi som må på plass. Dette kan bli en stor kostnad og da spesielt for de små bedriftene, men er noe som bedriftene kan dra nytte av i et

langsiktig perspektiv. Som nevnt over er en fordel med I4.0 at kostnadene reduseres. Dette er også en av effektene bedriftene opplever ved anvendelse av I4.0

Heng et al. (2014) hevder at det er et ønske fra bedriftene og I4.0 skal hjelpe med å implementere en kostnadseffektiv produksjon. I analysen ser vi at kostnadsbesparelse er den effekten som oppleves som minst. Heng et al. (2014) påpeker at å kunne gjøre en vurdering av den samlede effekten av kostnaden vil i de fleste tilfeller være vanskelig. Grunnen er at bedrifter som tar i bruk I4.0 har vage estimater av sine faktiske kostnader. Dette gjelder spesielt SMB bedrifter, noe som det er en god del av i spørreundersøkelsen vår. Tyske Acatech hevder at bedrifter kan øke produktiviteten med 30% ved bruk av I4.0 (Co-operation & Development, 2015, s. 28). Dette er noe vi ser i analysen også. Økt produktivitet er en av den største effekten blant bedriftene. Heng et al. (2014) påpeker at sammen med økt produktivitet frembringer det økt fleksibilitet, noe som også fremkommer i analysen. Økt fleksibilitet blir sett på som den største opplevde effekten blant bedriftene. Videre i analysen kan vi se at alle de oppgitte effektene er over gjennomsnittet (4). Dette gir oss indikasjoner på at bedriftene som anvender I4.0 opplever en positiv effekt.

## 6. Avslutning

I dette kapittelet ønsker vi å besvare oppgavens problemstilling:

### **Hva er status når det gjelder kunnskapsnivået og anvendelsen av I4.0 i Norge?**

Videre skal vi ta for oss studiens bidrag, praktiske implikasjoner og avslutningsvis begrensninger og forslag til videre forskning.

### 6.1 Konklusjon

Undersøkelsen dekker områder som *kunnskap, relevans, anvendelse, utfordringer og effekter*. Det er generelt lav kunnskap om I4.0 i Norge. Resultatene fra spørreundersøkelsen viser til at 19,8% av bedriftene har *kunnskap*. Norge er i en utviklingsfase hvor den tilgjengelige teknologien sorteres og gjøres klar til bruk. Blant de teknologiske verktøyene er det høyest kunnskap om *mobilt/trådløst internett, digital dokumentasjon og nettsky/skyløsninger/skylagring*. Kunnskapen er viktig for å kunne vite om I4.0 er relevant for de norske bedriftene. Ved å opparbeide seg kunnskap er det lettere for bedriftene å vite om I4.0-teknologiene er relevant for bedriften som videre kan anvendes.

Dataene fra analysen trekker i retning at kunnskapen om I4.0 er høyere enn anvendelsen i Norge. Dette tilsier at I4.0 har et potensiale til å anvendes i høyere grad. Resultatene viser at det er 9,3% av bedriftene i Norge som anvender I4.0. Videre viser funnene at alle teknologiske verktøy utenom *mobilt/trådløst internett, digital dokumentasjon og nettsky/skyløsninger/skylagring* har høyere grad av kunnskap enn anvendelse. Med anvendelsen oppstår det utfordringer og effekter. De største utfordringene ved anvendelse av I4.0 er datasikkerheten og at det er ressurskrevende. Når det gjelder effekter opplever bedriftene en økt fleksibilitet, i tillegg til en kvalitetsforbedring og et bedre beslutningsgrunnlag. De resterende opplevde effektene er også over gjennomsnittet. Dette indikerer at bedriftene som anvender I4.0 opplever en positiv effekt.

Vårt hovedfokus i oppgaven var å se på kunnskapsnivået og anvendelsen av I4.0 i Norge. Vi har gjennom funnene sett at både kunnskapsnivået og anvendelsen er lav. Samtidig fremgår det av funnene at kunnskapen og anvendelsen av teknologiske verktøy er høyere enn begrepet I4.0. Videre i analysen fremgår det at I4.0 teknologien er noe som kan anvendes i flere bransjer enn kun industrien. Det har derfor oppstått ulike neologismer inspirert av I4.0-termen. Samlet gir funnene indikasjoner på at begrepet I4.0 ikke er dekkende nok for alle bransjer. For at begrepet skal overleve må det jobbes med å ivareta I4.0 som et samlebegrep. Samtidig må bedriftene kontinuerlig

øke nåværende kunnskapsgrunnlag om I4.0. Videre bør de aktivt arbeide med I4.0 og utnytte de tilgjengelige teknologiene, samt utvikle de eksisterende.

## 6.2 Studiens bidrag

I4.0 omhandler et skifte i den industrielle revolusjon. Det handler om å endre produksjonsmetoder, digitalisering og automasjon i prosesser. Vi ønsket å undersøke hvordan status i Norge er når det gjelder kunnskapsnivået og anvendelse av I4.0. I denne studien ble det benyttet en “mixed-methods”-tilnærming ved bruk av både kvalitativ og kvantitativ metode. Den kvalitative delen ble derfor en forstudie til spørreundersøkelsen. Vårt bidrag er å kunne tilby en generell innsikt kunnskapsnivået og anvendelsen av I4.0 i norske bedrifter. I tillegg avdekke relevansen, utfordringer og effekter.

I4.0-feltet er relativt nytt men ekspanderer raskt i form av ny litteratur. Det er derfor nødvendig å utføre studier som følger opp uklarheter og undersøke hvordan I4.0 utspiller seg over tid (Madsen, 2019, s. 17). Det har blitt bevist at kunnskapsnivået om I4.0 er utberedt, men at det anvendes i mindre grad (Marr, 2018). Funnene fra oppgaven indikerer at dette er tilfellet i Norge, men kunnskapsnivået er generelt lavt.

Det er høye kostnader tilknyttet teknologien som ligger bak I4.0. Dette er noe enkelte selskaper har vanskeligheter med, og da spesielt de minste bedriftene (Moeuf et al., 2018, s. 1119) Det samsvarer med funne i vår analyse hvor 14,77% ikke anvender grunnet kostnader. Samtidig nevner Moeuf et al. (2018) at dersom selskapene anvender teknologien vil kostnaden reduseres. Dette bekreftes i våre funn i figur 18 om opplevd effekt ved anvendelse av I4.0 verktøy.

## 6.3 Praktiske implikasjoner

Praktiske implikasjoner som følger av våre funn handler om å utnytte den eksisterende teknologien og utvikle kunnskap om begrepet I4.0. På bakgrunn av forskningen blir vi gjort oppmerksom på at utdanning kan være et tiltak for å styrke kunnskapsnivået om I4.0. I tillegg kan I4.0 eksponeres gjennom kunnskapsbyggende aktiviteter. Bedrifter bør være klar over tilgjengelige teknologiske verktøyene som eksisterer og anvende de fremfor å ignorere de. Selv om dagens kunnskapsnivå er lavt ekspanderer I4.0 litteraturen i en økende hastighet. I4.0 kan være en revolusjon som vil vedvare, men det krever et høyere fokus på temaet for at begrepet I4.0 skal overleve. De teknologiske verktøyene er tilgjengelig og anvendes i høyere grad enn begrepet er kjent for

bedriftene. Ulemper ved I4.0 er at det krever tilfredsstillende kunnskap fra bedriftens side for å videre kunne avgjøre om det har relevans. Det samme gjelder høye investeringskostnader for å kunne anvende I4.0 teknologier.

## 6.4 Begrensninger og videre forskning

Utvalget av intervjuobjekter være en begrensning. Vi ønsket å snakke med personer som innehar omfattende kunnskap om I4.0, eller som jobber innenfor produksjon som anvender I4.0 konsepter. Dette kan prege de svarene vi får og dermed resultere i en skjevhet. De som også kan ha god kunnskap om I4.0 konseptene er entusiastene, enkeltpersonene og fagpersonene som ikke ble tatt med i vurderingen. Dette kan også skape skjevheter. Når det gjelder intervjuene var dette en forstudie for å samle data til en spørreundersøkelse. Likevel er det en fordel å få belyst både den kvalitative og kvantitative delen i oppgaven, slik “mixed-methods” har som hensikt å komplementere metodene.

Under analyseprosessen ble det identifisert ulike aspekter ved undersøkelsen som kunne vært gjort annerledes. Den største svakheten med undersøkelsen skyldes den lave responsraten som kan svekke påliteligheten av data. Dette er noe som begrenser muligheten til å generalisere funnene. Undersøkelsen hadde som mål å ta for seg alle bransjer i Norge. Et lite utvalg kan føre til feilaktige konklusjoner. På tross av at vi hadde en lav svarprosent mottok vi mange svar. Ettersom 36.088 mottok spørreundersøkelsen er det mange som ikke har besvart den, noe som gjør at responsraten er svak. Vi har også flere respondenter som har kunnskap om I4.0 verktøy selv om de sier at de ikke anvender det. Dette kan være konsulenter som jobber tett på I4.0, men ikke anvender det selv i bedriften. Dette reduserer anvendelsesraten og kan være en potensiell begrensning.

En generell begrensning i oppgaven er at spørsmål i undersøkelsen kan tolkes forskjellig i forhold til respondentene som svarer. Det lå utenfor vår makt å vite hvem i bedriften som svarer.

Resultatene kan ha blitt forskjellig om en større del av fagpersonell eller personer med solid kompetanse innenfor I4.0 feltet hadde besvart spørreundersøkelsen. Dette kan være en svakhet som kan skape skjevhet i resultatene. En annen begrensning med tanke på spørreundersøkelsen er om resultatene av “kjennskap til begrepet” hadde blitt annerledes hvis de teknologiske verktøyene ble presentert først. Tanken bak er at om begrepet I4.0 er dekkende nok i forhold til verktøyene som inngår i begrepet.

Denne studien har blitt gjennomført og tatt for seg *kunnskapen* av begrepet I4.0, *relevansen*, *anvendelsen*, *utfordringer* og *effekter*. Spørreundersøkelsen vi har utført har resultert i mengder med data. Dette kan brukes til å studere flere områder innenfor I4.0. Å utnytte datagrunnlaget på flere måter er et forslag til videre forskning. Det hadde derfor vært interessant å utføre en longitudinell undersøkelse. Undersøkelsen gjennomføres med hensikt om å studere utvikling og endringer over tid. Dette kalles for en tidsserieundersøkelse (Jacobsen, 2015, s. 110). En av fordelene med å utføre en tidsserieundersøkelse blir å skape et sammenligningsgrunnlag for å analysere endringene. Dette kan for eksempel være en nyttig undersøkelse etter at statlige organer implementerer I4.0-relatert kunnskap og litteratur inn i utdanning for deretter å se på virkningene av I4.0 begrepet over tid.

En annen mulighet for videre forskning er å benytte datagrunnlaget til å sammenligne med flere land. Tyskland er som nevnt en av de store I4.0 forkjemperne. Det kunne derfor vært interessant å sammenligne med flere ulike land innenfor EU i henhold til *kunnskapen*, *relevans* og *anvendelse*. En annen vinkling på oppgaven kan være å forske videre på om I4.0 som merkelapp. Det er interessant å se på om I4.0 er en dekkende merkelapp for de underliggende konseptene nevnt i litteraturgjennomgangen. Det er enkelte som mener at I4.0 begrepet kun er en “hype” som kan dø ut. Det kan være interessant å se på om I4.0 kan bidra til å sette lys på et begrepet for alle typer bransjer.

## 7. Referanseliste

- Aarnes, J. F. (2018). Algoritme. Hentet 21. november fra <https://snl.no/algoritme>
- Achillas, C., Tzetzis, D. & Raimondo, M. O. (2017). Alternative production strategies based on the comparison of additive and traditional manufacturing technologies. *International Journal of Production Research*, 55(12), 3497-3509.
- Aksnes. (2020). Økt deltakelse: Hvordan sikre høyest mulig deltakelse? Hentet 22.05.2020 fra <http://www.xn--sprunderskelser-10bj.no/tips-til-okt-deltakelse/>
- Almeida, F. & Simoes, J. (2019). The Role of Serious Games, Gamification and Industry 4.0 Tools in the Education 4.0 Paradigm. *Contemporary Educational Technology*, 10(2), 120-136.
- Ardolino, M., Zheng, T., Bacchetti, A., Perona, M. & Zanardini, M. (2019). The impacts of Industry 4.0: A descriptive survey in the Italian manufacturing sector. *Journal of Manufacturing Technology Management*. <https://doi.org/10.1108/JMTM-08-2018-0269>
- Automotive, K. (2020). Kongsberg Automotive manufactures non-surgical face masks. Hentet 22.05.2020 fra <https://www.kongsbergautomotive.com/media-news/press-releases/2020/kongsberg-automotive-manufactures-non-surgical-face-masks/>
- Barth-Heyerdahl, L. (2020). Norsk selskap sier de kan lage to millioner ansiktsmasker per dag. Hentet 22.05.2020 fra <https://www.tv2.no/a/11326645/>
- Bartodziej, C. J. (2017). The concept industry 4.0. I *The Concept Industry 4.0* (s. 27-50). Springer.
- Beaudoin, J., Lefebvre, G., Normand, M., Gouri, V., Skerlj, A., Pellerin, R., ... Danjou, C. (2016). *Prendre part à la révolution manufacturière? Du rattrapage technologique à l'Industrie 4.0 chez les PME* Centre francophone d'informatisation des organisations (CEFRIO).
- Beulke, D. (2011). Big Data Impacts Data Management: The 5 Vs of Big Data. Hentet fra <https://davebeulke.com/big-data-impacts-data-management-the-five-vs-of-big-data/>
- Botthof, A. & Hartmann, E. A. (2015). *Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0* Springer Vieweg Berlin.
- Bratbergengen, K. (2019). Database. Hentet 22.05.2020 fra <https://snl.no/database>
- Brierley, J. A. (2017). The role of a pragmatist paradigm when adopting mixed methods in behavioural accounting research. *International Journal of Behavioural Accounting and Finance*, 6(2), 140-154.
- Bughin, J., Hazan, E., Lund, S., Dahlström, P., Wiesinger, A. & Subramaniam, A. (2018). Skill shift: Automation and the future of the workforce. *McKinsey Global Institute*. McKinsey & Company.
- Chen, F., Deng, P., Wan, J., Zhang, D., Vasilakos, A. V. & Rong, X. (2015). Data mining for the internet of things: literature review and challenges. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 11(8), 431047.
- Cisco. (2018). *Annual Cybersecurity Report*. Hentet fra [https://www.cisco.com/c/dam/m/hu\\_hu/campaigns/security-hub/pdf/acr-2018.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/m/hu_hu/campaigns/security-hub/pdf/acr-2018.pdf)
- Co-operation, O. f. E. & Development. (2015). *Data-driven innovation: big data for growth and well-being* OECD Publishing.
- Cook, C., Heath, F. & Thompson, R. L. (2000). A meta-analysis of response rates in web-or internet-based surveys. *Educational and psychological measurement*, 60(6), 821-836.
- Corti, K. (2006). Games-based Learning; a serious business application. *Informe de PixelLearning*, 34(6), 1-20.
- Craigen, D., Diakun-Thibault, N. & Purse, R. (2014). Defining cybersecurity. *Technology Innovation Management Review*, 4(10).
- Creswell, J. W. & Creswell, J. D. (2018). *Research design : qualitative, quantitative & mixed methods approaches* (5th edition. utg.). Los Angeles, California: Sage.
- Culot, G., Nassimbeni, G., Orzes, G. & Sartor, M. (2020). Behind the definition of industry 4.0: Analysis and open questions. *International Journal of Production Economics*, 107617.



- Curtis, M. B. & Payne, E. A. (2008). An examination of contextual factors and individual characteristics affecting technology implementation decisions in auditing. *International Journal of Accounting Information Systems*, 9(2), 104-121.
- Dai, J. & Vasarhelyi, M. A. (2016). Imagineering Audit 4.0. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*, 13(1), 1-15.
- Datatilsynet. (2018). Skytjenester. Hentet 21. november fra <https://www.datatilsynet.no/personvern-pa-ulike-omrader/internett-og-apper/skytjenester/>
- Davenport, T., Guha, A., Grewal, D. & Bressgott, T. (2020). How artificial intelligence will change the future of marketing. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 48(1), 24-42.
- Delphin, I. L. A. (2018). RFID. Hentet 21. november fra <https://snl.no/RFID>
- Dilberoglu, U. M., Gharehpapagh, B., Yaman, U. & Dolen, M. (2017). The role of additive manufacturing in the era of industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 11, 545-554.
- Dopico, M., Gomez, A., De la Fuente, D., García, N., Rosillo, R. & Puche, J. (2016). A vision of industry 4.0 from an artificial intelligence point of view. *Proceedings on the International Conference on Artificial Intelligence (ICAI)* (s. 407): The Steering Committee of The World Congress in Computer Science, Computer.
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building theories from case study research. *Academy of management review*, 14(4), 532-550.
- Elster, A. C. & Dvergsdal, H. (2018). Stordata. Hentet 21. november fra <https://snl.no/stordata>
- Fischer, H., Engler, M. & Sauer, S. (2017). A human-centered perspective on software quality: acceptance criteria for work 4.0. *International Conference of Design, User Experience, and Usability* (s. 570-583): Springer.
- Fraga-Lamas, P., Fernández-Caramés, T. M., Blanco-Novoa, Ó. & Vilar-Montesinos, M. A. (2018). A review on industrial augmented reality systems for the industry 4.0 shipyard. *Ieee Access*, 6, 13358-13375.
- Garrett, B. (2014). 3D printing: new economic paradigms and strategic shifts. *Global Policy*, 5(1), 70-75.
- Geographic, N. (2017). *National Geographic Megafactories - Tesla* [Dokumentar]. Hentet fra <https://www.youtube.com/watch?v=KA18tusTgE4>
- Gibbert, M., Ruigrok, W. & Wicki, B. (2008). What passes as a rigorous case study? *Strategic management journal*, 29(13), 1465-1474.
- GTAI. (2016). Industry 4.0 - Germany's 4th industrial revolution. Hentet fra <https://www.youtube.com/watch?v=Y990kaGbJD0>
- Hart, C. (2018). *Doing a literature review: Releasing the research imagination* Sage.
- Heng, S., Slomka, L., Ag, D. B. & Hoffmann, R. (2014). Industry 4.0. *Upgrading of Germany's industrial capabilities on the horizon, Frankfurt am Main: Deutsche Bank Research*.
- Hofmann, E. & Rüscher, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*, 89, 23-34.
- Høgseth, M. H. & Ghaderi, H. (2020). Brakdebut for Pexip. Hentet 22.05.2020 fra <https://e24.no/boers-og-finans/i/VbV8x1/brakdebut-for-pexip>
- Hovland, K. M. (2019). Cyberangrep har kostet Hydro opptil 450 millioner. Hentet fra <https://e24.no/boers-og-finans/i/7078VV/cyberangrep-har-kostet-hydro-opptil-450-millioner>
- Islam, I. (2018). Automation and the future of employment: Implications for India. *South Asian Journal of Human Resources Management*, 5(2), 234-243.
- Jacobsen, D. I. (2015). *Hvordan gjennomføre undersøkelser? : innføring i samfunnsvitenskapelig metode* (3. utg. utg.). Oslo: Cappelen Damm akademisk.
- Javaid, M. & Haleem, A. (2018). Additive manufacturing applications in medical cases: A literature based review. *Alexandria Journal of Medicine*, 54(4), 411-422.
- Javaid, M., Haleem, A., Vaishya, R., Bahl, S., Suman, R. & Vaish, A. (2020). Industry 4.0 technologies and their applications in fighting COVID-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*.

- Jelić, M., Pujić, D., Paunović, D. & Jabeen, H. (2019). *A State-of-the-Art Review on Big Data Technologies*.
- Johnson, R. B. (1997). Examining the validity structure of qualitative research. *Education*, 118(2), 282.
- Joshi, A. V. (2020). *Machine Learning and Artificial Intelligence* Springer.
- Kagermann, H., Wahlster, W. & Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0*. acatech. Hentet fra <https://www.din.de/blob/76902/e8cac883f42bf28536e7e8165993f1fd/recommendations-for-implementing-industry-4-0-data.pdf>
- Lasi, H., Fettke, P., Kemper, H.-G., Feld, T. & Hoffmann, M. (2014). Industry 4.0. *Business & information systems engineering*, 6(4), 239-242.
- Lee, J., Bagheri, B. & Kao, H.-A. (2015). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, 3, 18-23.
- Lee, J., Davari, H., Singh, J. & Pandhare, V. (2018). Industrial Artificial Intelligence for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing letters*, 18, 20-23.
- Leymann, F., Roller, D. & Schmidt, M.-T. (2002). Web services and business process management. *IBM systems Journal*, 41(2), 198-211.
- Lezzi, M., Lazoi, M. & Corallo, A. (2018). Cybersecurity for Industry 4.0 in the current literature: A reference framework. *Computers in Industry*, 103, 97-110.
- Lied, F. (2014). Mikroelektronikk. Hentet 21. november fra <https://snl.no/mikroelektronikk>
- Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. (1990). Judging the quality of case study reports. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 3(1), 53-59.
- Luco, J., Mestre, S., Henry, L., Tamayo, S. & Fontane, F. (2019). Industry 4.0 in SMEs: A Sectorial Analysis. *IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems* (s. 357-365): Springer.
- Madsen, D. Ø. (2019). The Emergence and Rise of Industry 4.0 Viewed through the Lens of Management Fashion Theory. *Administrative Sciences*, 9(3), 71.
- Marr, B. (2018). *What is Industry 4.0? Here's A Super Easy Explanation for Anyone*. Hentet fra <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/09/02/what-is-industry-4-0-heres-a-super-easy-explanation-for-anyone/#5100a4eb9788>
- Maskuriy, R., Selamat, A., Maresova, P., Krejcar, O. & David, O. O. (2019). Industry 4.0 for the construction industry: review of management perspective. *Economies*, 7(3), 68.
- Maxwell, J. (1992). Understanding and validity in qualitative research. *Harvard educational review*, 62(3), 279-301.
- Miller, D. D. & Brown, E. W. (2018). Artificial intelligence in medical practice: the question to the answer? *The American journal of medicine*, 131(2), 129-133.
- Mitchell, M. L. & Jolley, J. M. (2012). *Research design explained* Cengage Learning.
- Moeuf, A., Pellerin, R., Lamouri, S., Tamayo-Giraldo, S. & Barbaray, R. (2018). The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0. *International Journal of Production Research*, 56(3), 1118-1136.
- Moktadir, M. A., Ali, S. M., Kusi-Sarpong, S. & Shaikh, M. A. A. (2018). Assessing challenges for implementing Industry 4.0: Implications for process safety and environmental protection. *Process Safety and Environmental Protection*, 117, 730-741.
- NESH. (2016). *Forskningsetiske retningslinjer for samfunnsvitenskap, humaniora, juss og teologi* (4. utg. utg.). Oslo: De nasjonale forskningsetiske komiteene. Hentet fra [https://www.etikkom.no/globalassets/documents/publikasjoner-som-pdf/60125\\_fek\\_retningslinjer\\_nesh\\_digital.pdf](https://www.etikkom.no/globalassets/documents/publikasjoner-som-pdf/60125_fek_retningslinjer_nesh_digital.pdf)
- NHO. (2020). Fakta om små og mellomstore bedrifter (SMB). Hentet 22.05.2020 fra <https://www.nho.no/tema/sma-og-mellomstore-bedrifter/artikler/sma-og-mellomstore-bedrifter-smb/>

- NLP. (2019). RFID-merking for pallehåndtering. Hentet 21. november fra <http://www.nlpool.no/en/nyheter123/148-no/nyhetsarkiv/317-rfid-merking-for-palleh%C3%A5ndtering>
- Nolin, J. & Olson, N. (2016). The Internet of Things and convenience. *Internet Research*, 26(2), 360-376.
- 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. *Computers in Industry*, 83, 121-139.
- Oliff, H. & Liu, Y. (2017). Towards Industry 4.0 utilizing data-mining techniques: a case study on quality improvement. *Procedia CIRP*, 63, 167-172.
- Øverby, H. (2018). Tingenes Internett. Hentet 21. november fra [https://snl.no/tingenes\\_internett](https://snl.no/tingenes_internett)
- Pereira, A. & Romero, F. (2017). A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept. *Procedia Manufacturing*, 13, 1206-1214.
- Pereira, T., Barreto, L. & Amaral, A. (2017). Network and information security challenges within Industry 4.0 paradigm. *Procedia Manufacturing*, 13, 1253-1260.
- Pexip. (2020). Video communication as it should be. Hentet 22.05.2020 fra [https://www.pexip.com/?hsa\\_cam=6484889995&hsa\\_grp=100642094545&hsa\\_ad=435330812581&hsa\\_src=g&hsa\\_tgt=kwd-329712538500&hsa\\_kw=%2Bpexip&hsa\\_mt=b&hsa\\_net=adwords&hsa\\_ver=3&gclid=CjwKCAjw8J32BRBCEiwApQEKgd1rjenilFac0Rp\\_10p5sdfD06bAggKTsYwA14lljOurISugkH4dRoCJTUQAvD\\_BwE](https://www.pexip.com/?hsa_cam=6484889995&hsa_grp=100642094545&hsa_ad=435330812581&hsa_src=g&hsa_tgt=kwd-329712538500&hsa_kw=%2Bpexip&hsa_mt=b&hsa_net=adwords&hsa_ver=3&gclid=CjwKCAjw8J32BRBCEiwApQEKgd1rjenilFac0Rp_10p5sdfD06bAggKTsYwA14lljOurISugkH4dRoCJTUQAvD_BwE)
- Rasch, H. O. (2020). Norges brennevinlager blir håndsprit. Hentet 22.05.2020 fra <https://www.dn.no/smak/brennevin/odd-nelvik/koronaviruset/handdesinfeksjon/norges-brennevinslager-blir-handsprit/2-1-780343>
- Regjeringen. (2015). *Produktivitetskomisjonens første rapport: Produktivitet – grunnlag for vekst og velferd*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/dep/fin/pressemeldinger/2015/produktivitet---grunnlag-for-vekst-og-velferd/produktivitetskomisjonens-forste-rapport-produktivitet--grunnlag-for-vekst-og-velferd/id2395292/>
- Reischauer, G. & Leitner, K. (2016). Innovation 4.0: Wie das Innovationspotenzial von Industrie 4.0 analysiert werden kann. *Austrian Management Review*, 6, 76-83.
- Rosvold, K. A. (2018). Aktuator. Hentet 21. november fra <https://snl.no/aktuator>
- Rüßmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Justus, J., Engel, P. & Harnisch, M. (2015). Industry 4.0: The future of productivity and growth in manufacturing industries. *Boston Consulting Group*, 9(1), 54-89.
- Russom, P. (2011). Big data analytics. *TDWI best practices report, fourth quarter*, 19(4), 1-34.
- Salimi, M. (2015). Work 4.0: An enormous potential for economic growth in Germany. *ADAPT Bulletin*, 16.
- Savin-Baden, M. & Major, C. H. (2013). *Qualitative research : the essential guide to theory and practice*. London: Routledge.
- Shih, T.-H. & Fan, X. (2008). Comparing response rates from web and mail surveys: A meta-analysis. *Field methods*, 20(3), 249-271.
- SNL. (2019). Søkemotorer. Hentet 22.05.2020 fra <https://snl.no/s%C3%B8kemotor>
- SSB. (2020). Virksomheter, etter størrelse og fylke. 1. januar. Hentet 28.05.2020 fra <https://www.ssb.no/virksomheter-foretak-og-regnskap/statistikker/bedrifter>
- Stentoft, J., Rajkumar, C. & Madsen, E. S. (2017). Industry 4.0 in Danish Industry. *Department of Entrepreneurship and Relationship Management, University of Southern Denmark*.
- Stojkić, Ž., Veža, I. & Bošnjak, I. (2016). Concept of information system implementation (CRM and ERP) within Industry 4.0. *26th DAAAM International Symposium on Intelligent Manufacturing and Automation*.

- Sturges, J. E. & Hanrahan, K. J. (2004). Comparing telephone and face-to-face qualitative interviewing: a research note. *Qualitative research*, 4(1), 107-118.
- Tidemann, A. (2019). Kunstig intelligens. Hentet 21. november fra [https://snl.no/kunstig\\_intelligens](https://snl.no/kunstig_intelligens)
- Trappey, A., Trappey, C., Govindarajan, U., Chuang, A. & Sun, J. (2017). A review of essential standards and patent landscapes for the Internet of Things: A key enabler for Industry 4.0. *Advanced Engineering Informatics*, 33, 208-229.
- UiO. (2020). Universitetet i Oslo Nettskjema. Hentet 22.05.2020 fra <https://www.uio.no/tjenester/it/adm-app/nettskjema/>
- Vaidya, S., Ambad, P. & Bhosle, S. (2018). Industry 4.0—a glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233-238.
- Walendowski, J., Kroll, H. & Schnabl, E. (2016). Industry 4.0. *Advanced Materials (Nanotechnology)*. Brussels: Technopolis.
- Wang, K. (2016). Intelligent predictive maintenance (IPdM) system—Industry 4.0 scenario. *WIT Transactions on Engineering Sciences*, 113, 259-268.
- Wojciechowski, J. & Suszynski, M. (2017). Optical scanner assisted robotic assembly. *Assembly Automation*.
- Wollschlaeger, M., Sauter, T. & Jasperneite, J. (2017). The future of industrial communication: Automation networks in the era of the internet of things and industry 4.0. *IEEE industrial electronics magazine*, 11(1), 17-27.
- Xu, L. D., He, W. & Li, S. (2014). Internet of Things in Industries: A Survey. *IEEE Transactions on industrial informatics*, 10(4), 2233-2243. <https://doi.org/10.1109/TII.2014.2300753>
- Xu, L. D., Xu, E. L. & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941-2962.
- Yıldırım, İ. (2020). Industry 4.0 and Its Effects on the Insurance Sector. I *Business Management and Communication Perspectives in Industry 4.0* (s. 251-266). IGI Global.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications : design and methods* (6. utgave. utg.). Los Angeles: SAGE.
- Zeithaml, V. A., Parasuraman, A. & Berry, L. L. (1985). Problems and strategies in services marketing. *Journal of marketing*, 49(2), 33-46.
- Zhou, K., Liu, T. & Zhou, L. (2015). Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. *2015 12th International conference on fuzzy systems and knowledge discovery (FSKD)* (s. 2147-2152): IEEE.

## 8. Vedlegg

### 8.1 Introduksjonsbrev

**Bedrift**  
v/representant



USN- Handelshøyskole  
Bredalsveien 14  
3511

#### Forespørsel om deltakelse i masteravhandling

Handelshøyskole (USN) gjennomfører en masteravhandling til en nasjonal studie angående automatisering og digitalisering i ulike produksjonsbedrifter. Intervjuet skal gjennomføres av noen som har god kjennskap til industri 4.0 konseptet, og det kan gjerne være en person i ledelsen av en enhet/avdeling, eller en ekspert på feltet. Datamaterialet skal inngå i et større nasjonalt forskningsprosjekt som en del av masteravhandlingen om industri 4.0 konseptet, samt relevansen, kunnskapsnivået og praksisen i ulike bedrifter.

Studien omhandler relevansen for konseptet industri 4.0 i bedriften, graden av kunnskap og praksis av de ulike konseptene. Vi er interessert i å forstå om verktøyene blir tatt i bruk i norske bedrifter og om disse benyttes i praksis. Vi ønsker også å avdekke graden av kunnskap for å avgjøre hvorvidt norske bedrifter er konkurransedyktige mot utenlandske. På bakgrunn av denne kunnskapen vil vi bedre forstå fordeler, mulige barrierer og hvor relevant dette konseptet er for norske bedrifter, fremtidige investeringer og konkurransedyktighet.

Vi ønsker å utføre et ekspertintervju for å gå i dybden på de ulike temaene. Intervjuet er estimert til å vare ca. 60 minutter og vil ha en semi-strukturert form, noe som innebærer at det er rom for å snakke litt utenfor malen.

Opplysningene som samles inn blir behandlet konfidensielt og i henhold til Datatilsynets regler. Intervjuet vil bli tatt opp på lydband for så å transkriberes i programmet Nvivo. Datamaterialet vil bli brukt til den kvalitative delen for masteravhandlingen og vil bli presentert i en form som gjør at enkeltpersoner og virksomheter ikke kan kjennes igjen. Som forskere er vi underlagt taushetsplikt.

Eventuelle spørsmål om intervjuet og opplegget kan rettes til;  
Masterstudent Simen Ekeland Solberg, Universitetet i Sørøst-Norge, tlf. 97 97 01 47  
Masterstudent Espen Veen Hansen, Universitetet i Sørøst-Norge, tlf. 93 65 70 05

På forhånd *turen* takk for hjelpen!

Simen Ekeland Solberg	Espen Veen Hansen
Masterstudent	Masterstudent
Handelshøyskole USN	Handelshøyskole USN

## 8.2 Samtykkeskjema

### Samtykkeerklæring for intervju for masteravhandling (AVH5000)

#### *Beskrivelse av masteroppgave*

Vi er to masterstudenter som går økonomi og ledelse ved Universitetet Sørøst-Norge. I den forbindelse skriver vi en masteroppgave dette semesteret. Prosjektgruppen består av Simen Ekeland Solberg og Espen Veen Hansen. Veileder er Dag Øivind Madsen (<https://www.usn.no/om-usn/kontakt-oss/ansatte/dag-ovind-madsen>) som kan nås via [dag.ovind.madsen@usn.no](mailto:dag.ovind.madsen@usn.no).

Prosjektet vårt har Industri 4.0 som tema og i prosjektet skal vi undersøke graden av kunnskap, relevans og praksis for norske bedrifter. I prosjektet vårt skal vi intervju bedrifter og enkeltpersoner om temaet Industri 4.0. Formålet med intervjuene er å samle inn kvalitative data til masteroppgaven. Dataene vil bli transkribert og kodet, for så å kunne brukes videre i masteravhandlingen.

#### *Frivillig deltakelse*

All deltakelse er frivillig, og du kan trekke deg når som helst. Vi ønsker å benytte oss av lydopptak og eventuelt notater. Du kan når som helst avslutte intervjuet eller trekke tilbake informasjon som er gitt under intervju eller observasjonen.

#### *Anonymitet*

Notatene og masteroppgaven vil bli anonymisert. Det vil si at ingen andre enn prosjektgruppen vil vite hvem som er blitt intervjuet, og informasjonen vil ikke kunne tilbakeføres til informanten. Prosjektet er registrert i Norsk Senter for forskningsdata (NSD) og vil bli behandlet i henhold til deres retningslinjer. Før intervjuet begynner ber vi deg om å samtykke i deltagelsen ved å undertegne på at du har lest og forstått informasjonen på dette arket og ønsker å delta.

#### *Samtykke*

Jeg har lest og forstått informasjonen over og gir mitt samtykke til å delta i intervjuet.

\_\_\_\_\_  
Sted og Dato

\_\_\_\_\_  
Signatur

## 8.3 Intervjuguide

Intervjuguide – Ekspertintervju

Ustrukturert intervjuguide (ca 30 min)

<p><b>Rammesetting</b></p> <p><i>Ca 5 minutter</i></p>	<p>Løs prat</p> <p><b>Informasjon:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informere om bakgrunnen for intervjuet             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tema Industri 4.0</li> </ul> </li> <li>• Hva intervjuet skal brukes til og forklar taushetsplikten og anonymitet</li> <li>• Fortelle om at vi bruker denne informasjonen både til oppgaven og til å forme en spørreundersøkelse</li> <li>• Få underskrift på samtykkeskjema</li> <li>• Informere om lydopptak</li> <li>• Spør om uklarheter angående prosessen eller intervjuet</li> </ul>
<p><b>Erfaringer</b></p> <p><i>5-10 min</i></p>	<p>Overgangsspørsmål</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvilken rolle har du i bedriften?</li> <li>• Hvilken bransje hører bedriften til?</li> <li>• Hva innebærer industri 4.0 for deg?</li> </ul>
<p><b>I4.0 Graden av kunnskap</b></p> <p><i>15 min</i></p>	<p><b>Kunnskap om I4.0</b></p> <p><i>Hvordan føler du/dere den generelle kunnskapen om I4.0 er i deres bransje?</i></p> <p>Mulige tilleggsspørsmål:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvilken kunnskap har du/bedriften til begrepet Industri 4.0?             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Hvilken kunnskap har de ansatte om begrepet?</li> </ul> </li> <li>• Hvordan kom dere i kontakt med I4.0 konseptet?             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Hvor/når hørte dere først om det?</li> </ul> </li> <li>• Hvilke planer/tiltak arbeider dere med for å øke kunnskapen?</li> <li>• Er det noe du ønsker å utdype eller fortelle mer om?</li> </ul>
<p><b>I4.0 Relevans</b></p> <p><i>15 min</i></p>	<p><b>Relevansen</b></p> <p><i>Hvordan føler du/dere Industri 4.0 er relevant for bedriften eller bransjen deres?</i></p> <p>Mulige tilleggsspørsmål:</p>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kan du forklare litt nærmere?</li> <li>• Kan du forklare litt rundt dette?</li> <li>• Hvordan vil I4.0 være relevant for dere videre?</li> <li>• Har du noen formening om I4.0 er relevant for alle typer bransjer?</li> </ul>
<p><b>I4.0 i Praksis</b></p> <p><i>15min</i></p>	<p><b>Praksis</b></p> <p><i>Hvordan berytter dere I4.0 i praksis?</i></p> <p>Mulige tilleggsspørsmål:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benytter du/bedriften dere av Industri 4.0?             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ I hvilken grad benytter du/bedriften dere av I4.0? (skala fra 1-10)</li> </ul> </li> <li>• Kjenner du/ dere til noen av verktøyene som inngår i 4.0?             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Fortell om disse og hva som benyttes i bedriften?</li> <li>◦ Hvilken effekt har dette på bedriften?</li> </ul> </li> <li>• Hvilke utfordringer ser du/dere ved bruken av Industri 4.0?             <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Hvordan kan disse utfordringene evt. løses?</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Avslutning</b></p>	<p><b>Tilleggsspørsmål</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oppsummering av svarene</li> <li>• Er funnene/svarene korrekte?</li> <li>• Er det noe du/dere ønsker å legge til?</li> </ul>

## 8.4 Invitasjon til spørreundersøkelse (epost)

Emne: Industri 4.0 - Kunnskap, relevans og anvendelse i norske bedrifter

Hei.

Vi håper dere vil ta dere noen minutter til å svare på denne spørreundersøkelsen hvor vi ønsker å undersøke kunnskapsnivået innenfor tema Industri 4.0.

Vi tar imot svar fra alle norske bedrifter, med eller uten kunnskap.

Mer konkret informasjon får du inne på spørreskjema.

Invitasjon til å svare på.

Industri 4.0 - Kunnskap, relevans og anvendelse i norske bedrifter

<https://nettskjema.no/i/<invitasjons-id>>

Mvh

Espen Veen Hansen - masterstudent Universitetet Sørøst-Norge

Simen Ekeland Solberg - masterstudent Universitetet Sørøst-Norge

## 8.5 Påminnelse

Emne: Påminnelse: «Industri 4.0 - Kunnskap, relevans og anvendelse i norske bedrifter»

Takk for god respons. Dette er en påminnelse til de som ikke har svart på spørreundersøkelsen vår angående kunnskapsnivået til norske bedrifter om Industri 4.0, og håper flere ønsker å svare på den.

Ditt svar er meget viktig for oss selv om du har kunnskap om tema eller ikke.

Påminnelse til å svare på

Industri 4.0 - Kunnskap, relevans og anvendelse i norske bedrifter

<https://nettskjema.no/i/<invitasjons-id>>

Mvh

Espen Veen Hansen - masterstudent Universitetet Sørøst-Norge

Simen Ekeland Solberg - masterstudent Universitetet Sørøst-Norge



## 8.6 Spørreskjema inkludert skranker

### Industri 4.0 - Kunnskap, relevans og anvendelse i norske bedrifter

---

Side 1

#### Informasjon

Forespørsel om deltakelse i forskningsprosjekt om Industri 4.0

Vi setter stor pris på om du har anledning til å delta i vårt forskningsprosjekt, som representant for din bedrift. Ditt svar er enormt viktig for oss, da det avgjør kvaliteten på studiens resultater.

Forskningsprosjektet blir utført som en del av vår masterutredning ved Universitetet i Sørøst-Norge denne våren. Undersøkelsen tar 5-10 minutter å gjennomføre. Det er like viktig at bedrifter som ikke har kunnskapen om industri 4.0 å svare på spørreskjemaet, dette vil ta kun 2-5 minutter.

Formålet med undersøkelsen er å kartlegge kunnskapsnivået for industri 4.0 i norske bedrifter. Det er mye oppmerksomhet rundt den "4. industrielle revolusjon", men det er mangel på nyere kvantitative data på dette området i Norge. Vi er derfor interessert i å se hvordan konseptet industri 4.0 er relevant og i hvilken grad dette anvendes i norske bedrifter, samt utfordringer og effekter ved bruken av det.

Datamaterialet blir bare brukt til statistiske analyser i forskningssammenheng, og materialet blir presentert på en form som gjør at enkeltpersoner eller bedrifter ikke kan identifiseres.

Ved eventuelle spørsmål benytt mailadressen: [222302@student.usn.no](mailto:222302@student.usn.no)

På forhånd tusen takk for hjelpen.

Med vennlig hilsen

Simen Ekeland Solberg - masterstudent, USN Handelshøyskole

Espen Veen Hansen - masterstudent, USN Handelshøyskole

Side 2

#### Bakgrunnsinformasjon

Du samtykker i å delta i undersøkelsen ved å svare på spørsmålene og sende dem inn ved å klikke på «Send» på siste side.

Hva er din stilling? \*

Daglig leder

Økonomisjef


Rådgiver/Konsulent

Fagleder/mellomleder

Medarbeider

Annet

Hvis annet, beskriv din stilling

 Dette elementet vises kun dersom alternativet «Annet» er valgt i spørsmålet «Hva er din stilling?»

Hvilken næring tilhører deres bedrift? \*

- Jordbruk, skogbruk og fiske
- Bergverksdrift og utvinning
- Industri
- Elektrisitets-, gass-, damp- og varmtvannsforsyning
- Vannforsyning, avløps- og renovasjonsvirksomhet
- Bygge- og anleggsvirksomhet
- Varehandel, reparasjon av motorvogner
- Transport og lagring
- Overnattings- og serveringsvirksomhet
- Informasjon og kommunikasjon
- Finansierings- og forsikringsvirksomhet
- Omsetning og drift av fast eiendom
- Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting
- Forretningsmessig tjenesteyting
- Offentlig administrasjon og forsvar, og trygdeordninger underlagt offentlig forvaltning
- Undervisning
- Helse- og sosialtjenester
- Kulturell virksomhet, underholdning og fritidsaktiviteter
- Annen virksomhet

Antall ansatte i bedriften? \*

- 1-20
- 21-100
- 101-500
- 501-2000
- Over 2000

I hvilken del av Norge hører bedriften til? \*

Her kan du krysse av på fler om bedriften holder til flere steder i Norge

- Nord-Norge
- Midt-Norge
- Sørlandet
- Vestlandet
- Østlandet

Kjenner du til begrepet Industri 4.0?

- Ja
- Nei

Har bedriften implementert eller planlegger å implementere en digital strategi? \*

**i** Dette elementet vises kun dersom alternativet «Nei» er valgt i spørsmålet «Kjenner du til begrepet Industri 4.0?»

- Planlegger ikke
- Planlegger å implementere
- Allerede implementert

Hva er grunnen for at bedriften ikke planlegger å implentere en digital strategi? \*

**i** Dette elementet vises kun dersom alternativet «Planlegger ikke» er valgt i spørsmålet «Har bedriften implementert eller planlegger å implementere en digital strategi?»

(Mulig å velge flere alternativ)

- Høye investeringskostnader
- Mangel på digitale ferdigheter
- Har allerede god IT-sikkerhet
- Krever ekstern kunnskap
- Annen grunn

Hvis annen, forklar kort grunnen for at bedriften ikke planlegger å implementere en digital strategi \*

**i** Dette elementet vises kun dersom alternativet «Annen grunn» er valgt i spørsmålet «Hva er grunnen for at bedriften ikke planlegger å implentere en digital strategi?»

### Hvordan kom du i kontakt med begrepet industri 4.0 første gang? \*

1 Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Kjenner du til begrepet Industri 4.0?»

(Mulig å velge flere alternativ)

- Studietur
- Konsulentvirksomhet
- Utdanningsprogram
- Media
- Bransjenettverk
- Kurs/konferanse
- Annen

### Hvis annen, beskriv hvor du kom i kontakt med begrepet industri 4.0 \*

1 Dette elementet vises kun dersom alternativet «Annen» er valgt i spørsmålet «Hvordan kom du i kontakt med begrepet industri 4.0 første gang?»

1 Dette elementet vises kun dersom alternativet «Nei» er valgt i spørsmålet «Kjenner du til begrepet Industri 4.0?»

Forklaring av begreper som vil bli brukt videre i undersøkelsen:

**3D printing** - en teknologi som skriver ut et objekt i lag.

**3D scanning** - en enhet som gjør det mulig å analysere ekte gjenstander ved å fange deres former, farger og utseende innen digital informasjon.

**Roboter** - programmerbart produksjonsutstyr med manipulatorer som gripearmer og sensorer som styrer robotens oppførsel.

**Avanserte materialer** - forskjellige typer materialer, for eksempel: faseovergangsmaterialer, hydrogeler, nano- og mikropartikler, sement-baserte materialer

**Utvidet virkelighet** - kombinerer data fra den fysiske verden med virtuell data, eksempel ved bruk av grafikk og lyd.

**Mobil/trådløst internett** - en teknologi som lar en få tilgang til internett gjennom smartenheter.

**Smarte sensorer** - enheter som tar innspill fra det fysiske miljøet og bruker integrert maskinkilder for å lage forhåndsdefinerte funksjoner ved gjenkjenning av spesifikk input og deretter behandle data før det videreføres.

**Fjernkontroll** - en etablering av individuell kommunikasjonsløsning mellom maskinleverandøren og bruker.

**ERP-systemer** - Enterprise resource planning er programvare som støtter opp om flere av en bedrifts virksomhetsområder, som produksjon, lager, salg, innkjøp og økonomi

**CRM-systemer** - Customer relationship management brukes for å beholde og utvikle kunderelasjoner.

**Simulering** - En prosess for å lage en modell av en pågående eller et nytt foreslått system med det formål å identifisere og forstå faktorene som styrer systemet.

**Big data/datafangst** - en helhetlig tilnærming for å få handlingsdyktige innsikter for å skape konkurransefortrinn på bakgrunn av store mengder data.

**Digital dokumentasjon** - All dokumentasjon som produseres og lagres digitalt.

**Automatisk analyse** - en prosess som hjelper med å håndtere data så vel som å få kunnskap fra data

**Nettsky/skyløsninger/skylagring** - Et konsept som angir distribusjoner av programvare og tjenester gjennom internett. Data som blir gjort tilgjengelig i "skyen".

### Industri 4.0 teknologiske verktøy (Kunnskap)

I Industri 4.0 litteraturen skrives det om teknologiske verktøy som er sentrale i I4.0. Nedenfor kommer det en liste over disse og svarene blir målt på en skala 1-7 (hvor 1 er ingen kunnskap og 7 er svært god kunnskap).

I hvilken grad dere har kunnskap om disse teknologiske verktøyene?

	Ingen kunnskap (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Svært god kunnskap (7)
3D printing *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3D scanning *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Roboter *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avanserte materialer *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utvidet vinkelighet *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mobilitrådløst internett *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Smarte sensorer *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fjernkontrollering *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
<b>ERP-systemer *</b>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CRM-systemer *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Simulering *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Big Data/Datfangst *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Digital dokumentasjon *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Automatisk analyse/Visuell dataframstilling *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nettskytjenesninger/Skylagring *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

1 Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Kjenner du til begrepet Industri 4.0?»

## Relevans

	Ikke relevant (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Svært relevant (7)
I hvilken grad er Industri 4.0 relevant for bedriften? *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Nedenfor er en liste over konsepter innenfor Industri 4.0. Hvilke av disse er relevant for bedriften? \*

1 Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Kjenner du til begrepet Industri 4.0?»

(Mulig å velge flere alternativ)

- Stordata (Big Data)
- Cyber-fysiske systemer (CPS)
- Internet of Things (IoT)
- Smarte fabrikker
- Kunstig intelligens

## Industri 4.0 teknologiske verktøy (Relevans)

Nedenfor kommer det en liste over teknologiske verktøy og svarene blir målt på en skala 1-7 (hvor 1 er "ikke relevant" og 7 er "svært høy relevans").

I hvilken grad de teknologiske verktøyene er relevant for bedriften?

	Ikke relevant (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Svært høy relevans (7)
3D printing *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3D scanning *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Roboter *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avanserte materialer *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utvidet virkelighet *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mobil/trådløst internett *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Smarte sensorer *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fjernkontrollering *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ERP-systemer *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CRM-systemer *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Simulering *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Big Data/Datafangst *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Digital dokumentasjon *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Automatisk analyse/Visuell dataframstilling *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nettsky/skytjenester/Skylagring *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

## Anvendelse \*

**i** Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Kjenner du til begrepet Industri 4.0?»

Benytter bedriften Industri 4.0?

Ja

Nei

I hvilket tidsrom har deres bedrift benyttet industri 4.0? \*

**i** Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Anvendelse»

(angi tidsrom, for eksempel: 2015-2020)

Hva er grunnen til at bedriften ikke anvender industri 4.0? \*

**i** Dette elementet vises kun dersom alternativet «Nei» er valgt i spørsmålet «Anvendelse»

Tidkrevende

Kostnadskrevende

Lite interesser fra ledelsen

Ikke nødvendig for bedriften

For lite kunnskap om industri 4.0

**i** Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Anvendelse»

## Anvendelse

	Ingen anvendelse (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Svært god anvendelse (7)
I hvilken grad anvender bedriften Industri 4.0? *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Nedenfor er en liste over konsepter innenfor Industri 4.0. Hvilke av disse tar dere i bruk? \*

**i** Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Anvendelse»

(Mulig å velge flere alternativ)

Stordata (Big Data)

Cyber-fysiske systemer (CPS)

Internet of Things (IoT)

Smarte fabrikker

Kunstig intelligens

### Industri 4.0 teknologiske verktøy (Anvendelse)

I Industri 4.0 litteraturen skrives det om teknologiske verktøy som er sentrale. Nedenfor kommer det en liste over disse og svarene blir målt på en skala 1-7 (hvor 1 er ingen anvendelse og 7 er svært høy anvendelse).

I hvilken grad dere tar i bruk de ulike teknologiske verktøyene i bedriften?

	Ingen anvendelse (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Svært høy anvendelse (7)
3D printing *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3D Scanning *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Roboter *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Avanserte materialer *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utvidet virkelighet *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Mobiltrådløst internett *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Smarte sensorer *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Fjernkontrollering *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ERP-systemer *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
CRM-systemer *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Simulering *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Big data/Datafangst *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Digital dokumentasjon *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Automatisk analyse/Visuell dataframstilling *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nettsky/Skylesningen/Skylagring *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>



## Utfordringer \*

- 1** Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Anvendelse»

Hvilke utfordringer har bedriften i anvendelse av industri 4.0 verktøy?

(Mulig å velge flere alternativ)

- Investeringskostnader
- Datasikkerhet
- IT-infrastruktur
- Tidkrevende
- Ressurskrevende
- Lite kvalifisert arbeidskraft
- Uklare økonomiske gevinster
- Kostnader generelt
- Mangel på kunnskap om industri 4.0

- 1** Dette elementet vises kun dersom alternativet «Ja» er valgt i spørsmålet «Anvendelse»

## Effekter

Hvilke effekter opplever bedriften ved anvendelse av industri 4.0 verktøy?

	Ingen effekt (1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Svært høy effekt (7)
Tidsbesparende *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kostnadsreduserende *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Kvalitetsforbedringer *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Økt fleksibilitet *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Redusering av feilkilder *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Bedre beslutningsgrunnlag *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Økt produktivitet *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Økt datasikkerhet *	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Hvis det er noe du ønsker å legge til skriv det under her.

Dersom bedriften ønsker å delta på et oppfølgingsintervju per telefon, kan du kontakte oss på mailadresse: [222302@usn.no](mailto:222302@usn.no)

Takk for at du deltok og fullførte undersøkelsen vår. Trykk "Send" for å fullføre.