



UNIVERSITETET I AGDER

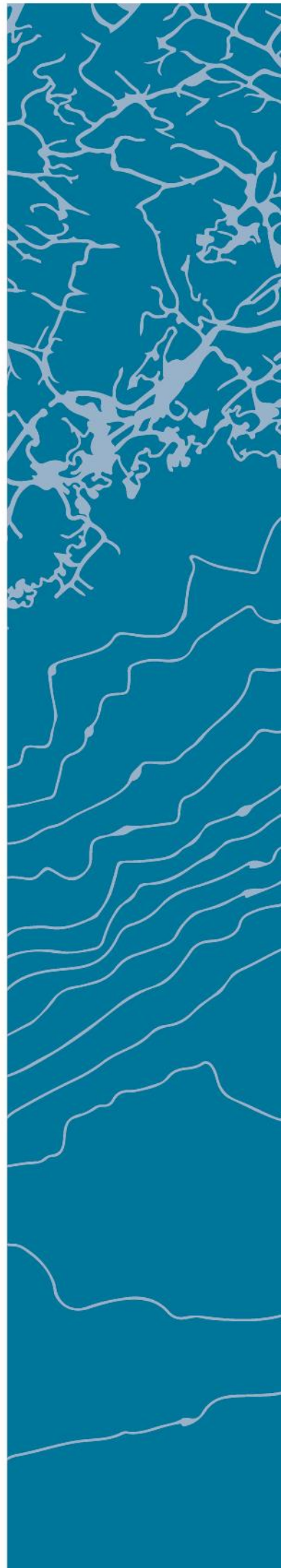
# Små og mellomstore bedrifters utfordringer mot Industri 4.0

En flerkildestudie av norske bedrifter

SONDRE LEANDER AUSTBØ,  
JARLE DYBING

VEILEDER  
Knut Erik Bonnier

**Universitetet i Agder, 2019**  
Fakultet for teknologi og realfag  
Institutt for ingeniørvitenskap





## Forord

Denne masteroppgaven er skrevet som den avsluttende oppgaven i masterprogrammet Industriell Økonomi og Teknologiledelse ved Universitetet i Agder, våren 2019.

Oppgaven benytter en flerkildestudie for å belyse utfordringer små og mellomstore bedrifter har i arbeidet med implementeringen av Industri 4.0, som blir beskrevet som den fjerde industrielle revolusjonen. Idéen bak valgt av tema ble først presentert for oss av Ingvild Jensen med prosjektet *Digifab Industri 4.0*, der et av hovedmålene er å utvikle tjenester for å hjelpe små og mellomstore bedrifter med å skape veikart til Industri 4.0. Ved å belyse utfordringene, er håpet at fremtidig forskning kan bli rettet mot å utvikle løsninger for å imøtekomme disse.

Vi ønsker å rette en stor takk til veileder Knut Erik Bonnier, som har vært engasjert og stilt opp for oss underveis i skrivingen av denne oppgaven. Ingvild Jensen skal også takkes for å ha introdusert oss for temaet, samt hennes bidrag med å sette oss i kontakt med aktuelle bedrifter. Vi vil også takke Elli Verhulst fra NTNU for rettledning og innspill i utformingen av oppgaven. En takk må til slutt også rettes til deltagerne i spørreundersøkelsen og informantene som stilte opp til intervju for å muliggjøre oppgaven.

Grimstad, 24. mai 2019.

---

Sondre L. Austbø

---

Jarle Dybing



## Sammendrag

Målet med denne oppgaven er å identifisere utfordringer norske små og mellomstore bedrifter (SMB) har mot implementeringen av Industri 4.0. Temaet har sin relevans ved at Industri 4.0 blir sagt å være den første industrielle revolusjonen til å bli spådd før den faktisk har inntrådt for fullt. Den akademiske litteraturen på området er av nyere dato, og gir dermed ikke et tydelig bilde av hvilke utfordringer bedrifter egentlig står ovenfor. Samtidig består en stor andel av det norske næringslivet av SMB, og det indikeres gjennom eksisterende litteratur at disse bedriftene ofte har andre utfordringer enn større bedrifter i denne sammenheng.

Vårt arbeid kan sies å være utforskende, og vi belyser problemstillingen ved å ta i bruk en flerkildestudie som bygger på: (1) å frembringe relevante utfordringer på bakgrunn av vitenskapelig litteratur som omtaler Industri 4.0 og SMB, (2) gjennomføre intervju av fire SMB og en leverandør av Industri 4.0 løsninger, og til sist ved (3) å gjennomføre en spørreundersøkelse basert på de identifiserte utfordringene.

For å sikre reliabiliteten av den empiriske dataen fra intervjuene, ble litteraturens omtale av Industri 4.0 og de intervjuede bedriftenes forståelse sammenlignet. Funnene viste at forståelsen i stor grad er sammenfallende. Det ble fra spørreundersøkelsen derimot indikert at SMB generelt har en mindre forståelse for Industri 4.0, sammenlignet med større bedrifter. Videre ble det gjennom litteratursøket identifisert 17 utfordringer, hvorav følgende seks utfordringer fikk særs støtte fra vår empiri: investeringer, databehandling, eksisterende produksjon, IT-infrastruktur, implementeringsløsninger og teknisk kompetanse. I tillegg trekkes også mangel på tid frem som en betydelig utfordring.

Det konkluderes med at samarbeid er viktig for SMB for å opparbeide seg forståelse for Industri 4.0. Oppgaven konkluderer også med at litteraturen og bedriftene langt på vei er samstemte i hvilke utfordringer som er relevante ved implementeringen av Industri 4.0. Vi mener med dette at oppgaven er et viktig bidrag i arbeidet med å belyse utfordringer SMB har mot implementeringen av Industri 4.0.

## Innholdsfortegnelse

Forord .....	II
Sammendrag .....	IV
1 Introduksjon .....	1
2 Bakgrunn for Industri 4.0 .....	3
2.1 Revolusjon eller evolusjon? .....	5
3 Teori .....	8
3.1 Industri 4.0 .....	8
3.1.1 Designprinsipper for Industri 4.0 .....	9
3.1.2 Internet of Things .....	10
3.1.3 Internet of Services .....	11
3.1.4 Cyber-fysiske systemer .....	12
3.1.5 Smart bedrift .....	12
3.1.6 Tre dimensjoner av integrasjon .....	14
3.2 Små og mellomstore bedrifter .....	16
3.2.1 Definisjon .....	16
3.2.2 Antall SMB i Norge .....	16
3.2.3 Særtrekk ved SMB .....	17
3.3 Forskningsmodell .....	20
4 Metode .....	21
4.1 Forskningsdesign .....	21
4.2 Litteratursøk .....	24
4.2.1 Analyse .....	25
4.3 Intervju .....	26
4.3.1 Analyse .....	27
4.4 Spørreundersøkelse .....	27
4.4.1 Utformingen av undersøkelsen .....	28
4.4.2 Utvalget .....	28
4.4.3 Analyse .....	29
4.5 Etiske vurderinger .....	30
4.6 Validitet, reliabilitet og begrensinger .....	31
5 Resultater .....	34
5.1 Litteratursøk .....	34
5.2 Intervju .....	36

5.3	Spørreundersøkelse.....	43
5.3.1	Del 1 – Bedriftstørrelse vs. forståelse og strategi .....	43
5.3.2	Del 2 – SMB sin oppfattelse av utfordringenes relevans .....	44
6	Diskusjon .....	50
6.1	Forståelsen av Industri 4.0.....	50
6.2	Identifiserte utfordringer.....	52
6.2.1	Oppsummering .....	69
7	Konklusjon.....	70
	Kildeliste .....	71
	Vedlegg .....	77

**Figurliste:**

Figur 1 - De fire industrielle revolusjonene, basert på Kagermann et al. (2013).....	3
Figur 2 - Utviklingen mellom produktvariasjon og produktivitet (Wang et al., 2017).....	5
Figur 3 - Industri 4.0-rammeverket (Sangmahachai, 2015) .....	10
Figur 4 - Internet of Services delt opp i tre undernivåer (Moreno-Vozmediano et al., 2013) .	11
Figur 5 - Rammeverk for smart bedrift (Wang, Wan, Zhang, et al., 2016) .....	13
Figur 6 - Forholdet mellom smarte bedrifter og kunder (Shrouf et al., 2014) .....	14
Figur 7 - Tre typer av integrasjon og forholdet mellom dem (Wang, Wan, Li, et al., 2016)...	14
Figur 8 - Endringsmuligheter for SMB (Madsen, 2007).....	17
Figur 9 - Forskningsmodell .....	20
Figur 10 - Rekkefølge på metoder for datainnsamling .....	22
Figur 11 - Induktiv, deduktiv og abduktiv (Koskela et al., 2017).....	24
Figur 12 - Intervjuprosessen.....	27

**Tabelliste:**

Tabell 1 - Sammenligninger mellom Industri 3.0 og Industri 4.0 (Torn & Vaneker, 2019).....	7
Tabell 2 - Størrelsesinndelinger for bedrifter i Norge og EU .....	16
Tabell 3 - Industribedrifter 2019, fordelt etter størrelse .....	16
Tabell 4 - Karakteristikker for SMB sammenlignet med større bedrifter. ....	19
Tabell 5 - Forutsetninger ved den pragmatiske tilnærmingen (Jacobsen, 2005, s. 42) .....	21
Tabell 6 - Oversikt, kvalitativ og kvalitativ metode (Jacobsen, 2005, s. 135).....	23
Tabell 7 - Kombinasjon av søkeord i litteratursøket .....	25
Tabell 8 - Oppsummering validitet og reliabilitet .....	31
Tabell 9 - utfordringer for SMB mot Industri 4.0 identifisert gjennom litteratursøk.....	35
Tabell 10 - Oversikt over intervjuede bedrifter og leverandør.....	36
Tabell 11 - Bedriftsstørrelse vs. forståelse av Industri 4.0.....	44
Tabell 12 - Bedriftsstørrelse vs. Industri 4.0 som en del av strategien .....	44
Tabell 13 - Resultat spørreundersøkelse del 2 .....	44
Tabell 14 - Resultat spørreundersøkelse del 2 .....	49
Tabell 15 - Kobling bedriftens forståelse mot teori .....	50
Tabell 16 - Oppsummering utvalgte utfordringer .....	69



## 1 Introduksjon

Innenfor produksjon har fremskritt innen vitenskap og teknologi kontinuerlig støttet utviklingen av industrialisering over hele verden (Belvedere, Grando & Bielli, 2013). I produktivitetskomisjonens andre rapport fra 2016 vises det til at produktivitetsveksten i Norge har falt de siste årene, og at vi nå står ved et vendepunkt der oljenæringen ikke lenger vil være den samme driveren for norsk industri (NOU 2016: 3, 2016). Det blir i rapporten hevdet at digitalisering vil gi store samfunnsmessige gevinster, der ny teknologi danner store potensialer for effektivisering.

Effektivisering gjennom de tre foregående industrielle revolusjonene har henholdsvis bygget på: mekanisering, elektrifisering og IT (Gilchrist, 2016). Nå står det som omtales som den fjerde industrielle revolusjonen – Industri 4.0 (I4.0) – for tur. Begrepet stammer fra et fremtidsrettet prosjekt igangsatt av den tyske regjeringen som en del av deres «High-Tech Strategy 2020 for Germany», og involverer teknisk integrasjon av *cyber-fysiske systemer* (CPS) i produksjon og logistikk, samt bruken av *Internet of Things* (IoT) og *Internet of Services* (IoS) i industrielle prosesser (Kagermann, Helbig, Hellinger & Wahlster, 2013). I4.0 blir sagt å definere en metodologi for å generere en transformasjon fra maskindominert produksjon til en digital produksjon (Oztemel & Gursev, 2018), men det eksakte innholdet i denne revolusjonen og hva det innebærer diskuteres fortsatt (Hofmann & Rüsç, 2017).

Små og mellomstore bedrifter (SMB) står i dag for 99,4% av alle virksomheter i Norge, og er ifølge en uttalelse fra næringsministeren, Torbjørn Røe Isaksen, «ryggraden i norsk næringsliv» (Regjeringen.no, 2018). Til tross for at det henvises til store økonomiske potensialer for disse bedriftene (Schröder, 2016), er det fortsatt mange som har dårligere forutsetninger og dermed ikke er klare for endringene I4.0 vil innebære (Kagermann et al., 2013). SMB vet gjerne at noe må gjøres, men vet ikke hvordan eller hvor de skal starte (Maier & Student, 2015). Radziwon, Bilberg, Bogers og Madsen (2014, s. 1188) peker på mangelen av løsninger rettet mot SMB og uttaler at «[...] in order to develop solutions for small companies, there is a need of in-depth understanding of their problems, needs and capabilities». Det vises også til at mindre bedrifter ofte har andre utfordringer enn større bedrifter i denne sammenheng (Müller, Maier, Veile & Voigt, 2017). Følgende problemstilling er derfor blitt satt:

*Hva er utfordringene norske små og mellomstore bedrifter har mot Industri 4.0?*

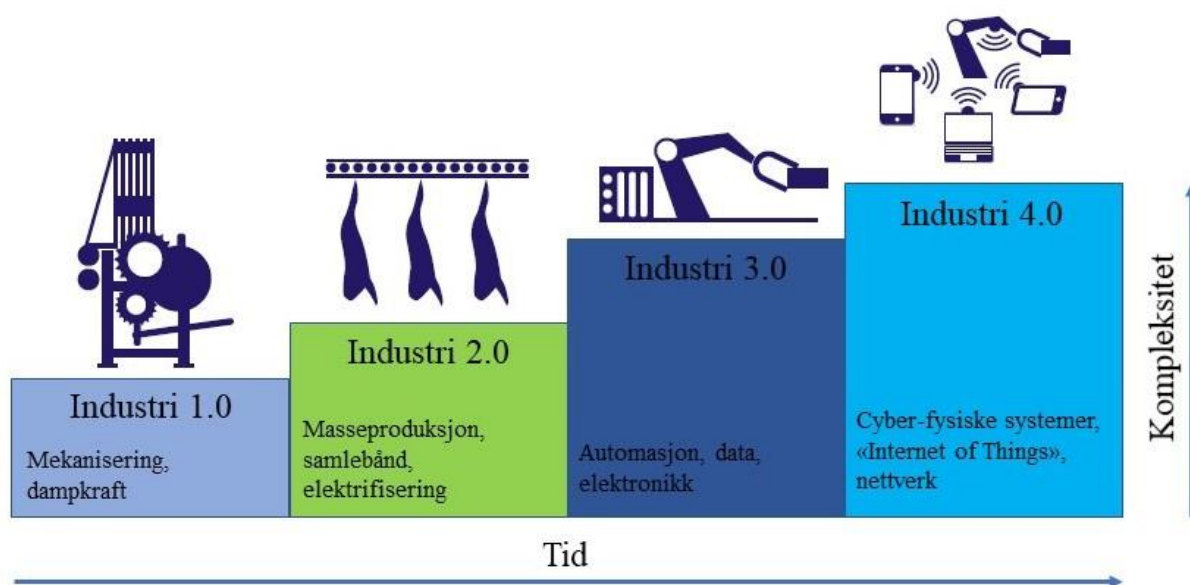
Med andre ord griper vi fatt i det forhold at mens I4.0 er fremholdt som en hovedutfordring for næringslivet fremover, gir ikke litteraturen noe tydelig bilde av hvilke utfordringer bedriftene egentlig står overfor. I særlig grad gjelder dette for SMB, som utgjør den vesentlige delen av norsk næringsliv. Vår problemstilling er altså meget aktuell. Den akademiske litteraturen på området er av nyere dato, og teoritilfanget er dermed begrenset. Vårt arbeid er derfor utforskende (eksplorativt). Vi belyser problemstillingen ved (1) å frembringe relevante utfordringer på bakgrunn av den vitenskapelige litteraturen som omtaler I4.0 og SMB, (2) gjennomføre intervju av fire SMB og en leverandør, og til sist (3) ved å gjennomføre en spørreundersøkelse og anvende enkel statistisk analyse av dataene.

I det videre gir vi i Kapittel 2 et overblikk over I4.0: Den historiske bakgrunnen, hvordan I4.0 arter seg i dag og drøfter hvorvidt I4.0 virkelig representerer noe nytt. Deretter, i Kapittel 3, blir teori tilknyttet I4.0 og SMB, samt forskningsmodell for oppgaven presentert. Videre, i Kapittel 4, gjør vi rede for metoden som er benyttet, samt dens styrker og svakheter. I Kapittel 5 legger vi fram resultatene. I Kapittel 6 følger drøftingen av resultatene i sammenheng med litteraturen. Her peker vi også på våre bidrag til litteraturen. Til slutt, i Kapittel 7, runder vi av med å sammenfatte oppgaven, peke på våre viktigste funn og foreslår retninger for fremtidig forskning på området.

## 2 Bakgrunn for Industri 4.0

Industrien er den delen av økonomien som skaper verdi gjennom foredling av råstoff eller råvarer (Isaksen & Gram, 2018). Teknologiske utviklinger har siden industrialiseringens start skapt paradigmeskifter innen produksjon av varer, kjent som industrielle revolusjoner. Disse er illustrert i Figur 1.

Den første industrielle revolusjonen fant sted i siste halvdel av 1700-tallet og symboliserte overgangen fra håndverksproduksjon til bruken av mekanisk drivkraft, som dampmaskiner. Dette skapte grunnlaget for masseproduksjon og dannelsen av bedrifter (Bull & Tvedt, 2019). Fra 1870-tallet førte elektrifisering og effektivisering av produksjonslinjer til den andre industrielle revolusjonen der fremveksten av taylorismen og bruken av samlebånd fikk sitt gjennomslag. Henry Ford og samlebåndproduksjonen av Ford Model T representerer bruken av samlebåndsprinsippet inspirert av masseproduksjonen fra et slaktehus i Chicago (Kagermann et al., 2013). Den tredje industrielle revolusjonen omtales som den digitale revolusjonen, der introduksjonen av programmerbar logisk styring (PLS) i starten av 1970-tallet førte til muligheten for økt grad av automasjon og bruken av roboter i produksjonen. Dette muliggjorde produksjonslinjer med liten grad av menneskelig interaksjon (Kagermann et al., 2013).



Figur 1 - De fire industrielle revolusjonene, basert på Kagermann et al. (2013)

Markedet har gjennom de industrielle revolusjonene snudd fra å være et selger-dominert marked, der produksjonen var flaskehalsen, som førte til at bedrifter fokuserte på økt masseproduksjon på bekostning av produktvariasjon, til et kjøper-dominert marked som har

utfordret bedriftene til å arbeide med produktdiversifisering (Wang, Ma, Yang & Wang, 2017). Dette har ført til at *Lean Production* (veltrimmet produksjon) har fått enorm popularitet gjennom sin metodikk med fokus på eliminering av sløsing i produksjonen, noe som bidrar til å opprettholde effektiviteten på tross av produktvariasjonen (Womack, Jones & Roos, 1990). En økende grad av variasjon sammen med stadig kortere produktlivssykluser krever produksjonssystemer som har evne til å håndtere økt kompleksitet (Brettel, Friederichsen, Keller & Rosenberg, 2014).

For å kunne håndtere den økte kompleksiteten innen produksjon tilknyttet den globale trenden for verdensmarkedet, har utviklingen av CPS bidratt til å skape en bro mellom den fysiske verden og den digitale informasjon som omringer den (Rajkumar, Lee, Sha & Stankovic, 2010). Dette har blitt muliggjort av utviklingen innen informasjons- og kommunikasjonsteknologi de siste 30 årene. Denne utviklingen, sammen med lanseringen av IPv6<sup>1</sup>, har bidratt til økt tilgjengelighet, rimeligere sensorer og datainnsamlingssystemer som har evnen til å generere enorme mengder data, kjent som *Big Data*.

Dette bidrog til visjonen om den fjerde industrielle revolusjonen, som ble lagt fram på Hannovermessen i 2011. Initiativtakerne Kagermann, Lukas og Wahlster (2011) så for seg hvordan IoT sammen med IoS kunne skape et nytt paradigmeskifte. Hensikten var å sikre industrien i Tyskland mot fremtiden i et høylønnsland, med stadig større global konkurranse. De tyske myndighetene støttet denne idéen ved å integrere I4.0 som en del av deres «High-Tech Strategy 2020 for Germany» rettet mot å bli ledende innen teknologisk innovasjon. Dette førte til dannelsen av «Industrie 4.0 Working Group» (I4WG), som er en del av «Plattform Industrie 4.0», som nå består av seks grupper med hvert sitt fokusområde i utviklingen av I4.0<sup>2</sup>.

I 2013 publiserte I4WG en rapport med anbefalinger for implementering av I4.0. Her presenteres det en «dual strategy» (dobbelstrategi) for Tyskland med fokus på (1) å bli ledende innen utvikling, produksjon og markedsføring av I4.0-produkter, og (2) opprettholde og utvikle markedsledelsen innen produksjonsindustrien gjennom I4.0 (Kagermann et al., 2013). Dette skal muliggjøres ved å sette fokus på å skape brukervennlige løsninger sammen med nye IT-løsninger for å skape en jevn overgang fra eksisterende IT-systemer mot en integrering av CPS. Samtidig skal nettverksbygging og et enda tettere samarbeid mellom bedrifter etableres for å

---

<sup>1</sup> IPv6 er versjon 6 av internett-protokollen og etterfølgeren av IPv4. Den største endringer er antall IP-adresser. Fra  $3,4 * 10^9$  til  $3,4 * 10^{38}$ . (<https://www.worldipv6launch.org/>) [21.03.2019].

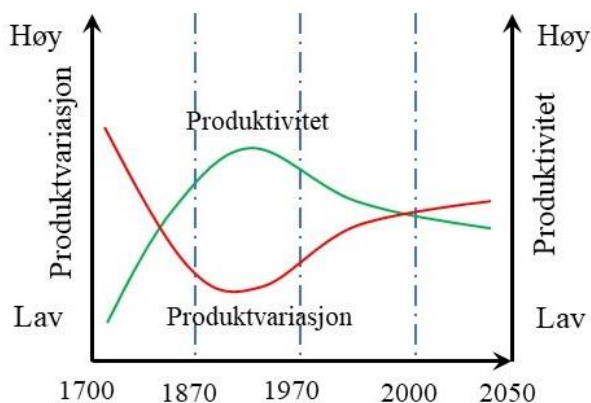
<sup>2</sup> De seks gruppene er: (1) Reference Architectures, Standards and Norms, (2) Technology and Application Scenarios, (3) Security of Networked Systems, (4) Legal Framework, (5) Work, Education and Training, (6) Digital Business Models in Industrie 4.0. Hentet fra <https://www.plattform-i40.de/> [21.03.2019].

kunne arbeid mot en digital integrasjon av forskjellige verdiskapningsledd, produkter og tilhørende produksjonssystem. Utfordringen med å integrere disse nye verdinettverkene på et globalt nivå, men også på et regionalt nivå hvor SMB opererer, pekes på i rapporten.

Den digitale transformasjonen som finner sted i Tyskland har også fått oppmerksomhet fra bedrifter og myndigheter over store deler av verden. Tiltak på nasjonalt nivå har blant annet startet i USA, Frankrike, Storbritannia, Sør-Korea, Kina, Japan og Singapore (Liao, Deschamps, Loures & Ramos, 2017). Alle med mål om å ruste seg for fremtidens produksjon. Regjeringen i Norge har også lagt merke til utviklingen, og har i Industrimeldingen fra 2017 lagt fram at et av målene er å tilrettelegge for drøfting rundt digitaliseringsutfordringene i industrien. Det skal gjøres ved å etablere et forum (gitt navnet Digital21) der myndigheter, toppledere fra industrien, kunnskapsmiljøer og parter i arbeidslivet skal kunne drøfte utfordringer med digitalisering i industrien, utvikle en felles forståelse av ulike aktørers rolle og ansvar, og gi innspill til videre politikkutvikling (Nærings- og fiskeridepartementet, 2017).

## 2.1 Revolusjon eller evolusjon?

I4.0 er den første industrielle revolusjonen til å bli annonsert før den faktisk har inntruffet for fullt (Drath & Horch, 2014). De tidligere revolusjonene har hatt stor påvirkning på industrielle prosesser gjennom disruptive teknologier, som dampmotoren, elektrisitet og digital teknologi (Kagermann et al., 2013). Wang et al. (2017) illustrerer en sammenheng mellom produktivitet og produktvariasjon gjennom de industrielle revolusjonene i Figur 2. Her fremkommer det at det etter den andre industrielle revolusjonen har vært en utvikling mot en høyere grad av produktvariasjon mens produktiviteten har sunket.



Figur 2 - Utviklingen mellom produktvariasjon og produktivitet (Wang et al., 2017)

Torn og Vaneker (2019) trekker likheter mellom fleksibiliteten I4.0 tilbyr og fleksibiliteten håndverksproduksjonen hadde ved den første industrielle revolusjonen. I4.0s konsept om modulære, selvkonfigurerende systemer som enkelt kan bli omorganisert står i stil med utviklingstrenden med kortere livssykluser for produkter og tjenester, som krever fleksibilitet og smidighet, muliggjort av blant annet CPS (Weyer, Schmitt, Ohmer & Gorecky, 2015). Samtidig kan dette også muliggjøre lønnsom produksjon av tilpassede og små-serie produkter (Wang, Wan, Li & Zhang, 2016).

Teknologier som har muliggjort de tidligere industrielle revolusjonene blir omtalt som «general purpose technologies» (GPT), og blir beskrevet som «... new method of producing and inventing that is important enough to have a protracted aggregate impact» (Jovanovic & Rousseau, 2005, s. 1181). Bresnahan og Trajtenberg (1995) argumenterer for at en GPT må oppfylle følgende tre kriterier: (1) Gjennomtrengningskraft, den må kunne benyttes i de fleste sektorer; (2) Forbedring, den må kunne forbedres over tid og bli rimeligere over tid; (3) Innovasjonsskapende, den må gjøre det enklere å utvikle og produsere nye produkter og prosesser.

Klingenberg (2017) argumenterer for at CPS, som blir beskrevet som den viktigste teknologien for I4.0 (Kagermann et al., 2013), innehar alle elementene av en GPT, fordi den kan benyttes innenfor flere sektorer, forbedres og har utløst flere innovasjoner, som smarte bedrifter, smarte byer og smart «farming» (jordbruk). Noe som taler for at I4.0 innehar teknologi med likhetstrekk fra de samme disruptive teknologiene som var med å utløse de tidligere revolusjonene.

Mange av teknologiene bedrifter tar i bruk i sitt arbeid med I4.0 (e.g. RFID, sensorer, 3D-printing) er ikke revolusjonære i den forstand at de er nye og starter store omveltninger i industrien. Teknologimessig kan det derfor diskuteres for at det er en gradvis utvikling som har tatt plass de siste tiårene. Det kan derimot argumenteres for at sammenkoblingen av teknologier gjennom I4.0, der CPS ligger til grunn, fra produksjonsgulvet til bedrifts nivå, for å skape bedre flyt, kontroll og effektivitet gjennom hele verdikjeden, er en radikal forskjell fra den tredje industrielle revolusjonen, her omtalt som Industri 3.0. Dette kan illustreres ved å sammenligne karakteristikkene mellom Industri 3.0 og I4.0 i Tabell 1.

Tabell 1 - Sammenligninger mellom Industri 3.0 og Industri 4.0 (Torn & Vaneker, 2019)

Karakteristikk	Industri 3.0	Industri 4.0
Prosesser	Automasjon	Autonom beslutningstaking
Industridefinerende teknologi	Industrielle roboter	Samarbeidende roboter
Produksjonsplanlegging	Produksjonsprognoser	Etterspørselsproduksjon
Sammenkobling	Sammenkobling av produksjonsprosesser	Sammenkobling av hele verdikjeden
Variasjon	Begrenset variasjon	Individuelle, unike produkter
Mål	Effektivitet	Fleksibilitet
Base for inntektsmodell	Salg av produkter	Tjenestefisering

Det kreves fortsatt utvikling på flere områder innen I4.0. Dette inkluderer, men er ikke begrenset til: standardisering, IT-sikkerhet, bredbåndinfrastruktur og modeller for å håndtere den økte kompleksiteten (Kagermann et al., 2013). Hinterseer (2016) mener at «hysten» rundt I4.0 burde tas med fatning som en evolusjonær prosess som vil medføre en rekke strukturelle endringer, og at prosessen er kontrollerbar og representerer ikke en plutselig revolusjonær endring. Dette begrunnes i at I4.0 er en fortsettelse av en utvikling innen industrien på lik linje med blant annet Lean Production-konseptet.

I4.0-teknologiene kan dermed sies å være mer evolusjonære enn revolusjonære, på tross av dette vil en kombinasjon av disse teknologiene kunne skape store påvirkninger på økonomien og samfunnet, noe som karakteriserer en revolusjon (Klingenberg, 2017).

## 3 Teori

I dette kapittelet vil det bli gitt en beskrivelse av innholdet i I4.0, med tilhørende sentrale elementer. Deretter følger en drøfting av SMB, deres særtrekk i forhold til større bedrifter og hvilke generelle utfordringer SMB har med innovasjon og implementering av ny teknologi. Avsluttende i kapittelet vil forskningsmodellen for oppgaven presenteres.

### 3.1 Industri 4.0

Flere forfattere påpeker at det mangler en entydig, generelt akseptert definisjon av I4.0 (Hermann, Pentek & Otto, 2015; Hofmann & Rüsç, 2017). Selve rapporten fra I4WG gir ikke en klar definisjon, men beskriver kun visjonen for I4.0 og de grunnleggende teknologiene visjonen bygger på, samt utvalgte scenarier. Oztemel og Gursev (2018) omtaler en visjon med «dark factories» hvor bedrifter opererer med liten innblanding fra mennesker. Der menneskers hovedoppgave er å komme inn som problemløsere dersom noe går galt. Dette går imot blant annet Kagermann et al. (2013) som ser på mennesker som viktige brikker i deres visjon om I4.0.

Det vil her bli presentert en definisjon gitt av Hermann, Pentek og Otto (2016) og det vil tatt utgangspunktet i det de beskriver som hovedkomponentene for I4.0. For flere definisjoner/forklaringer henvises det til Kagermann et al. (2013, s. 5), Oztemel og Gursev (2018, s. 40) og Qin, Liu og Grosvenor (2016, s. 174).

Hermann et al. (2016, s. 11) analyserte 51 publikasjoner og foreslår på bakgrunn av dette følgende definisjon:

*«Industrie 4.0 is a collective term for technologies and concepts of value chain organization. Within the modular structured Smart Factories of Industrie 4.0, CPS monitor physical processes, create a virtual copy of the physical world and make decentralized decisions. Over the IoT, CPS communicate and cooperate with each other and humans in real time. Via the IoS, both internal and cross-organizational services are offered and utilized by participants of the value chain».*

Hermann et al. (2015) identifiserte følgende fire hovedkomponenter for I4.0:

- *Internet of Things*
- *Internet of Services*
- *Cyber-fysiske systemer*
- *Smart bedrift*



I tillegg ble *maskin-til-maskin (M2M) kommunikasjon, smarte produkter, Big data* og *Skyen (Cloud)* identifisert som komponenter, men at disse ikke kan bli ansett som uavhengige komponenter for I4.0. Dette begrunnes i at M2M blir muliggjort av IoT, og at smarte produkter er en underkomponent av CPS. Ifølge Kagermann (2014) kan heller ikke komponentene *Big data* og *Skyen* bli ansett som uavhengige komponenter, men heller som datatjenester, som benytter seg av data generert fra hovedkomponentene.

### 3.1.1 Designprinsipper for Industri 4.0

Ettersom I4.0 er et relativt nytt og noe uklart begrep har derfor flere forfattere forsøkt å konstruere ulike designprinsipper for å adressere dette problemet. Målet med designprinsipper er å «systematisere kunnskap» og beskrive elementer med et fenomen (Gregor, 2009).

Qin et al. (2016) omtaler to hoved-designprinsipper, interoperabilitet og bevissthet, med flere underkategorier. I denne oppgaven er det derimot valgt å beskrive de seks designprinsippene identifisert av Hermann et al. (2015), da disse ble utledet av de fire hovedkomponentene nevnt ovenfor.

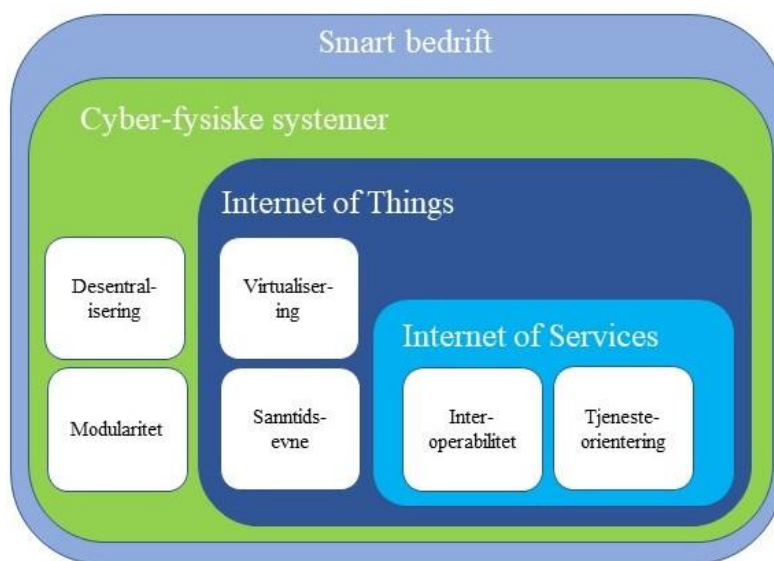
De seks designprinsippene er og kan bli beskrevet som følger (Hermann et al., 2015; Lom, Pribyl & Svitek, 2016):

1. **Interoperabilitet:** Evnen fra CPS, mennesker og smart bedriften til å kobles sammen og kommunisere med hverandre via IoT og IoS. Her er det viktig med felles standarder mellom systemene for å oppnå denne interoperabiliteten.
2. **Virtualisering:** Overvåking av fysiske prosesser virtualisert gjennom CPS. En virtuell kopi av smart bedriften blir skapt gjennom koblingen av sensordata fra produksjonen til simuleringsmodeller.
3. **Desentralisering:** Den økende etterspørselen for tilpassede produkter gjør det vanskeligere å kontrollere avgjørelser sentralt. Små innebygde datamaskiner (embedded computers) gjør det mulig at CPS kan ta selvstendige desentraliserte avgjørelser.
4. **Sanntidsevne:** Evnen til å fange opp og analysere data i sanntid, slik at det raskt kan gjøres tiltak ved maskinfeil og produkter kan omdirigeres til andre maskiner.
5. **Tjenesteorientering:** Tjenester som tilbys av bedriften, CPS og mennesker innad i bedriften blir tilgjengeliggjort over IoS og kan benyttes av brukere. Disse tjenestene kan bli tilgjengeliggjort både innad og utenfor bedriften.

6. **Modularitet:** Fleksibel tilpasning til endrede krav ved å erstatte eller utvide med nye individuelle moduler. Produksjonssystemene kan dermed bli tilpasset sesongmessige svingninger eller produktendringer som oppstår.

Oztemel og Gursev (2018) viser til Sangmahachai (2015) sitt rammeverk for I4.0, der designprinsippene er satt i sammenheng med hovedkomponentene. Smart bedrift var ikke inkludert i dette rammeverk, men vi betrakter smart bedrift som et lag utenfor CPS og har illustrert dette i Figur 3.

Videre i kapittelet vil det gis en forklaring på hovedkomponentene: IoT, IoS, CPS og smart bedrift.



Figur 3 - Industri 4.0-rammeverket (Sangmahachai, 2015)

### 3.1.2 Internet of Things

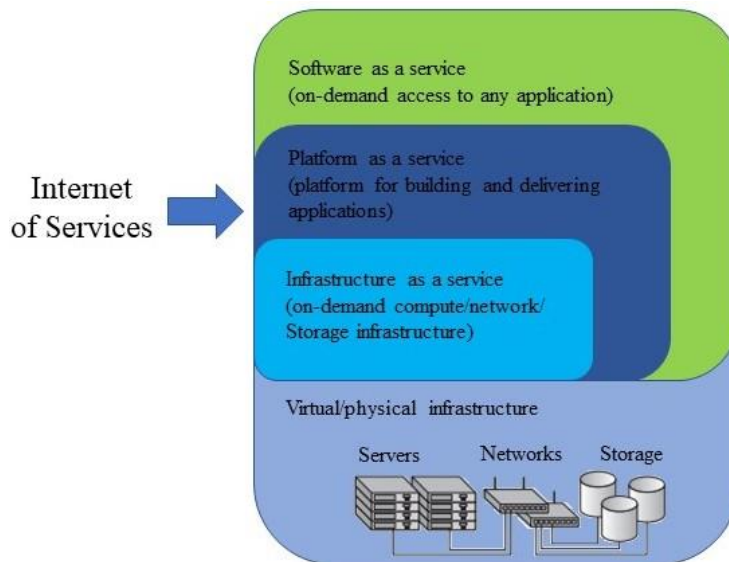
Det er en stadig økning i «objekter» eller «ting» som er utstyrt med elektronikk som kan identifiseres, kommunisere og samhandle med datamaskiner (Sadeghi, Wachsmann & Waidner, 2015). IoT muliggjør at objekter, som RFID<sup>3</sup>, sensorer, aktuatorer og mobiltelefoner, gjennom unik identifisering, kan samhandle med hverandre og nærliggende «smarte» komponenter for å nå felles mål (Giusto, 2010). «Smarte» komponenter (e.g. maskiner og produkter) kjennetegnes ved at de kan gjøre beregninger, lagre data, kommunisere og samhandle med omgivelsene (Schmidt et al., 2015).

<sup>3</sup> RFID (Radio Frequency Identification) muliggjør unik identifikasjon av f.eks. objekter fra avstand. Objektet har en RFID-brikke på seg som blir registrert av en RFID-leser (Want, 2006).

Innen industrien omtales IoT som Industrial Internet of Things (IIoT). IIoT skal bidra til økt effektivitet og produktivitet, gjennom innsamling og analysering av data, samt redusere kostnader (Serpanos & Wolf, 2018). Big Data og systematiske analyseverktøy er to muliggjørende faktorer for at IIoT blir mer utbredt i bedrifter, sammen med skybaserte-tjenester (Cloud-based services), kan komplekse verdikjeder bli overvåket og optimalisert. Sadeghi et al. (2015) påpeker at slike skybaserte tjenester kan bidra til: (1) å forutsi når feil på maskiner vil inntreffe, som vil bidra til redusert nedetid og vedlikeholdskostnader; (2) sammenkoble produksjonssystemer for å integrere og optimalisere produksjons- og bedriftsprosesser.

### 3.1.3 Internet of Services

Kagermann et al. (2013, s. 21) uttaler følgende om IoT og IoS: «The Internet of things and services harbours huge potential for innovation in manufacturing. If we also succeed in integrating web-based services into Industrie 4.0 we will increase the scope of this potential immeasurably». Disse web-baserte tjenestene omtales videre av Moreno-Vozmediano, Montero og Llorente (2013), som deler IoS opp i tre undernivåer: SaaS (Software as a Service), PaaS (Platform as a Service) og IaaS (Infrastructure as a Service). De tre nivåene er illustrert i Figur 4.



Figur 4 - Internet of Services delt opp i tre undernivåer (Moreno-Vozmediano et al., 2013)

Målet til IoS skal, ifølge Moreno-Vozmediano et al. (2013), være å presentere alt gjennom internett som en tjeneste. Dette inkluderer: software-applikasjoner (programvarer); plattformer for å utvikle og levere disse applikasjonene; og den underliggende infrastrukturen for å muliggjøre dette (e.g. servere, nettverk, lagring). Moreno-Vozmediano et al. (2013) argumenterer for at skyteknologi står sentralt for å kunne tilby disse tjenestene i sanntid.

IoT-produkter med IoS kan tilby tjenester både utad og innad i bedrifter. Innad kan være transport mellom arbeidsstasjoner (e.g. automatiserte kjøretøy) (Hermann et al., 2015), og utad gjennom smarte produkter til kunden for overvåking (e.g. predikert vedlikehold) (Lom et al., 2016). Dette vil kunne medføre ulike fordeler som nye forretningsmodeller, reduksjon i kostnader til slik infrastruktur og forbedret tid til marked (Moreno-Vozmediano et al., 2013).

#### 3.1.4 Cyber-fysiske systemer

Lee (2008, s. 363) definerer CPS som: «... integrations of computation with physical processes. Embedded computers and networks monitor and control the physical processes, usually with feedback loops where physical processes affect computations and vice versa». Kagermann et al. (2013) omtaler CPS som et system som innlemmer maskiner, lagersystemer og produksjonsfasiliteter i et system. Dette systemet skal være i stand til å utveksle informasjon, trigge avgjørelser og kontrollere hverandre uavhengig.

Hermann et al. (2015) nevner iBin fra Würth som et eksempel på et CPS. iBin fungerer ved at et infrarødt kamera detekterer om mengden deler faller under et visst nivå i beholderen, dersom det skjer sendes det signal om at deler må bestilles automatisk. Dette er smarte produkter som gir ut informasjon automatisk. Denne informasjonen kombinert med skytjenester og innebygde datamaskiner er med på å kunne klare å lage en «digital tvilling» av det fysiske objektet, som kan sees på som en virtuell kopi (Vaidyaa, Ambadb & Bhoslec, 2018).

Et nettverk av CPS sammen med IIoT kan i en produksjonsbedrift bidra til å koble sammen informasjon fra materialer, sensorer, maskiner, produkter, kunder og andre deler av verdikjeden (Qin et al., 2016). Dette muliggjør utveksling av informasjon mellom forskjellige deler av produksjonslinjen uten menneskelig innblanding. Avgjørelser for å optimalisere produksjonsflyten kan da bli tatt uavhengig og automatisert.

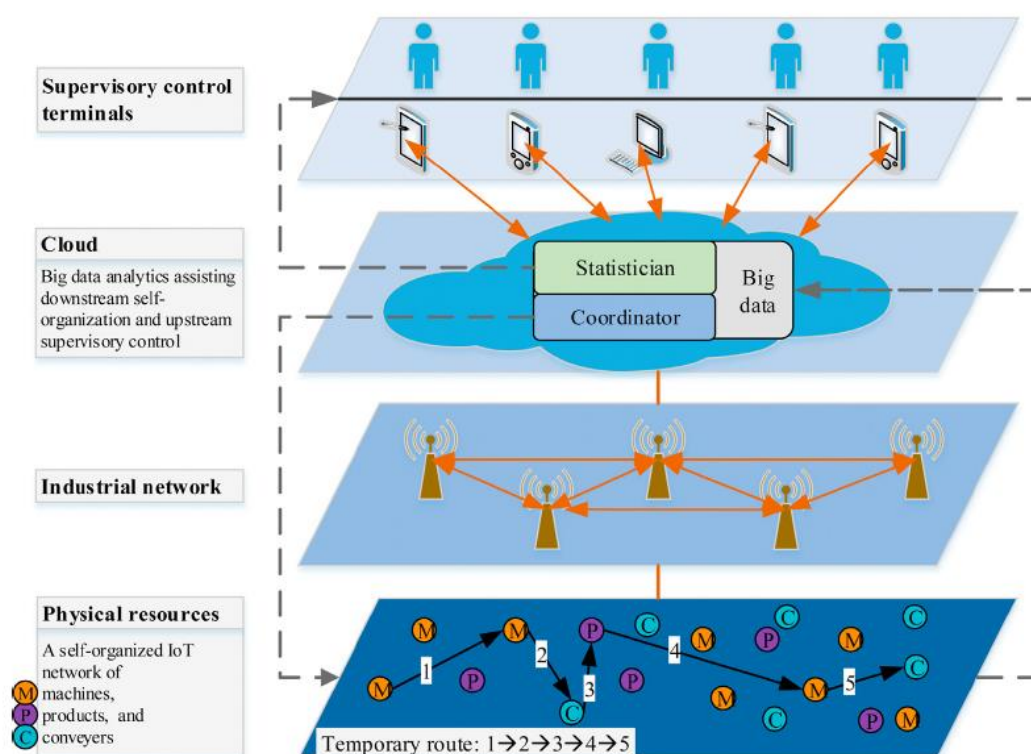
Lee, Bagheri og Kao (2015) trekker fram at CPS består av to hovedfunksjoner: (1) tilkoblingsmuligheter som sikrer innhenting av data i sanntid fra de fysiske omgivelsene og tilbakemelding fra cyber-systemet; og (2) et intelligent databehandlingssystem som kan analysere og gjøre beregninger.

#### 3.1.5 Smart bedrift

Smart bedrift er en essensiell del av I4.0, og visjonen er å skape et holistisk bilde av produksjonsprosessen (Kagermann et al., 2013). En smart bedrift kan bli definert som en bedrift der CPS kommuniserer over IIoT for å oppnå gitte mål (Hermann et al., 2015), og er en del av

den vertikale integrasjonen (omtales i Kapittel 3.1.6) i Industri 4.0, der målet er at bedriften skal være fleksibel og rekonfigurerbar (Wang, Wan, Zhang, Li & Zhang, 2016). En smart bedrift består gjerne av flere CPSer som knyttes sammen gjennom IIoT.

Wang, Wan, Li, et al. (2016) presenterer et rammeverk for en smart bedrift bestående av fire lag: de fysiske ressursene, det industrielle nettverket, skyen og overvåkningsterminaler. Se Figur 5. Smarte objekter representerer de fysiske ressursene som kommuniserer med hverandre gjennom det industrielle nettverket. Integrerte IT-systemer i skyen samler inn store mengder data fra disse smarte objektene og visualiserer produksjonen til mennesker gjennom overvåkningsterminalene.

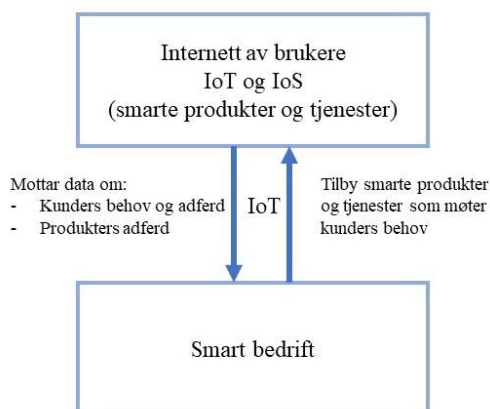


Figur 5 - Rammeverk for smart bedrift (Wang, Wan, Zhang, et al., 2016)

Gjennom dette rammeverket kan en smart bedrift betraktes som en lukket dobbelsløyfe, som illustrert i Figur 5, der informasjon flyter mellom de smarte objektene og skyen, og mellom skyen og overvåkningsterminalene. Den store mengden data som produseres gjennom objektene vil dermed kunne brukes til å skape en sanntidsoversikt over alle aktiviteter i produksjonen (Wang, Wan, Zhang, et al., 2016).

En smart bedrift vil kunne tilby sine kunder smarte produkter og tjenester som er koblet mot internettet. Forholdet mellom smarte bedrifter og kundene i I4.0, muliggjort av IoT, er illustrert i Figur 6. Gjennom IoT og IoS vil bedriften kunne samle inn data og analysere dem for å bedre

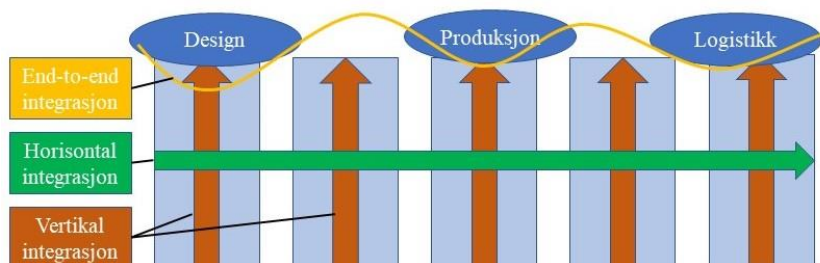
kunne definere kunders adferd og behov. På bakgrunn av dette kan bedriftene utvikle nye og forbedrede produkter og tjenester i fremtiden (Shrouf, Ordieres & Miragliotta, 2014).



Figur 6 - Forholdet mellom smarte bedrifter og kunder (Shrouf et al., 2014)

### 3.1.6 Tre dimensjoner av integrasjon

For å kunne oppnå visjonen om den fremtidige industribedriften i I4.0 blir det av Kagermann et al. (2013) lagt vekt på tre dimensjoner av integrasjon. Disse er: (1) horisontal integrasjon gjennom verdinettverk; (2) vertikal integrasjon gjennom sammenkoblede produksjonssystemer; og (3) digital end-to-end integrasjon gjennom hele verdikjeden. Forholdet mellom de tre typene av integrasjon er illustrert i Figur 7.



Figur 7 - Tre typer av integrasjon og forholdet mellom dem (Wang, Wan, Li, et al., 2016)

### Horisontal integrasjon

En horisontal integrasjon handler om integrasjon av ulike IT-systemer for å støtte opp om forskjellige verdiskapende prosesser, både innad og på tvers av bedrifter (Kagermann et al., 2013), gjennom hele verdikjeden av et produkts livssyklus for å skape sanntidsprodukter og -tjenester (Zhou, Liu & Zhou, 2015). Wang, Wan, Li, et al. (2016) refererer til denne integrasjonen som en mulighet for dannelse av effektive økosystemer, der informasjon, kapital

og materialer kan flyte sømløst mellom bedriftene, og at det på grunn av denne integrasjonen kan oppstå nye verdinettverk og forretningsmodeller.

### **Vertikal integrasjon**

En vertikal integrasjon er knyttet til bruken av IT-systemer for å koble sammen ulike hierarkiske nivåer av verdiskapningen innad i bedriften. De forskjellige hierarkiske nivåene er alt fra aktuator- og sensornivå til produksjonsstasjoner, produksjonslinjer og bedriftsnivå, som samles ved hjelp av ERP<sup>4</sup> (Kagermann et al., 2013; Wang, Wan, Li, et al., 2016). Under denne integrasjonen kan også tilhørende verdiskapende aktiviteter slik som markedsføring, salg og teknologiutvikling inkluderes (Stock & Seliger, 2016). Ifølge Wang, Wan, Li, et al. (2016) er en slik vertikal integrasjon sentralt for å kunne gjøre produksjonssystemene fleksible og rekonfigurerbare. Den store mengden data som blir generert og prosessert skal også bidra til å skape en transparent produksjonsprosess (Wang, Wan, Li, et al., 2016).

### **End-to-end integrasjon**

Det å integrere end-to-end beskrives som å skape en intelligent og digital link mellom alle fasene i et produkts livssyklus (Stock & Seliger, 2016). De ulike fasene kan være alt fra råvare utvinning, produktdesign og -utvikling, til produksjonsprosessen, bruk og resirkulering (Wang, Wan, Li, et al., 2016). En integrering av disse fasene på tvers av bedrifter åpner for muligheten til å optimalisere produktets livssyklus og skape tilpassede produkter og tjenester basert på data fra de ulike fasene, samt forutsi effekten av endringer som gjøres i produktdesign (Wang, Wan, Li, et al., 2016).

Den horisontale og vertikale integrasjonen er viktige elementer for å kunne muliggjøre en end-to-end integrasjonen (Kagermann et al., 2013). Dette er fordi produktlivssyklusen inneholder flere steg som involverer flere bedrifter (Wang, Wan, Li, et al., 2016). Det er altså en avhengighet mellom integrasjonene for at hver og en av dem skal bli fullt utnyttet.

---

<sup>4</sup> ERP (Enterprise Resource Planning) er et system som gir oversikt over innkjøp, lager, produksjon og salg, samt en database hvor alle transaksjonene blir lagt inn (Umble, Haft & Umble, 2003).

## 3.2 Små og mellomstore bedrifter

Betydningen av SMB er økende, ikke bare i Norge, men også globalt. Fra 1970-tallet har utviklingen i Norge gått fra å ha en konsentrasjon av større bedrifter til å ha en større andel sysselsatt i mindre bedrifter. Den økte betydningen av mindre bedrifter er en utvikling som synes å gjelde for hele økonomien samlet (Spilling, 2000).

### 3.2.1 Definisjon

I Norge har det vært vanlig å sette en grense på 100 ansatte for SMB (Spilling, 2006). I EUs definisjon har de satt grensen for SMB på 250 ansatte, i tillegg til ulike økonomiske kriterier som ikke nevnes her. Størrelsesinndelingen for den norske definisjonen og EUs definisjon er vist i Tabell 2. Det er i denne oppgaven valgt å ta utgangspunkt i den norske begrensningen på under 100 ansatte. Dette begrunnes med at det i norsk sammenheng inngår et stort antall i denne størrelseskategorien.

Tabell 2 - Størrelsesinndelinger for bedrifter i Norge og EU

	Norge	EU
Små	0-19	0-99
Mellomstore	20-99	100-249
Store	Over 99	Over 249

### 3.2.2 Antall SMB i Norge

I4.0 er hovedsakelig rettet mot vareproduserende industri (Kagermann et al., 2013). I Norge er det per 1. januar registrert 581.956 virksomheter, av disse er 99,4% SMB (<https://www.ssb.no/statbank>). Sammenlignet med andre OECD-land står SMB i Norge for en relativt stor andel av verdiskapningen (Nærings- og handelsdepartementet, 2012). I 2016 bidro SMB med 557 milliarder i verdiskaping, noe som tilsvarte 42% av den samlede verdiskapningen for norske aksjeselskaper, og sysselsatte 62% av alle som jobbet i privat sektor (DNB, 2018).

Av alle registrerte virksomheter er 21.122 industrirelaterte bedrifter. Fordelingen på disse etter størrelse er vist i Tabell 3.

Tabell 3 - Industribedrifter 2019, fordelt etter størrelse



2019	Antall bedrifter	Prosent	Antall bedrifter	Prosent
Ingen ansatte	11.446	54,2	-	-
1-19 ansatte	7.387	35,0	7.387	76,3
20-99 ansatte	1.881	8,9	1.881	19,4
Over 99 ansatte	408	1,9	408	4,2
Totalt	21.122	100%	9.676	100%

### 3.2.3 Særtrekk ved SMB

Omleggingen til I4.0 vil kreve strukturelle endringer som mange SMB ikke er klar for (Kagermann et al., 2013). Det vil derfor være hensiktsmessig å se på karakteristikk og endringsmuligheter for disse bedriftene.

Madsen (2007) mener at det ofte er tre hovedtema som trekkes fram for endringsmuligheter tilknyttet SMB. Det er: (1) bedriftens ressursituasjon, som er bedriftens evne til å tilegne seg ressurser som finansiell-, menneskelig- og fysisk kapital; (2) bedriftsstørrelse, som kan virke både fremmende og hemmende for utvikling; og (3) forhold i omgivelsene, som næringspolitikk, lover og regelverk mm. Mulighetsområdet for endringer basert på de tre hovedtemaene er illustrert i Figur 8.



Figur 8 - Endringsmuligheter for SMB (Madsen, 2007)

## Ressurssituasjon

Ressursbegrensninger og mindre strukturerte ledelsesformer kan føre til at SMB får en begrensning innen utnytting av potensielle markedsmuligheter, forståelse for ny teknologi og risikotakning (Hewitt-Dundas, 2006). Produkt-, marked- og prosessutvikling blir ofte nedprioritert da bemanningen i SMB er lav og lederens kapasitet ofte er begrenset. Dette skyldes at lederen gjerne er involvert i administrative oppgaver, innkjøp og salg (Borch, Rasmussen & Madsen, 2006). Om lederens erfaring, kunnskap og utdanning ikke er tilstrekkelig, kan dette føre til redusert engasjement for utvikling og innføring av nye produkter og prosesser (Roper & Hofmann, 1993).

I tillegg kan økonomiske ressurser være et hinder for SMB. De har ofte mangel på finansielle styrker og større problemer med å skaffe seg kapital enn større bedrifter (Spilling, 2006). Denne mangelen kan føre til at det naturlig nok ikke blir avsatt nok penger til å utvikle og fornye produkter og prosesser.

## Størrelse

Ifølge Hewitt-Dundas (2006) vil mindre bedrifter ofte ha atferdsmessige fordeler som ikke større bedrifter har, slik som entreprenørdynamikk, fleksibilitet, effektivitet og nærhet til markedet. Større bedrifter vil derimot inneha fordeler knyttet til storskalafordeler og finansielle- og teknologiske ressurser, noe mindre bedrifter ikke har. Større bedrifter vil gjerne ha stordriftsfordeler knyttet til teknologi og læring, men Zenger (1994) mener at stordriftsulemper kan utligne disse. De mindre bedriftene bruker gjerne ulike strategier i markedene, ved bruk av fleksibelt produksjonsutstyr og fleksibel organisering i produksjonen, så er det lettere kan svare å endringer i markedet, kostnader og teknologi (Madsen, 2007).

## Omgivelser

Det er i alle næringer, men særlig i mer industrialiserte, slik at SMB lærer mest av hverandre eller gjennom andre større bedrifter (Levy, 1994). Likevel er ikke denne læringsmåten tilstrekkelig for å støtte opp om den teknologiske utviklingen. Dette er spesielt relatert til markeder med høy grad av konkurranse og rask teknologisk utvikling (Lall, 2000). Dette har ført til at flere myndigheter har lagt inn innsats og ressurser for å støtte utviklingen av SMB.

I flere industrialiserte land som Norge finnes det en rekke virkemidler som skal støtte opp om SMB. Nasjonale myndigheter og EU ser på mindre bedrifter som en nøkkelressurs til økt jobbskaping og konkurranseevne, og har derfor introdusert en rekke retningslinjer for å støtte opp om slike bedrifter (Storey, 2003). Innovasjon Norge har et eget utviklingsprogram, kalt

«SMB-utvikling», med mål om å øke konkurransekraft, innovasjonsevne og lønnsomhet for SMB (Innovasjon Norge, 2019). Det finnes også ordninger gjennom Norges forskningsråd, fylkeskommunale- og kommunale næringsfond, samt offentlige venture- og såkornsfond (Madsen, 2007).

Næringspolitikken tilknyttet SMB har gått ut på å skape et forenklet regel- og lovverk som skal senke terskelen for å starte og drive slike bedrifter (i form av skatteregler, forenklet lovverk, arbeidstidsbestemmelser osv.) (Madsen, 2007). SkatteFUNN er et tiltak hvor SMB kan få 20% av prosjektkostnadene trukket fra på skatten. Dette skal stimulere norske bedrifter til forskning og utvikling (Skattefunn, 2017). I Stortingets industrimelding fra 2017 går det fram at regjeringen også vil innføre «SMB-rabatt», som har til hensikt å senke kapitalkravet til for bankers utlån til SMB (Nærings- og fiskeridepartementet, 2017). Samtidig har NHO fremsatt ønsker og krav til myndighetene gjennom det de kaller «SMB-løftet». Med mål om å forenkle hverdagen til SMB. Fokusområdene er knyttet til tilgangen på kompetanse, kapital og kunder, og hvilken politikk som trengs for å innovere, utvikle og skape nye arbeidsplasser (NHO, 2018).

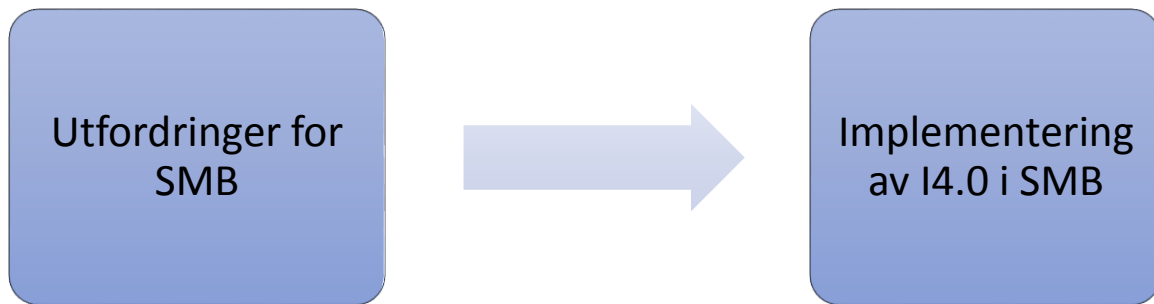
I Tabell 4 oppsummeres utvalgte karakteristikk for SMB sammenlignet med større bedrifter basert på: Wuest og Thoben (2011), Kaartinen, Pieskä og Vähäsöyrinki (2016), Mittal, Khan, Romero og Wuest (2018) og Madsen (2007). Det må påpekes at disse karakteristikkene er generaliserte, som vil si at det kan være tilfeller der SMB trosser disse generaliseringene.

*Tabell 4 - Karakteristikk for SMB sammenlignet med større bedrifter.*

Fordeler	Ulemper
Høy fleksibilitet (tilpasningsevne)	Færre økonomiske ressurser
Mindre byråkrati (uformelt)	Lavere grad av digitalisering
Nært forhold til kunde/leverandør	Mindre samarbeid med eksterne partnere (e.g. universiteter, forskningsinstitutter)
Høyt kundefokus	Lav grad av forskning og utvikling
Høy produktspesialisering	Strategi og avgjørelser basert på instinkt av leder (eier)

### 3.3 Forskningsmodell

Vår problemstilling er: «Hva er utfordringene norske små og mellomstore bedrifter har mot Industri 4.0?» Basert på teoridrøftingen ovenfor sammenfatter vi vår oppgave i nedenstående forskningsmodell. Se Figur 9. Den uavhengige variabelen er «Utfordringer for SMB». Den avhengige variabelen er «Implementering av I4.0 i SMB».



*Figur 9 - Forskningsmodell*

For å besvare problemstillingen har vi gjennomført en empirisk flerkildestudie. Videre (Kapittel 4) beskriver vi nærmere de enkelte metodene for innsamling og analyse av dataene. Deretter presenterer vi resultatene (Kapittel 5) og drøfter resultatene i lyset av teori (Kapittel 6).

Grunnet mangelen på en entydig definisjon av I4.0 vil diskusjonen starte med en drøfting av de intervjuede bedriftenes forståelsen av I4.0 mot presentert teori. En sammenfallende forståelse for I4.0 blant de intervjuede bedriftene vil være nødvendig for å forstå den avhengige variabelen, og for å kunne diskutere resultatene opp mot den uavhengige variabelen. En sammenfallende forståelse vil også styrke reliabiliteten til den innsamlede dataen fra de intervjuede bedriftene.

## 4 Metode

I dette kapitlet vil overordnet forskningsdesign først bli presentert, deretter blir de ulike metodene som er benyttet gjennomgått hver for seg. Det vil bli gjort rede for hvorfor metodene har blitt valgt, hva de tilførte oppgaven og hvordan de ble utført. Deretter drøftes etiske vurderinger, og avslutningsvis hvilke tiltak som ble gjort for å styrke validitet og reliabilitet, samt begrensninger for oppgaven.

### 4.1 Forskningsdesign

Et forskningsdesign beskriver hvordan forskningsaktivitetene organiseres og hvordan datainnsamlingen skal foregå. Dette skal gjøres på en måte som gjør at en kan besvare problemstillingen på best mulig måte. Strategien som velges må ha sammenheng med problemstillingen, samtidig må strategien og metodene som velges være i samsvar med det verdenssynet forskeren har (Easterby-Smith, Thorpe & Jackson, 2015).

Denne oppgaven tar utgangspunkt i et pragmatisk verdensbilde. Ifølge Rossman og Wilson (1985) velger en pragmatiker den eller de metodene som skal benyttes basert på situasjonen, og er ikke låst til å bare bruke kvalitativt eller kvantitativt. Forskeren er heller ikke låst til et bestemt system eller realitet, og velger de metodene, teknikkene og prosedyrene som er best egnet til problemstillingen (Creswell, 2014). En pragmatiker må uansett begrunne og forsvare de valgene som blir tatt (Brierley, 2017; Saunders, Lewis & Thornhill, 2012). Teddlie og Tashakkori (2009) beskriver at pragmatikeren ser på kunnskap som noe konstruert, og basert på realiteten en opplever i verden. Jacobsen (2005) oppsummerer den pragmatiske tilnærmingen i Tabell 5.

*Tabell 5 - Forutsetninger ved den pragmatiske tilnærmingen (Jacobsen, 2005, s. 42)*

	Pragmatisk tilnærming
Ontologi	Regelmessigheter og regularitet
Epistemologi	Det finnes enkelte generelle og delte konstruksjoner av virkeligheten
	Intersubjektivitet – felles oppfatning og enighet om fenomener
	Kunnskap er delvis kumulativ, men også avhengig av kontekst
Metode	Deduktiv og induktiv etter hva som egner seg best for å belyse en konkret problemstilling
	Vekselvirkning mellom individ og kontekst
	Balanse mellom avstand og nærhet – fordeler og ulemper med begge

	Nøytralitet som et ideal, men likevel noe det er vanskelig å oppnå i virkeligheten
	Tall og ord utfyller hverandre

For å besvare problemstillingen benytter oppgaven et eksplorativt forskningsdesign. Figur 10 illustrerer prosessen for datainnsamling. En slik fremgangsmåte omtaler Creswell (2014) som *exploratory sequential mixed methods*. Metoden er sekvensiell fordi stegene bygger på hverandre, og ble ikke gjennomført samtidig. Fremgangsmetoden ble ansett som egnet, da oppgaven undersøker et relativt nytt forskningsområde som vi mener bør belyses ytterligere i norsk kontekst.



Figur 10 - Rekkefølge på metoder for datainnsamling

Teddlie og Tashakkori (2009) beskriver *exploratory research* som å undersøke ukjente aspekter ved et problem, og at det i slike studier er vanlig å bruke kvalitative metoder, men at også kvantitative kan benyttes. Det ble valgt en kombinasjon av kvalitativ og kvantitativ metode. I Tabell 6 nedenfor gjengis et utdrag fra Jacobsen (2005) som beskriver de to metodene benyttet, samt sterke og svake sider ved de to tilnærmingene.

Det å kombinere de ulike metodene, kalles for *mixed methods* eller flerkildestudie. En slik kombinasjon muliggjør triangulering og kan øke validiteten, samt at svakhetene ved metodene kan utfylle hverandre. (Brierley, 2017; Flick, 2009). Den kvalitative metoden gjør at en kan gå i dybden på det som utforskes, mens den kvantitative metoden åpner for generalisering.

Det å benytte seg av flerkildestudie samsvarer godt med et pragmatisk verdenssyn (Teddlie & Tashakkori, 2009). Den pragmatiske fremgangsmåten er mindre påvirket av filosofiske antakelser, og er derfor mer fleksible i forhold til hvordan forskningen skal utføres (Brierley, 2017).

Tabell 6 - Oversikt, kvalitativ og kvantitativ metode (Jacobsen, 2005, s. 135)

	Kvalitativ metode	Kvantitativ metode
Bør benyttes når vi har:	Lite kunnskap om fenomenet/problemet vi skal studere	God kunnskap om fenomenet/problemet vi skal studere
➤ Når vi skal:	Utvikle nye teorier og hypoteser	Teste teorier
➤ Når vi har:	Ønske om mye informasjon om få enheter	Ønske om å generalisere
Fordeler	Dybde og detaljforståelse	Mange enheter
	Helhetlig forståelse av fenomenet/problemet	Mulighet for å generalisere
	Fleksibel datainnsamling	Relativt lave kostnader
Ulemper	Uoversiktlig og for detaljert informasjon	Overfladisk informasjon
	Nærhet til respondenten kan ødelegge evnen til analytisk avstand.	Analytisk avstand kan gi lav forståelse

Hensikten med denne fremgangsmåten var at det først skulle gjøres et litteratursøk for å danne et bilde av hva eksisterende litteratur sa om I4.0, samt detektere utfordringer rettet mot SMB. Deretter ble det gjennomført intervju for å komme i dybden i den norske konteksten. I disse intervjuene ble det spurt om hvordan bedriftene forstod I4.0, slik at det kunne undersøkes om deres forståelse samsvarte med litteraturen. Det ble også undersøkt hvorfor de arbeider med I4.0. Basert på resultatene fra litteratursøket og intervjuene, ble det utarbeidet en spørreundersøkelse for å undersøke om utfordringene var generaliserbare. Spørreundersøkelsen ble også benyttet for å indikere utvalgets forståelse for I4.0.

## Abduktiv tilnærming

Fremgangsmetoden bærer preg av å være abduktiv, som er en kombinasjon av deduktiv og induktiv. De to motsetningene for å tilegne seg kunnskap stammer fra Platon og Aristoteles (Koskela, Pikas, Niiranen, Ferrantelli & Dave, 2017), og er illustrert i Figur 11. Platon mente at vitenskapelig logikk bare kunne foregå via deduksjon fra pålitelige kilder av informasjon (aksiomer<sup>5</sup>). Aristoteles som var eleven til Platon, hadde motsatt oppfatning. Aristoteles mente at vitenskapelig kunnskap var grunnet på oppfatninger. Hans forskning var preget av forklaringer og å oppdage årsaker bak ulike fenomener eller problemer. På Aristoteles måte ble idéene og teoriene utviklet fra empiri, kalt induksjon.



Figur 11 - Induktiv, deduktiv og abduktiv (Koskela et al., 2017)

Teddle og Tashakkori (2009) beskriver abduktiv logikk som å undersøke data, finne et mønster og deretter foreslå mulige hypoteser basert på kategorier. Koskela et al. (2017) legger fram at abduksjon er å skape, deduksjon skal forklare og induksjon skal verifisere. Overført til denne forskningen blir det deduksjon fra litteratursøk og utarbeidelse av utfordringer, mens induksjon foregår fra kvalitative intervju og spørreundersøkelse for å verifisere det som er funnet fra litteratursøket.

## 4.2 Litteratursøk

Litteraturstudie er en metode for å gjennomgå eksisterende litteratur på et fagfelt, der det foretas en analytisk oppsummering av kunnskapen i lys av et forskningsproblem (Easterby-Smith et al., 2015). Hart (2018) argumenterer for at en litteraturstudie er viktig for å tilegne seg kunnskap rundt et bestemt tema. Det finnes ulike varianter av litteraturstudier, alt etter hva som er hensikten og hvor nøye litteraturen skal gjennomgås. Hart (2018) gjør et skille mellom litteratursøk (search) og litteraturstudie (review). I søkefasen foretas en systematisk gjennomgang av kilder og ressurser for å identifisere relevante artikler for oppgavens tema. En litteraturstudie er mer omfattende og inneholder kritisk analyse av artiklene (Hart, 2018). For denne oppgaven har det blitt gjennomført det som Hart (2018) betegner som et litteratursøk.

---

<sup>5</sup> Aksiom - Et prinsipp som danner basis for en rekke andre utsagn, og som godtas som en selvinnløsende sannhet som ikke kan bevises (Holmen, 2018).



Det ble foretatt et litteratursøk for å identifisere utfordringer beskrevet i eksisterende litteratur. Dette ville gi oss innsikt i hva som potensielt kan være utfordringer for norske SMB. Samtidig ga det grunnlag for videre arbeid. For at søket skulle være så fokusert som mulig, ble det valgt ut ulike søkeord som skulle hjelpe å vinkle søket i ønsket retning. Søkeordene brukt i kombinasjon er vist i Tabell 7.

Tabell 7 - Kombinasjon av søkeord i litteratursøket

1. søkeord	2. søkeord	3. søkeord
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Industry 4.0</li> <li>➤ Industrie 4.0</li> <li>➤ Smart factory</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ SME</li> <li>➤ Small and medium enterprises</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Challenges</li> <li>➤ Barriers</li> <li>➤ Problems</li> <li>➤ Issues</li> <li>➤ Implementation</li> </ul>

Ved hjelp av ulike kombinasjoner ble det gjort systematiske søk i databasene «Google Scholar» og «Web Of Knowledge». Gjennom litteratursøket ble 17 artikler valgt ut til videre analyse. De valgte artiklene ble hentet fra vitenskapelige tidsskrifter, men noen konferansepapirer ble også tatt med da de ble antatt passende til å besvare problemstillingen.

#### 4.2.1 Analyse

Analysen ble gjort i to omganger. I den første gjennomgangen var hovedmålet å identifisere utfordringer og kategorisere dem. En andre gjennomgang ble ansett som nødvendig for å sikre at de valgte artiklene passet til å besvare den satte problemstillingen.

I første gjennomgang ble de 17 artiklene gjennomgått for å identifisere utfordringer. Til sammen ble det trukket ut 93 utfordringer. Blant disse var det flere som var like eller hadde likhetstrekk. Etter inspirasjon fra Orzes, Rauch, Bednar og Poklemba (2018) ble disse kategorisert i følgende kategorier: økonomisk, kultur, implementering, teknologisk og kompetanse. Gjennom iterasjoner ble utfordringene redusert til 17 ulike, fordelt på de fem kategoriene.

Ved andre gjennomgang ble det gjort ytterligere konkretiseringer i forhold til hvilke artikler som skulle brukes. Det ble satt som krav om at samtlige artikler skulle fokusere både på SMB og I4.0. Artikler som kun omtalte I4.0 og utfordringer ble forkastet i forkant av andre gjennomgang. Fem av de opprinnelige 17 artiklene ble valgt bort. Det ble derfor gjort ytterligere søk etter relevante artikler. Her ble fire nye artikler identifisert for å bli med i andre

gjennomgang. Dermed hadde vi 16 artikler som skulle gjennomgå grundigere. I denne fasen ble det markert med markeringslapper og -tusi i artiklene der utfordringene ble omtalt. Dette ble gjort for å enklere kunne gå tilbake i det videre arbeidet. Etter andre gjennomgang, ble det igjen sett nødvendig å forkaste ytterligere fire artikler da innholdet ikke ble ansett som tilstrekkelig treffende for å besvare den aktuelle problemstillingen. Dermed utgjorde tolv artikler grunnlaget for resultatet av litteratursøket.

### 4.3 Intervju

Et kvalitativt intervju er en av de vanligste formene for innsamling av kvalitativ data (Easterby-Smith et al., 2015). Et kvalitativt intervju kan beskrives som en direkte samtale om et bestemt tema gjennom spørsmål og svar. Fordelen med et kvalitativt intervju er at forskeren vil kunne tilegne seg dybdekunnskap fra intervjuobjektet rundt det gitte temaet (Postholm, 2005).

Det ble i denne oppgaven sett passende å gjennomføre semistrukturerte intervjuer. Fem intervju ble gjennomført, der fire ble gjennomført med utvalgte SMB og et med en leverandør av I4.0-løsninger. To av intervjuene ble gjennomført via videosamtale grunnet avstanden til bedriftene. Bedriftene ble valgt på bakgrunn av deres kjennskap til I4.0, samt felles deltagelse i et forskningsprosjekt tilknyttet I4.0. Intervjuet med leverandøren ble gjort for å få en annen vinkling på temaet.

Intervjuene ble delt opp i fire faser: (1) rammesetting, (2) erfaringer, (3) fokusering og (4) tilbakeblikk.

I fase 1 var hensikten å ha en løs prat og informere om oppgaven, samt få samtykke for bruk av innsamlet data og lydopptak. I fase 2 ble informasjon om stillingen til intervjuobjektet, antall ansatte i bedriften, bedriftens kjennskap og forståelse for I4.0, samt hvordan bedriften har arbeidet med I4.0 og erfaringer, samlet inn. I fase 3 ble det satt fokus på hvilke utfordringer bedriften har i dette arbeidet. Intervjuobjektet fikk først prate fritt, deretter ble kategoriene benyttet for å styre intervjuobjektet dersom han/hun skulle gå seg fast. Siste fase inneholdt en kort oppsummering av intervjuet.

Intervjuguiden for bedriftene er vedlagt i sin helhet i Vedlegg A. En egen intervjuguide for leverandøren er vedlagt i Vedlegg B.

En illustrasjon av stegene for hele intervjuprosessen er vist i Figur 12. Tidspunkt for intervju ble avtalt om lag to uker i forveien hvor samtykkeerklæringen ble lagt ved.



Figur 12 - Intervjuprosessen

#### 4.3.1 Analyse

Etter at intervjuene var gjennomført og transkribert ble det foretatt en analyse. Det finnes få fastsatte prosedyrer for å veilede en forsker gjennom analyse av en case-studie, ifølge Yin (2009). Hvordan dataen blir analysert er ofte opp til forskerens egen stil og empirisk tenkning. På bakgrunn av hvordan intervjuene ble gjennomført, så la dette noen føringer for hvordan analysen kunne bli foretatt.

Det første som ble gjort var å lese igjennom de transkriberte intervjuene (flere ganger) for å identifisere relevante uttalelser. Det ble satt fokus på å finne ut hvilke utfordringer intervjuobjektet nevnte, samt andre viktige poeng som kunne være verdt å ta med videre. Det ble valgt å dele opp resultatene for hver bedrift i følgende deler: bakgrunn, forståelse av I4.0, aktiviteter som støtter implementering av I4.0 og utfordringer. Resultatene fra hvert intervju ble gjennomgått av begge forfatterne. Funnene ble samlet og finskrevet til omlag en side for hver bedrift, for deretter å bli sendt i retur til intervjuobjektene for validering.

#### 4.4 Spørreundersøkelse

For å kunne ha muligheten til å indikere eller generalisere resultatet fra litteratursøk og intervju i en større kontekst, ble det gjennomført en kvantitativ spørreundersøkelse. Dette er en metode for å samle inn primærdata, som tar for seg mange enheter, med relativt lukkede svar, predefinert av forskeren (Jacobsen, 2005). En spørreundersøkelse kan utføres på ulike måter, respondenten kan fylle ut svarene selv via et skjema, eller administreres av forskeren via intervju eller over telefon (Easterby-Smith et al., 2015).

I denne oppgaven har det blitt valgt å sende ut spørreskjema via e-post til utvalgte bedrifter. Denne metoden er mindre tidkrevende for å samle inn svar sammenlignet med andre. Ulempen er at svarresponsen kan bli lav (Easterby-Smith et al., 2015). Det er fordi respondenten føler lav grad av forpliktelse til å avgi svar. En annen ulempe er at forskeren ikke har helt kontroll over hvem som svarer, hvor ærlig de svarer eller hvor mye innsats de legger ned i besvarelsen.

SurveyXact ble benyttet som verktøy for å utforme og distribuere spørreundersøkelsen. SurveyXact har ulike mekanismer som håndterer personvernet, som skal skape trygghet og tillit til dem som får utlevert spørreundersøkelsen.

I utarbeidelsen av spørreundersøkelsen ble det også lagt vekt på at spørsmålene som ble stilt skulle være enkle og konkrete. Det ville da bli enklere å avgi svar og tidsbruken for å besvare minimeres. Dersom spørsmålene var upresise eller utydelige kunne det være fare for at de ble misoppfattet, noe som svekker validiteten.

For å sikre presis og god formulering, samt gjøre det mulig å bearbeide dataene på en fornuftig måte i etterkant, ble derfor spørreundersøkelsen utarbeidet sammen med veileder og en førsteamanuensis med kompetanse innen kvantitative undersøkelser.

#### 4.4.1 Utformingen av undersøkelsen

I del 1 av undersøkelsen ble bedriftene bedt om å oppgi størrelse og omsetning, samt hvilken kjennskap bedriften hadde til I4.0 og om I4.0 var en del av bedriftens strategi. Respondentene ble i del 2 bedt om å vurdere de ulike utfordringene på en skala fra ikke relevant til svært relevant (1-5). Det ble besluttet å ikke ha med muligheten for å svare «vet ikke». Årsaken til dette var at vi mente at respondentene burde ha mulighet til å ta stilling de ulike utfordringene. Ved å legge til «vet ikke» så er det en mulighet for at respondentene hadde tatt den lette løsningen og svart dette, selv om de hadde hatt grunnlag for å avgi et svar (Jacobsen, 2005). Spørreskjemaet i sin helhet er vedlagt som Vedlegg C.

#### 4.4.2 Utvalget

Utvalget i spørreundersøkelsen var rettet mot industrirelaterte produksjonsbedrifter. Det ble derfor på forhånd tatt kontakt med flere industriklynger i Norge. Målet ved å henvende seg til disse aktørene var å komme i kontakt med aktuelle bedrifter som passet det ønskede utvalget og som forhåpentligvis ville se viktigheten av å delta. Det ble forsøkt å nå ut til så mange egnede respondenter som mulig. Derfor ble også et utvalg av tilfeldige bedrifter utenom klyngene, som passet det ønskede utvalget, kontaktet.

En slik utvelgelse kan betegnes som «ikke-sannsynlighetsutvalg». Jacobsen (2005) omtaler bekvemmelighetsutvalg og skjønnsmessig utvalg som to former for ikke-sannsynlighetsutvalg. Ved bekvemmelighetsutvalg velges de respondentene som er lettest å få tak, og ved skjønnsmessig velges de som forskeren tror er representative for undersøkelsen. Utvalget vårt kan derfor sies å være en kombinasjon av disse. Jacobsen (2005) forklarer at ved et slikt utvalg

kan det være fare for å få systematiske skjevheter og at grupper blir utelatt uten at forskerne er klar over det. Likevel gjorde tidsrammen og tilgjengelige ressurser denne fremgangsmåten mest hensiktsmessig.

For å kunne identifisere forskjeller mellom SMB og større bedrifter ble det valgt å ikke ekskludere store bedrifter i undersøkelsen. Totalt ble spørreundersøkelsen sendt ut til 262 bedrifter, og resultatet ble 61 komplette svar og 19 delvis svar. Syv av disse ble forkastet grunnet store mangler i utfyllelsen. Dette ga en svarprosent på 27,9%. Av disse var 53 SMB og 20 store bedrifter. Easterby-Smith et al. (2015) oppgir at en svarprosent over 20% kan anses som bra for selv-utfyllende spørreundersøkelse.

Gjennom SurveyXact var det mulig å se når en spørreundersøkelse ble åpnet/opprettet og om den ble fullført eller ikke. 114 ganger ble en spørreundersøkelse åpnet opp, men ingen svar ble registrert. De vanligste årsakene til frafall, ifølge Jacobsen (2005), er at: en ikke får tak i personene fra utvalget; en får tak i dem, men de gidder ikke å svare; og en får tak i personene, men de nekter å svare.

Spørreundersøkelsen startet med en kort beskrivelse av I4.0, noe som kan ha «skremt» bort enkelte fra å avgi svar grunnet at temaet kan ha blitt oppfattet som ukjent eller vanskelig. Det antas også at frafall kan skyldes at personen som endte opp med spørreundersøkelsen ikke så seg egnet til å svare.

#### 4.4.3 Analyse

I analysen av spørreundersøkelsen ble programvaren SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) benyttet. SPSS er en programvare for statistisk analyse av data, og ble benyttet til å fremstille frekvens og deskriptiv statistikk, samt statistiske grafer av dataen samlet inn fra SurveyXact.

Svarene fra del 1 ble delt inn etter bedriftsstørrelse og satt opp mot forståelse og strategi for I4.0. Det ble i del 2 beregnet gjennomsnitt og standardavvik, samt en grafisk fremstilling av fordelingen fra «ikke relevant» til «svært relevant», for hver utfordring. Det ble også beregnet hvor mange prosent som svarte (1) ikke/litt relevant, (2) hverken/eller og (3) relevant og svært relevant. I analysen av utfordringene fra del 2 ble det valgt å ekskludere de store bedriftene da utvalget ikke ble sett tilstrekkelig for å trekke sammenligninger mellom det SMB og store bedrifter svarte, slik som opprinnelig tenkt. Bedrifter som oppga «ingen forståelse» ble også utelatt med den hensikt å styrke reliabiliteten på svarene som ble benyttet. Det ble antatt at dersom respondenten oppga ingen forståelse for I4.0, så ville dette danne et dårlig grunnlag for

å si noe om utfordringene relatert til I4.0. Respondenter som rangerte alle utfordringene likt (eks. «hverken/eller») ble også utelatt.

#### 4.5 Ethiske vurderinger

Semistrukturerte intervju baserer seg i hovedsak på informasjon innhentet fra individuelle personer. Ved å gjennomføre slike intervju tar vi som forskere av deres tid for at de skal gi oss informasjon som vi søker. Den informasjonen de velger å dele er deres meninger og tanker, og det var viktig fra vår side at denne ble beskyttet og behandlet på riktig måte.

I forskningsetikken i Norge er det tre grunnleggende krav knyttet til forholdet mellom forsker og respondent (Jacobsen, 2005, s. 45):

1. Informert samtykke
2. Krav på privatliv
3. Krav på å bli korrekt gjengitt

For å imøtekomme disse kravene har det blitt gjort ulike grep. For hvert intervju har intervjuobjektet blitt forelagt et samtykkeskjema som informerte om forskningens hensikt og lydopptak, samt rettigheter tilknyttet deres uttalelser. Dette har blitt godkjent i forkant av hvert intervju.

Personene som ble intervjuet fikk tilsendt resultatet fra intervjuet som de skulle godkjenne. På den måten fikk de mulighet å sikre at uttalelser var blitt gjengitt korrekt og muligheten til å trekke tilbake hele eller deler av intervjuet.

På grunn av at stillingsposisjonen til intervjuobjektene har blitt benyttet for å sikre validitet, var det viktig å anonymisere bedriftene. I oppgaven har derfor bedriftsnavnet blitt erstattet med eksempelvis «Bedrift A».

For spørreundersøkelsen ble svarene samlet inn uten mulighet for å spore respondenten. Ingen koblinger ble gjort mellom respondentens e-postadresse og svar. Dette var et bevisst valg som ble gjort i SurveyXact. Til de som har fått tilsendt spørreundersøkelse via e-post har det også kommet fram at det var frivillig å delta.

## 4.6 Validitet, reliabilitet og begrensinger

I Tabell 8 vises en oppsummering av grep som ble gjort for å styrke validitet og reliabilitet, samt hva som kunne blitt gjort bedre ved de ulike metodene.

Å drøfte validitet og reliabilitet betyr å forholde seg kritisk til de data som blir samlet inn (Jacobsen, 2005). Validitet omtaler gyldigheten og relevansen til empirien, og deles gjerne opp i to: intern validitet og ekstern validitet. Den interne validiteten dreier seg om hvorvidt vi har dekning for å trekke de konklusjonene som gjøres. Ekstern validitet (generaliserbarhet) er i hvilken grad funnene kan overføres til andre kontekster. Reliabilitet omtaler hvor pålitelig og troverdig empirien er, og om det er sannsynlig at resultatet ville blitt likt ved en ny undersøkelse. (Jacobsen, 2005).

Tabell 8 - Oppsummering validitet og reliabilitet

	Grep for å styrke validitet og reliabilitet	Hva kunne blitt gjort bedre?
Litteratursøk	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Kun benyttet artikler som omtaler I4.0 og SMB</li> <li>➤ Alle artikler utgitt i 2015 eller senere</li> <li>➤ Kollektiv og grundig gjennomgang av valgte artikler</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Flere artikler kunne blitt inkludert</li> </ul>
Intervju	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Intervjuet bedrifter med kjennskap til I4.0</li> <li>➤ Intervjuguide</li> <li>➤ Lydopptak</li> <li>➤ Transkribert intervju</li> <li>➤ Godkjenning fra intervjuobjektene på at de var korrekt gjengitt</li> <li>➤ Kollektiv gjennomgang av dataen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Intervjuguiden kunne blitt fulgt bedre</li> <li>➤ Kunne vært mer konsekvent ved å stille de samme spørsmål ved hvert intervju og utforsket hver enkelt av de identifiserte utfordringene</li> <li>➤ Vi kunne tatt mer styring under noen intervju</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Flere bedrifter kunne blitt intervjuet</li> <li>➤ Gjennomført alle intervjuene tradisjonelt (ikke videointervju)</li> </ul>
Spørreundersøkelse	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Forklarende tekst på enkelte utfordringer for å unngå misforståelser</li> <li>➤ Bistand fra veileder og intern ekspert på spørreundersøkelser fra Universitet i Agder</li> <li>➤ Distribuert til industrirelaterte bedrifter gjennom klynger</li> <li>➤ Utsiling av ikke-egnede besvarelser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Utformet spørreundersøkelsen annerledes for muligens å få flere svar</li> <li>➤ Distribuert på en annen måte for å få flere svar</li> </ul>

Samlet sett mener vi at resultatene har god validitet og reliabilitet for de konklusjonene som trekkes. Det er derimot ulike begrensinger med oppgaven som påvirker resultatene og generaliserbarheten. Oppgavens frist har naturligvis gitt oss en begrensning i hvor mye tid som kunne brukes på de ulike metodene.

#### Litteratursøk

For litteratursøket kunne mer tid gitt oss muligheten til å gjennomgå flere relevante artikler, noe som kunne resultert i identifisering av flere utfordringer eller gitt mer støtte til de nåværende funnene. Det ble også sett på som en begrensning at noe av litteraturen på området var på tysk eller andre fremmedspråk.

Alle de benyttede artiklene tar utgangspunkt i EUs definisjon på SMB eller en annen definisjon enn den oppgaven har benyttet. Noen artikler inkluderer også undersøkelser der bedrifter av alle størrelser er innbefattet, noe som kan svekke den interne validiteten. Ved gjennomgangen av artiklene kan også utfordringer ha blitt utelatt eller mistolket.



## Intervju

I etterkant av gjennomført intervju ble det sett på som en ulempe at ikke alle intervjuobjektene i bedriftene ble stilt de samme spørsmålene eller ble spurt om alle identifiserte utfordringene fra litteratursøket. Dette gjorde at en fullstendig sammenligning mellom dem ble vanskelig. Årsaken til at det ble slik begrunnes med at hovedformålet med intervjuene var detektering av utfordringer, samt vår kompetanse i gjennomføring av slike intervju.

Det kunne også blitt vurdert å utvide utvalget av intervjuede bedrifter, noe som kunne ha ført til andre synspunkter på utfordringene og/eller avdekking av flere utfordringer. Slike funn kunne vært interessante for forskningen. At to intervju ble gjennomført via videointervju og tilstedeværelsen av en diktafon under intervjuene kan også ha påvirket intervjuobjektens oppførsel og uttalelser (Jacobsen, 2005).

## Spørreundersøkelse

Grunnet lavere antall respondenter enn først håpet, ble en tenkt faktoranalyse ikke sett som mulig. Manglende tid til å gjøre en mer omfattende undersøkelse, samt mangel på respondenter har ført til en begrensning for den eksterne validiteten. Dette gjør at resultatene fra undersøkelsen kun kan brukes til å indikere hvilke utfordringer SMB mener er de viktigste mot implementeringen av I4.0.

Det var, som nevnt, tenkt å se på forskjeller mellom SMB og større bedrifter, men ettersom det kun var 20 store bedrifter som responderte. Ble ikke dette ansett som tilstrekkelig for å kunne peke på forskjeller i del 2 blant utfordringene.

Det kan stilles spørsmål til om en annerledes utforming av undersøkelsen kunne ført til en høyere svarprosent. I vår utsendelse ble det valgt å ikke kreve at respondentene skulle legge inn e-postadresse ved besvarelse. Dersom det hadde blitt gjort ville det vært mulig å sende en påminnelse om å svare.

Det at I4.0 fortsatt er nytt og ukjent for flere kan muligens forklare hvorfor 114 mulige respondenter valgte å åpne spørreundersøkelsen, men ikke avgi svar. Dette kan også ha hatt innvirkning på hvordan utvalget rangerte de ulike utfordringene.

## 5 Resultater

I dette kapitlet presenteres henholdsvis resultatene fra litteratursøk, intervju og spørreundersøkelse, som danner grunnlaget for diskusjonen. Identifiserte utfordringer fra litteratursøket ble benyttet ved utforming av intervjuguide og spørreundersøkelse for å kunne si mer om de aktuelle utfordringene i norsk sammenheng og hvordan bedriftene vurderte disse utfordringene.

### 5.1 Litteratursøk

Fra litteratursøket ble det identifisert 17 utfordringer, vist i Tabell 9. Første kolonne inneholder kategoriene og de identifiserte utfordringene. Den øverste raden viser de benyttede artiklene. Kryssene indikerer hvilke utfordringer som er omtalt i hvilke artikler. Kolonnen ytterst til høyre viser antall artikler som omtaler den gitte utfordringen. Dette gir likevel ikke indikasjon på hvilke utfordringer som er størst eller hvor mye de er vektlagt i de ulike artiklene.

Tabell 9 - Utfordringer for SMB mot Industri 4.0 identifisert gjennom litteratursøk

		Mittal et al. (2018)	Jäger, Schöllhammer, Lickefett og Bauernhansl (2016)	Jung og Jin (2018)	El Hamdi, Abouabdellah og Oudani (2018)	Stentoft, Jensen, Philipson og Haug (2019)	Sommer (2015)	Dassisti et al. (2017)	Issa, Lucke og Bauernhansl (2017)	Schröder (2016)	Moeuf, Pellerin, Lamouri, Tamayo-Giraldo og Barbaray (2018)	Müller et al. (2017)	Torn og Vaneker (2019)	Antall:
Økonomisk	Investeringer	x	x	x	x		x				x			6
	Uklare økonomiske gevinster		x				x		x		x	x	x	6
	Tilgang økonomiske ressurser	x		x		x	x	x		x		x	x	8
Kultur	Strategi	x			x		x			x	x			5
	Organisasjonskultur	x				x		x						3
Implementering	Implementeringsløsninger	x					x		x		x		x	5
	Forretningsmodell		x						x		x	x	x	5
	Modenhetsmodeller	x												1
Teknologisk	Teknologisk modenhet Industri 4.0					x	x	x		x			x	5
	Eksisterende produksjon			x				x		x	x			4
	IT-infrastruktur	x	x	x			x			x				5
	Databehandling			x				x		x				3
	Datasikkerhet		x		x	x	x			x	x	x		7
Kompetanse	Forståelse for Industri 4.0	x	x			x	x				x	x		6
	Teknisk kompetanse	x	x			x	x	x	x		x			7
	Kvalifisert arbeidskraft			x	x	x	x			x			x	6
	Samarbeid	x	x						x			x		4

## 5.2 Intervju

En oversikt og kort beskrivelse av det intervjuede utvalget er vist i Tabell 10. Videre presenteres resultatene fra Bedrift A-D og Leverandør A.

Tabell 10 - Oversikt over intervjuede bedrifter og leverandør

Bedrift	Sektor	Bedrifts- størrelse	Stilling intervjuobjekt	Gjennomføring av intervju	Lengde
A	Produksjon	Mellomstor	Daglig leder	Tradisjonelt	59 min
B	Produksjon	Liten	HMS- og kvalitetsansvarlig	Videointervju	44 min
C	Produksjon	Mellomstor	Daglig leder	Tradisjonelt	1 time og 24 min
D	Produksjon	Liten	Daglig leder	Videointervju	37 min
Leverandør A	Programmer- ing	Liten	Daglig leder	Tradisjonelt	1 time og 6 min

### Bedrift A

#### Bakgrunn

Bedriften produserer et bredt spekter av møbler til ulike formål. Ofte er det skreddersydde møbler som blir levert til kunder og arkitekter. Bedriften går under kategorien mellomstor, og har i løpet av de siste fire årene økt omsetningen fra 20 millioner til 37 millioner. Basert på antall ansatte i dag, så gir det en omsetning per mann på omkring 1,6 millioner. I fremtiden har de som mål å øke omsetningen til nærmere 10 millioner per mann, noe de har sett er mulig i tilsvarende bedrifter i utlandet. Bedriften hadde lite kjennskap til I4.0 før de ble med i forskningsprosjektet tilknyttet I4.0.

#### Forståelse av Industri 4.0

Intervjuobjektet beskriver I4.0 som et drømmesenario hvor alt er sydd sammen fra bestilling på nett og ut til byggeplass. Kunder skal kunne gå via nettsiden og designe et møbel etter eget ønske. Idet kunden trykker «bestill» så skal denne bestillingen overføres automatisk til

produksjonen. Det vil si at CAM<sup>6</sup>-filer skal genereres og overføres automatisk til maskinene og en produksjonstid på varen skal estimeres. Intervjuobjektet trakk fram at det er sentralt at de ulike systemene og maskinene klarer å kommunisere sammen.

#### Aktiviteter som støtter implementering av Industri 4.0

Bedriften har valgt å gjøre grep i forhold til I4.0 for å kunne overleve i fremtiden. Intervjuobjektet uttalte følgende: «Skal vi være en bedrift om 5 år, så må vi ha gjort store grep». Grepene som har blitt gjort så langt er i hovedsak relatert til programvare og sensorer. I samarbeid med et lokalt firma har det blitt satt fokus på å utvikle konfiguratorer mellom ulike systemer. SolidWorks (3D-modelleringsprogram) og CAM-systemet (som genererer CAM-filer) er eksempler på to systemer de utvikler konfiguratorer til. På sensoreringen ønsker de å kunne måle OEE<sup>7</sup>. Fordelen med dette vil være å få bedre kontroll på kapasiteten på maskinene de har i dag. Sammen med en samarbeidspartner har de også begynt utviklingen av en digital tvilling av produksjonen. Det de har gjort til nå er å gjennomføre en 3D-skanning av bygget. Mulighetene som bedriften ser, er å få implementert 3D-modeller av maskinene og koble dem opp med sensorer. Det vil da kunne være mulig å få opp informasjon digitalt på kritiske deler relatert til varmgang, slitasje, temperatursvingninger osv.

#### Utfordringer

Av utfordringer nevnes blant annet kunnskapsnivå hos programvare- og maskinleverandører. De mener at leverandørsiden ikke henger med på I4.0 her i Norge. De har opplevd eksempler på at norske leverandører ikke kjenner til I4.0-produkter som produsenten deres har.

Det ble også trukket fram at det oppleves som et problem at leverandører selger gode enkeltstående maskiner, men ikke systemer. Intervjuobjektet mener at Norge ikke ligger bak på maskiner, men at utfordringene ligger i at maskinene ikke snakker sammen i produksjon. Flyten mellom maskiner og operasjoner er dermed ikke optimal. For å få til dette er de avhengig av egnet kompetanse, noe de ikke har internt. Det optimale for dem hadde vært og hatt et team internt som de kunne arbeidet tett med, men på grunn av kostnad og størrelse på bedriften så lar ikke det seg gjøre. De er derfor avhengig av samarbeid med eksterne leverandører. Intervjuobjektet var også innom at ansatte kunne ha problemer med en omstilling, spesielt

---

<sup>6</sup> CAM (Computer Aided Manufacturing) – Dataassistert produksjon. Er bruken av datastyrt programverktøy for produksjon og prototyping av produktkomponenter (Tut, Tulcan, Cosma & Serban, 2010).

<sup>7</sup> OEE (Overall Equipment Effectiveness) – Er et mål på utnyttelse av utstyr, altså, i hvilken grad utstyret gjør det den er ment å gjøre (Williamson, 2006).

dersom de hadde arbeidet i samme bedrift i flere år. Derfor var det viktig å passe på disse og forsøke å motivere dem til å bli med å dra lasset.

## Bedrift B

### Bakgrunn

Bedriften produserer formverktøy til jern- og metallstøperier, samt plastprodukter til offshore-industri som bl.a. havbruk, havvind, samt olje og gass. Bedriften går under kategorien liten bedrift, og hovedmarkedet på formverktøy har vært knyttet til Norge og Skandinavia, mens markedet for plastproduktene er mer globalt. Bedriften har tradisjon for å drive med dataassistert produksjon/konstruksjon (DAP/DAK) og har i dag fire personer som sitter med lisenser på Siemens NX. Dette bruker de for å konstruere former og legge baner for maskinering. De mener selv de er gode på maskineringsbiten, 3D-modeller og datainnsamling, men at de har en vei å gå relatert til dataanalyse. Deres kjennskap til I4.0 kommer hovedsakelig gjennom samarbeid med andre bedrifter, deltagelse i klynger og forskningsprosjektet tilknyttet I4.0.

### Forståelse av Industri 4.0

Fokuset deres er å henge med og skaffe seg mest mulig kunnskap om I4.0. Intervjuobjektet mener det er viktig for enhver bedrift å finne løsninger tilpasset deres produksjon og utstyr. Intervjuobjektet trekker også fram at det finnes mange «buzz-ord» i forbindelse med I4.0, noe som gjør det vanskelig å finne ut hva det konkret betyr for hver enkelt bedrift. Forståelsen deres til nå er at det handler mye om dataanalyse, samt det å få maskiner til å kommunisere sammen uten at de trenger å håndtere data imellom dem.

Det er viktig for dem å følge med i utviklingen, for å ikke bli «frakjørt». Intervjuobjektet trekker fram at for å lykkes som produksjonsbedrift i Norge er en avhengig av effektivitet, kvalitet og teknologi. I arbeidet med I4.0 er deltakelse i tilgjengelige nettverk og prosjekter viktig for dem. Dette gir dem mulighet til å innhente hjelp fra de riktige kompetansemiljøene, samt se på hvilke muligheter som finnes og gi dem en bedre forståelse. Et mål for fremtiden er at produksjonen skal «flyte lettere», og at det skal være mulig å sende informasjon sømløst fra ERP-systemet ut til maskinene.

### Aktiviteter som støtter implementering av Industri 4.0

Bedriften mener selv de har en god forbedringskultur med en fremoverlent eier. De ser i dag på muligheten for å benytte RFID eller annen ID-sporing på egne formverktøy og produkter. Det

vil gjøre dem i stand til å hente inn mer data i sanntid for analyse. På bakgrunn av slike sanntidsopplysninger vil de kunne optimalisere ulike parametere i produksjonen.

Bedriften ser også muligheter for endrede forretningsmodeller, og at økt digitalisering kan skape nye metoder for å generere verdi. De har diskutert mulighetene for å ha ansvar for vedlikeholdet eller å drive utleie av formverktøy. Ved slike løsninger kan det bli aktuelt å bruke sensorikk for å gi beskjed når en modell må pusses opp eller når den må inn på kontroll etter et gitt antall støp.

### Utfordringer

Intervjuobjektet uttrykte vanskeligheter med å konkret vite hva som inngår i I4.0. Det ble også nevnt at som en liten bedrift er store investeringer en utfordring, og at de derfor har fokus på å utnytte eksisterende maskiner sammen med I4.0-teknologi. Effektiv utnyttelse av data, dataanalyse og – sikkerhet blir også nevnt, samt eldre maskiner og restriktiv tilgang til data fra programmer fra maskinleverandører.

Mangel på tid til videreutvikling grunnet de ansattes mange oppgaver blir også sett på som en utfordring, samt mangelen på kompetanse. Det er hovedsakelig knyttet til IT- og programmeringskompetanse som de ser som nødvendig.

## Bedrift C

### Bakgrunn

Bedriften produserer mot fritidsbåtmarkedet og har i dag hovedsakelig tre større kunder i Norge, men også noen større kunder i Finland, Sverige, Baltikum og Polen. Bedriften har tidligere vært i størrelseskategorien stor bedrift, men fikk en nedtur i 2008 som følge av finanskrisen og er i dag kategorisert som en mellomstor bedrift. Resultatet har de siste årene vært positive, men ikke på det nivået som hadde vært ønskelig for å være selvutviklende, uttalte intervjuobjektet.

### Forståelse av Industri 4.0

Intervjuobjektet innrømmer at kunnskapen om I4.0 ikke er god, men har dannet seg et bilde av konseptet og hva som kan være realistisk for bedriften, som i dag preges av håndverksproduksjon.

I fremtiden ser intervjuobjektet for seg at enkle bearbeidingsprosesser som ligger til rette for det kan automatiseres, og maskiner kan kobles sammen, men at sammenstillingsprosessene deres er såpass omfattende at det er tvilsomt at disse kan automatiseres. Intervjuobjektet nevnte at tanken på at dataflyt skal gå av seg selv med I4.0, uten at det sitter mennesker, ikke er

«forferdelig vanskelig», men at det er «... den manuelle jobben som gir mest verdiskapning». Intervjuobjektet mener de alltid vil være avhengig av å ha en relativt stor lønnsandel til ansatte, og at det ikke vil bli sett realistisk å fjerne de ansatte fra produksjonen.

#### Aktiviteter som støtter implementering av Industri 4.0

De ansatte er generelt positive i arbeidet med forbedringer og I4.0, samtidig har intervjuobjektet fokus på å skape en god forbedringskultur som inkluderer alle. Det gis uttrykk for at det er motiverende å se hvor langt digitalisering kan løfte bedriften, og at korte beslutningslinjer er en fordel ved å være en SMB.

Det er et ønske om å redusere antall manuelle operasjoner knyttet til informasjonsoverføring. Slik som digital overføring av informasjon fra 3D-modeller til styrte maskiner, og automatisk overføring av informasjon fra kundens produksjonssystem. Det arbeides i dag med digital sporing i produksjonen av produkter gjennom unik identifikasjon. Dette skal gi en bedre oversikt over ordrestatus, samtidig som informasjon om produktspesifikasjoner lettere kan innhentes til blant annet tjenester i ettertid.

Samarbeidsprosjekter har vært viktig for bedriften, og det blir referert til Innovasjon Norge og Universitetet i Agder som samarbeidspartnere. Deltagelse i forskningsprosjektet relatert til I4.0 har også vært viktig for dem med tanke på testing av metoder og modeller, samt tilgangen på ressurser. Det blir også lagt vekt på at SkatteFUNN og andre insentivordninger har vært viktig for bedriften i deres arbeid med forskning og utvikling.

#### Utfordringer

Intervjuobjektet mener at begrenset kompetanse og ressurser er den største utfordringen for bedriften mot implementeringen I4.0. Flere av de ansatte har kompetanse på mange områder, men det blir gitt uttrykk for at det vil være en fordel med ansatte med høyere kompetanse på smalere områder ved et større skifte slik som bedriften står ovenfor nå, særlig rettet mot IT og digitalisering. Intervjuobjektet uttalte også at bruken av «... nye teknologier og sånt. Det kommer ikke fort hos oss». Utviklingen mot I4.0 må derfor skje stegvis, samtidig er det viktig at inntjeningspotensialet tydeliggjøres, nevnte intervjuobjektet.

Bedriften har, ifølge intervjuobjektet, lite datainnsamling fra produksjonen. Dette fører til at noen produksjonsparametere får mye fokus, mens det blir «mye synsing» på omkringliggende parametere. Blant annet måles ikke utnyttelsesgrad på maskinene i dag.



Det stilles også spørsmål til utnyttelsen av MPS-systemet (material- og produksjonsstyring) og om dette er modent for utskiftning. Samtidig uttalte intervjuobjektet at: «... ingen har lyst til å bytte MPS-system. Du er jo da en bedrift som ikke virker på en god stund».

Datasikkerhet ble nevnt kort, men ble ikke betraktet som en større utfordring. I dag lagres mye informasjon på «Dropbox», men intervjuobjektet stilte spørsmål til hvor kritisk det egentlig hadde vært om denne informasjonen hadde kommet på avveie.

## Bedrift D

### Bakgrunn

Bedrift D produserer hovedsakelig dører i små serier, og går i dag under størrelseskategorien liten bedrift. De seneste årene har omsetningen blitt doblet, noe som medfører at dagens produksjon, som består av mye eldre utstyr, blir presset hardt. Intervjuobjektet uttalte selv at det var et «... skrikende behov for modernisering og fornying på veldig mange områder».

Intervjuobjektet oppgir at de har hatt kjennskap til I4.0 i om lag to år, og har hovedsakelig gjennomført prosjekter gjennom forskningsprosjektet tilknyttet I4.0. Utviklingen i industrien og viktigheten av digitalisering har intervjuobjektet blant annet sett gjennom et endret fokus fra maskinleverandører. «Før så var det slik at når en skulle ha en ny maskin, så skulle den være bedre og raskere enn den gamle, men nå er det mer fokus på systemer og at ting går av seg selv.»

### Forståelse av Industri 4.0

Intervjuobjektet ser effektivisering og gode resultater som den største muligheten av å arbeide med I4.0. Det blir tolket som en integrasjon mellom systemer slik at informasjon mellom maskiner og systemer kan flyte begge veier. Det er et fokus på reduksjon av omstillingstider og at maskinene skal være selvkonfigurerende. Det blir også nevnt et scenario der maskinene i ytterste konsekvens kan fikse seg selv.

### Aktiviteter som støtter implementering av Industri 4.0

I arbeidet med I4.0 har bedriften fått hjelp fra sine samarbeidspartnere. De har blant annet gjennomført tidsmålinger for å kartlegge dagens produksjonsflyt, som skal brukes som grunnlag for kalkyler og forbedringer. Det arbeides også med et vedlikeholdssystem for å overvåke maskinene, der data samles inn gjennom blant annet vibrasjon- og temperatursensorer. Videre arbeides det også med forsøk på å simulere produksjonen, slik at effekten av en tenkt investering kan måles.

Alternativet er å fortsette og produsere med det eksisterende utstyret. Intervjuobjektet uttaler at de finansielle kostnadene i dag er lave, men at en sannsynligvis til slutt vil bli utkonkurrert om det ikke gjøres endringer. Intervjuobjektet ga uttrykk for at det er mye å ta tak i før bedriften kan sies å være på et I4.0-nivå, og mener at det ikke vil være oppnåelig innen et 10-års perspektiv. Nøkkelen for dem vil være å dele utviklingen opp i små konkrete handlinger som tar dem videre.

Det jobbes nå med en ny nettside, med en «dørkonfigurator»-funksjon, rettet mot privatkunder, slik at kundene lettere kan se hvilke muligheter bedriften tilbyr. Det vil også bedre informasjonsgrunnlaget for produksjonen. Det er også et ønske om å få en mer automatisert innkjøpsfunksjon gjennom et nytt ERP-system som skal bidra i utviklingsprosessen.

### Utfordringer

For bedriften i dag, oppgis ERP-systemet som en av de større utfordringen som ligger foran dem i det videre arbeidet med I4.0, og omtaler det som en «bremsekloss». Det oppgis også at det er vanskelig å vite hvor grensen er for når en faktisk har oppnådd et I4.0-nivå.

Valget av rett metode for den videre utviklingen, nevnes også, samt behovet for kompetanse, og da særlig innen IT. Mangel på tid i arbeidsdagen er også en begrensning for å ta større og mer komplekse grep. Det trekkes også paralleller mellom ansettelse av personer med tilstrekkelig kompetanse og det økonomiske perspektivet for en liten bedrift. Videre uttaler intervjuobjektet i tilknytning til organisasjonskulturen at «det selvsagt er noen bremseklosser i produksjonen», men at det ikke er noe valg å fortsette på «den gamle måten».

Det å overlate ansvaret for integreringen mellom ERP-systemet og maskinene til maskinleverandørene har intervjuobjektet liten tro på. Kompetansen må bygges opp internt. Siden bedriften produserer små serier, er utfordringen deres i tilknytning til produksjonen å håndtere variasjoner i produktene på en god måte.

### Leverandør A

#### Bakgrunn

Leverandør A leverer I4.0-løsninger med fokus på overvåking av maskiner i sanntid via sensorer for bedrifter, og går i under størrelseskategorien liten bedrift. Leverandøren har nylig fått tilskudd fra Innovasjon Norge og arbeider i dag med flere prosjekter relatert til I4.0 sammen med industribedrifter.

## Forståelse av Industri 4.0

Intervjuobjektet mener at I4.0 i stor grad egentlig bare er et nytt begrep for det de har gjort de siste 20 årene innen IT, og at en stor del handler om å tilgjengeliggjøre informasjon slik at fornuftige beslutninger rundt vedlikehold kan bli tatt. Gjennom tilgjengeliggjøring av informasjon vil produksjonskostnadene kunne reduseres. Maskinovervåking skal kunne hjelpe kundene med å kutte sine vedlikeholdskostnader med opptil 60%, mener intervjuobjektet. Ved å basere seg på preskriptivt vedlikehold kan vedlikeholdet av maskiner gjøres når det er behov for det, til forskjell fra preventivt vedlikehold som gjøres ved faste intervaller.

## Utfordringer

Intervjuobjektet mener utfordringene for SMB nødvendigvis ikke er knyttet til antall personer i bedriften, men produksjonsutstyret som benyttes. Det blir nevnt at teknologien er på et stadium der den virker, og at maskinvaren nødvendigvis ikke er dyr, men at det foreløpig kan være dyrt for mindre bedrifter å ta i bruk. Det å leie inn konsulenter kan også være dyrt for bedriftene, derfor mener intervjuobjektet at samarbeid gjennom deling av kunnskap og ressurser vil være en nøkkel for å lykkes.

I tillegg mener intervjuobjektet at bedrifter gjerne vet hva de vil gjøre, men at ikke alle har fått øynene opp for løsningene som faktisk er tilgjengelige. Det er altså en mangel på kunnskap omkring dette, og det vil kreve «... en modningstid for både de som leverer og bedriftene selv.» I tilknytning til datasikkerhet nevnes det eksempler på at også større bedrifter velger bort bruken av skytjenester av sikkerhetsmessige årsaker, men intervjuobjektet mener dette vil kunne endre seg med tiden.

## 5.3 Spørreundersøkelse

Spørreundersøkelsen besto av to deler. Første del inneholdt spørsmål relatert til størrelse (antall ansatte), kunnskap relatert til I4.0 og om bedriften hadde laget en strategi. Bedrifter av alle størrelser ble inkludert for å undersøke forholdet mellom bedriftsstørrelse og forståelse av I4.0, samt strategi. I andre del, som er hoveddelen, ble SMB med minimum «liten» forståelse valgt ut for nærmere analyse av deres oppfatning rundt utfordringenes relevans.

### 5.3.1 Del 1 – Bedriftsstørrelse vs. forståelse og strategi

Tabell 11 viser oversikten over bedrifters egne meninger om forståelse av Industri 4.0 fordelt etter størrelse.

Tabell 11 - Bedriftsstørrelse vs. forståelse av Industri 4.0

n=73	Ingen	Liten	Delvis	God	Svært god
Små (n=20)	35,0%	25%	40%	-	-
Mellomstor (n=33)	18,2%	15,2%	30,3%	27,3%	9,1%
Stor (n=20)	-	15%	35%	50%	-

Tabell 12 viser en oversikt over antall bedrifter som har I4.0 som en del av deres strategi fordelt etter størrelse.

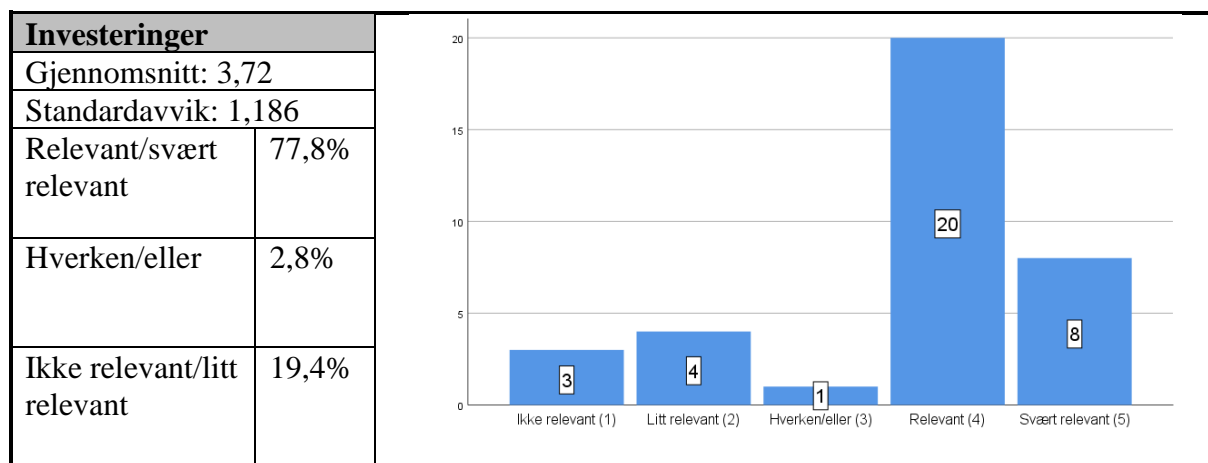
Tabell 12 - Bedriftsstørrelse vs. Industri 4.0 som en del av strategien

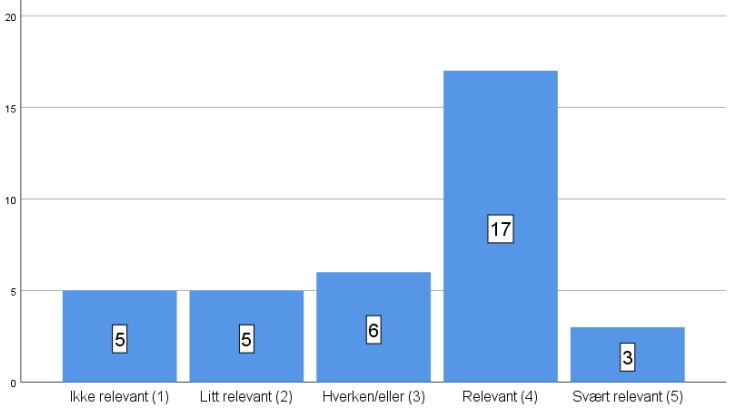
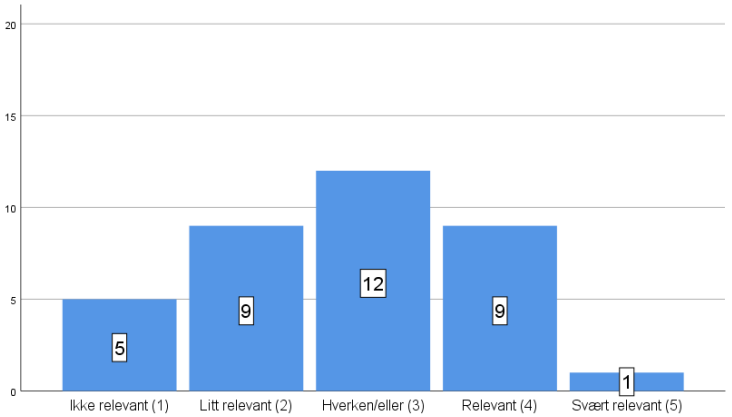
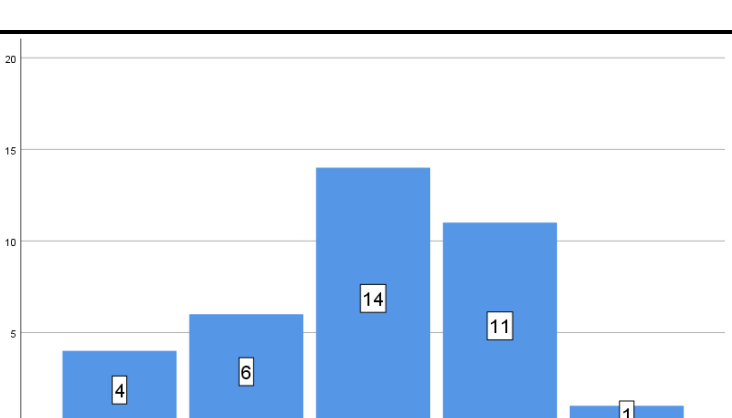
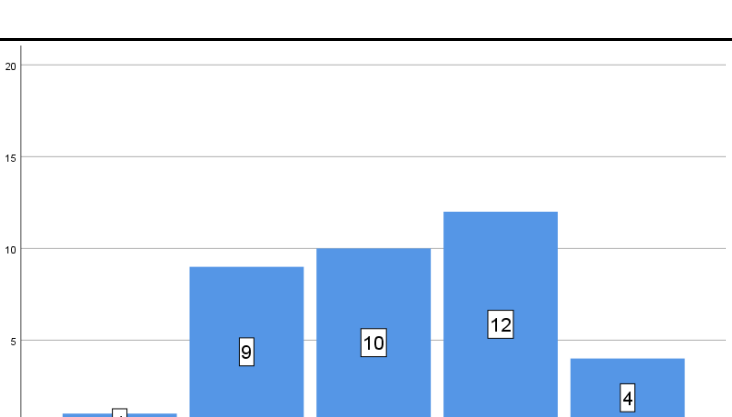
n=73	Nei	Nei, men har planer om det	Ja, det er en del av strategien
Små (n=20)	70,0%	25,0%	5,0%
Mellomstor (n=33)	36,4%	30,3%	33,3%
Stor (n=20)	25,0%	30,0%	45,0%

### 5.3.2 Del 2 – SMB sin oppfattelse av utfordringenes relevans

Resultatet fra del 2 i spørreundersøkelser innbefatter 36 SMB og er presentert i Tabell 13. Det ble valgt å sette sammen svarene «ikke relevant/litt relevant» og «relevant/svært relevant» for å tydeliggjøre tendensene i svarene. I tabellen presenteres også gjennomsnitt og standardavvik for hver utfordring. I diskusjonen som følger, vil den prosentvise fordelingen vektlegges for å indikere funn.

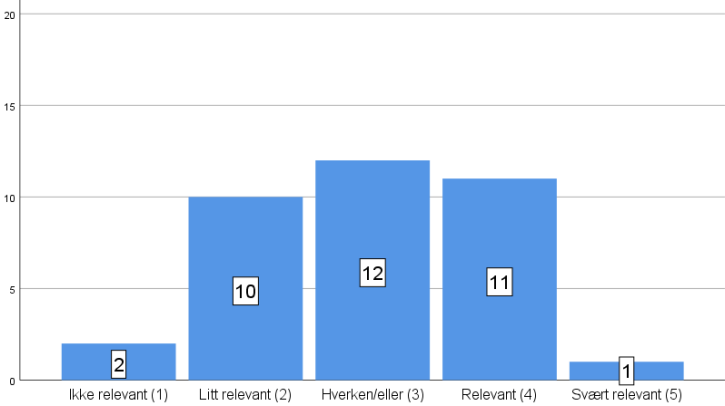
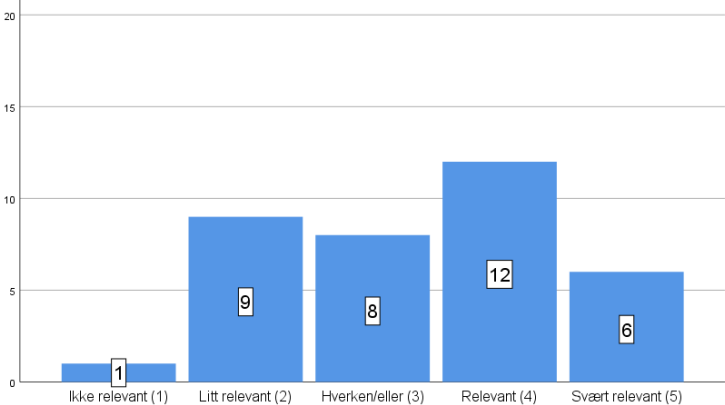
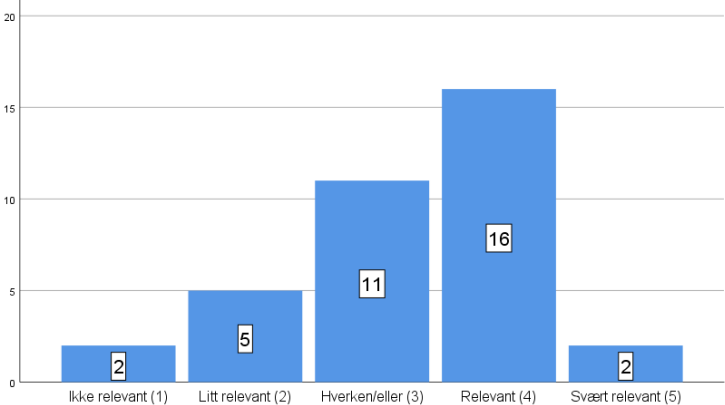
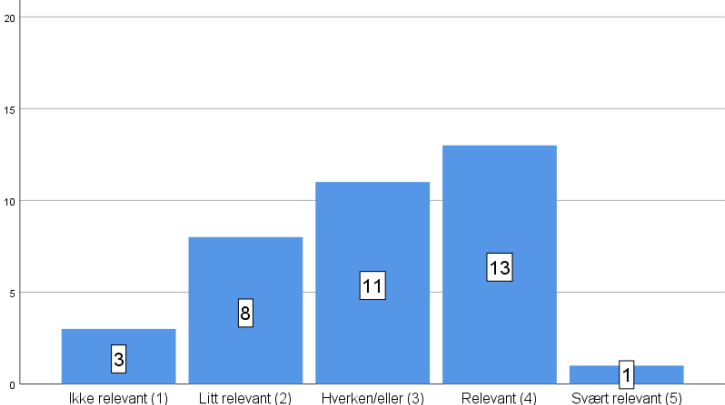
Tabell 13 - Resultat spørreundersøkelse del 2



<b>Uklare økonomiske gevinster</b>		 <p>Bar chart showing counts for relevance levels 1 to 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ikke relevant (1): 5</li> <li>Litt relevant (2): 5</li> <li>Hverken/eller (3): 6</li> <li>Relevant (4): 17</li> <li>Svært relevant (5): 3</li> </ul>
Gjennomsnitt: 3,22		
Standardavvik: 1,222		
Relevant/svært relevant	55,5%	
Hverken/eller	16,7%	
Ikke relevant/litt relevant	27,8%	
<b>Tilgang økonomiske ressurser</b>		 <p>Bar chart showing counts for relevance levels 1 to 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ikke relevant (1): 5</li> <li>Litt relevant (2): 9</li> <li>Hverken/eller (3): 12</li> <li>Relevant (4): 9</li> <li>Svært relevant (5): 1</li> </ul>
Gjennomsnitt: 2,78		
Standardavvik: 1,072		
Relevant/svært relevant	27,8%	
Hverken/eller	33,3%	
Ikke relevant/litt relevant	38,9%	
<b>Strategi</b>		 <p>Bar chart showing counts for relevance levels 1 to 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ikke relevant (1): 4</li> <li>Litt relevant (2): 6</li> <li>Hverken/eller (3): 14</li> <li>Relevant (4): 11</li> <li>Svært relevant (5): 1</li> </ul>
Gjennomsnitt: 2,97		
Standardavvik: 1,028		
Relevant/svært relevant	33,3%	
Hverken/eller	38,9%	
Ikke relevant/litt relevant	27,8%	
<b>Organisasjonskultur</b>		 <p>Bar chart showing counts for relevance levels 1 to 5:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ikke relevant (1): 1</li> <li>Litt relevant (2): 9</li> <li>Hverken/eller (3): 10</li> <li>Relevant (4): 12</li> <li>Svært relevant (5): 4</li> </ul>
Gjennomsnitt: 3,25		
Standardavvik: 1,052		
Relevant/svært relevant	44,4%	
Hverken/eller	27,8%	
Ikke relevant/litt relevant	27,8%	

<b>Implementeringsløsninger</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Antall</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ikke relevant (1)</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Litt relevant (2)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Hverken/eller (3)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Relevant (4)</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>Svært relevant (5)</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Antall	Ikke relevant (1)	2	Litt relevant (2)	5	Hverken/eller (3)	10	Relevant (4)	18	Svært relevant (5)	1
Kategori	Antall													
Ikke relevant (1)	2													
Litt relevant (2)	5													
Hverken/eller (3)	10													
Relevant (4)	18													
Svært relevant (5)	1													
Gjennomsnitt: 3,31														
Standardavvik: 0,951														
Relevant/svært relevant	52,8%													
Hverken/eller	27,8%													
Ikke relevant/litt relevant	19,4%													
<b>Forretningsmodeller</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Antall</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ikke relevant (1)</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Litt relevant (2)</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Hverken/eller (3)</td> <td>8</td> </tr> <tr> <td>Relevant (4)</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>Svært relevant (5)</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Antall	Ikke relevant (1)	2	Litt relevant (2)	2	Hverken/eller (3)	8	Relevant (4)	19	Svært relevant (5)	5
Kategori	Antall													
Ikke relevant (1)	2													
Litt relevant (2)	2													
Hverken/eller (3)	8													
Relevant (4)	19													
Svært relevant (5)	5													
Gjennomsnitt: 3,64														
Standardavvik: 0,990														
Relevant/svært relevant	66,7%													
Hverken/eller	22,2%													
Ikke relevant/litt relevant	11,1%													
<b>Modenhetsmodeller</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Antall</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ikke relevant (1)</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Litt relevant (2)</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Hverken/eller (3)</td> <td>11</td> </tr> <tr> <td>Relevant (4)</td> <td>17</td> </tr> <tr> <td>Svært relevant (5)</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Antall	Ikke relevant (1)	5	Litt relevant (2)	1	Hverken/eller (3)	11	Relevant (4)	17	Svært relevant (5)	2
Kategori	Antall													
Ikke relevant (1)	5													
Litt relevant (2)	1													
Hverken/eller (3)	11													
Relevant (4)	17													
Svært relevant (5)	2													
Gjennomsnitt: 3,28														
Standardavvik: 1,111														
Relevant/svært relevant	52,8%													
Hverken/eller	30,5%													
Ikke relevant/litt relevant	16,7%													
<b>Modenhet Industri 4.0-teknologi</b>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Kategori</th> <th>Antall</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Litt relevant (2)</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Hverken/eller (3)</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Relevant (4)</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>Svært relevant (5)</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table>	Kategori	Antall	Litt relevant (2)	4	Hverken/eller (3)	10	Relevant (4)	19	Svært relevant (5)	3		
Kategori	Antall													
Litt relevant (2)	4													
Hverken/eller (3)	10													
Relevant (4)	19													
Svært relevant (5)	3													
Gjennomsnitt: 3,58														
Standardavvik: 0,806														
Relevant/svært relevant	61,1%													
Hverken/eller	27,8%													
Ikke relevant/litt relevant	11,1%													

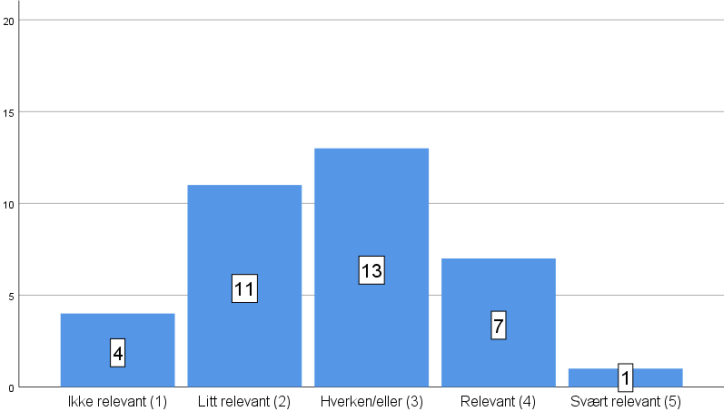
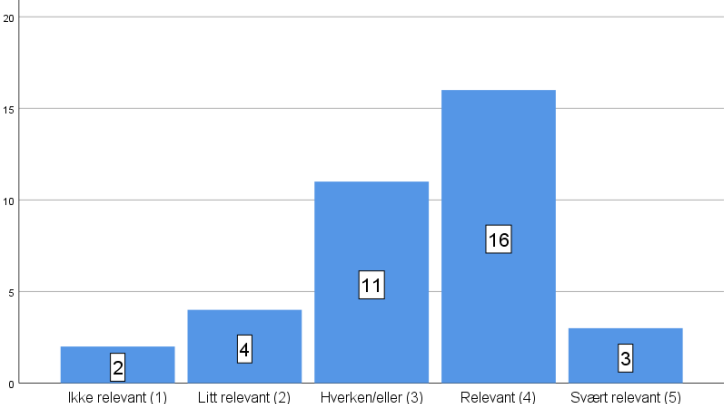
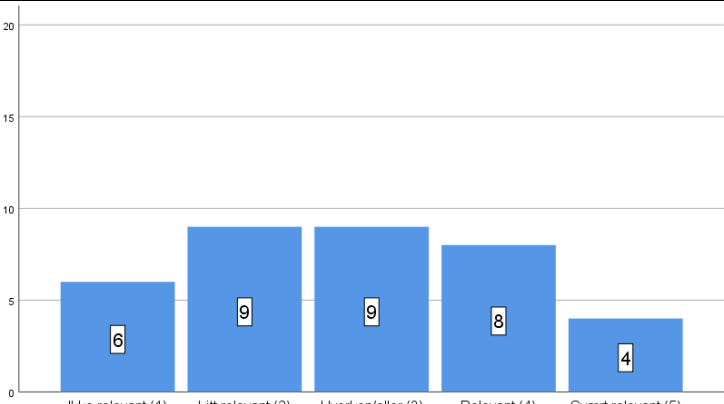


<b>Forståelse Industri 4.0</b>			
Gjennomsnitt: 2,97			
Standardavvik: 0,971			
Relevant/svært relevant	33,3%		
Hverken/eller	33,3%		
Ikke relevant/litt relevant			27,8%
Gjennomsnitt: 3,36			
Standardavvik: 1,125			
Relevant/svært relevant	50,0%		
Hverken/eller	30,6%		
Ikke relevant/litt relevant		19,4%	
Gjennomsnitt: 3,03			
Standardavvik: 1,028			
Relevant/svært relevant	38,8%		
Hverken/eller	30,6%	Ikke relevant/litt relevant	30,6%
Ikke relevant/litt relevant			



I tillegg til de 17 identifiserte utfordringene ble det også valgt å ta med spørsmål relatert til andre utfordringer nevnt i intervjuene. I tilknytning til organisasjonskultur ble motstand fra ansatte og manglende tid sett på som utfordringer. I tillegg ble det også spurt om hvorvidt ERP-systemet til bedriften ble sett på som en utfordring tilknyttet IT-infrastruktur. Se Tabell 14.

Tabell 14 - Resultat spørreundersøkelse del 2

<b>Motstand fra ansatte</b>		
Gjennomsnitt: 2,72		
Standardavvik: 1,003		
Relevant/svært relevant	22,2%	
Hverken/eller	36,1%	
Ikke relevant/litt relevant		41,7%
<b>Mangel på tid</b>		
Gjennomsnitt: 3,39		
Standardavvik: 0,994		
Relevant/svært relevant	52,7%	
Hverken/eller	30,6%	
Ikke relevant/litt relevant		16,7%
<b>ERP-system</b>		
Gjennomsnitt: 2,86		
Standardavvik: 1,268		
Relevant/svært relevant	33,3%	
Hverken/eller	25,0%	
Ikke relevant/litt relevant		41,7%

## 6 Diskusjon

For å kunne besvare problemstillingen vil vi i dette kapittelet først drøfte forståelsen av I4.0 for vårt utvalg. Deretter vil de identifiserte utfordringene for SMB enkeltvis bli diskutert i lys av resultatene fra intervju og spørreundersøkelse. Avslutningsvis vil det bli pekt på utfordringer som får særs støtte fra vår empiri.

### 6.1 Forståelsen av Industri 4.0

Vi skal i dette delkapittelet drøfte hvorvidt de intervjuede bedriftene i vårt utvalg har den samme forståelsen for I4.0 som litteraturen. En sammenfallende forståelse vil være en forutsetning for å kunne knytte våre funn til eksisterende litteratur. En sammenfallende forståelse er også en forutsetning for en dialog mellom forskere og næringslivet.

For å sammenligne de intervjuede bedriftenes forståelse mot litteraturen har vi i Tabell 15 trukket fram eksempler og uttalelser fra bedriftene over hvordan de arbeider med I4.0, og hva de ønsker å gjøre. For hvert av eksemplene har vi trukket paralleller til de tre integrasjonene og seks designprinsippene fra teorien.

*Tabell 15 - Kobling bedriftens forståelse mot teori*

	Eksempler og uttalelser	Tilknytning til teori (Se Kapittel 3.1.1-3.1.6)
Bedrift A	Når det kommer inn en bestilling på møbler skal det automatisk genereres CAM-filer og overføres til produksjonssystemet.	Horisontal integrasjon Vertikal integrasjon Interoperabilitet
	Arbeider med utvikling av en digital tvilling.	Interoperabilitet Virtualisering Sanntidsevne
	Arbeider med konfiguratorer mellom systemer og maskiner på flere nivåer. Det gjør de for å oppnå kommunikasjon mellom dem.	Horisontal integrasjon Vertikal integrasjon Interoperabilitet
Bedrift B	Dette handler mye om dataanalyse og få maskiner til å kommunisere med hverandre.	Vertikal integrasjon Interoperabilitet Sanntidsevne
	Ser mulighet til å bruke RFID-sporing for å få til sanntidsopplysninger.	Virtualisering Sanntidsevne

	Ønske om å koble produkter til kundene for å kunne tilby tjenester, som for eksempel vedlikehold.	Horisontal integrasjon Interoperabilitet Sanntidsevne Tjenesteorientering
Bedrift C	Har jobbet med RFID-sporing på produktene i produksjon for mer data og informasjon.	Virtualisering Sanntidsevne
	Ønsker å knytte kundens produksjonsstyring mot deres eget for å kunne tilby tjenester.	Horisontal integrasjon Interoperabilitet Tjenesteorientering
	Ønske om automatisk overføring av 3D-modeller fra PC til styrte maskiner i produksjonen uten innblanding fra operatører.	Vertikal integrasjon Interoperabilitet
Bedrift D	Ønske om automatisert innkjøpsfunksjon mot leverandører, samt at kunder kan hente ut priser og legge inn nødvendig informasjon i bestillingene som vil danne bedre grunnlag til produksjonen.	Horisontal integrasjon Interoperabilitet Desentralisering Sanntidsevne
	Arbeider med å simulere produksjonen, for å blant annet vurdere en tenkt investering.	Interoperabilitet Virtualisering Sanntidsevne
	Ønske om integrasjon mellom ERP-systemet og maskinene i produksjonen.	Vertikal integrasjon Interoperabilitet

Basert på sammenligningen mellom de intervjuede bedrifters uttalelser og teorien, så indikeres det at forståelsen langt på vei sammenfallende. Bedriftene har visjoner og idéer som kan knyttes til designprinsippene og integrasjonene.

Dersom en ser på resultatene fra del 1 i spørreundersøkelsen, hvor utvalget ble bedt om å vurdere egen forståelse av I4.0, indikeres det en sammenheng mellom bedriftsstørrelse og grad av forståelse. Der de mindre bedriftene hadde mindre forståelse. Dermed kan ikke graden av forståelse blant de intervjuede bedriftene generaliseres i en større kontekst.

Den ulike graden av forståelse som indikeres mellom de intervjuede bedriftene og utvalget i spørreundersøkelsen kan muligens forklares på bakgrunn av de intervjuede bedriftenes

samarbeid med klynger og relevante forskningspartnere. Dette har bidratt til en opparbeidelse av kunnskap rundt temaet. En annen forklaring på SMBs lave grad av forståelse fra spørreundersøkelsen kan relateres til litteraturens noe sprikende forklaring av temaets innhold.

Visjonen fra Oztemel og Gursev (2018) om I4.0 med «dark factories» deles ikke med blant annet Kagermann et al. (2013), Qin et al. (2016) og Hermann et al. (2016). Dette fremgår også av de intervjuede bedriftene, der blant annet Bedrift C uttalte: «Mange ser på Industri 4.0 sånn at de mest vellykkede bedriftene ikke har noen ansatte ... slik blir det ikke her i en bedrift som oss». Videre legges det vekt at på mennesker er, og vil fortsette å være, en viktig del av deres bedrift.

## 6.2 Identifiserte utfordringer

I dette kapitlet vil utfordringene detektert i litteratursøket bli diskutert i lys av resultatene fra intervjuene og spørreundersøkelsen. Strukturen for hver utfordring blir først å legge fram hva litteraturen skriver omkring den spesifikke utfordringen, deretter trekkes bedriftenes uttalelser og resultatet fra spørreundersøkelsen inn. Det vil bli pekt på likheter og ulikheter fra de ulike resultatene. Avslutningsvis blir det foretatt en oppsummering hvor vi tillater oss å peke på utfordringer som har fått særstøtte fra vår empiri.

### Investeringer

Omleggingen til en smart bedrift, som en del av den vertikale integrasjonen, vil kreve større investeringer. For å starte skiftet mot I4.0 mener El Hamdi et al. (2018), som studerer omleggingen til I4.0 med ERP-systemet som første steg ved marokkanske SMB, at investeringer opp til 9% av omsetningen er nødvendig for å integrere nye digitale teknologier. Moeuf et al. (2018) påpeker at implementeringen av CPS i SMB er komplekst og at bedriftene enten må oppgradere eksisterende utstyr eller gå til innkjøp av nytt. Jung og Jin (2018) mener at SMB vegrer seg for omleggingen til smart bedrift grunnet kostnadene ved oppbygging av IT-infrastrukturen og ytterligere kostnader ved ansettelse av personell med egnet kompetanse til å opprettholde og vedlikeholde systemet. Samtidig mener Hewitt-Dundas (2006) at den økonomiske situasjonen til SMB demper risikotakingen deres. De har ikke råd til å investere feil.

Bedrift A uttalte at for dem «... er det helt nødvendig å gjøre grep i forhold til I4.0 ... skal vi være en fabrikk om fem år, så må vi ha gjort store grep». Dette inkluderer alt fra programvarer og maskiner i produksjonen, til levering ut mot kunde på byggeplasser. Det samme gjelder også Bedrift D som uttalte: «... på det fysiske i produksjonen er det veldig store behov for å ta grep,

og det er mye gammelt utstyr ...». Med en omsetning på 27 millioner kroner blir det sett på som krevende å gjøre de investeringene som trengs fremover. Bedrift B er mer direkte om denne utfordringen og trekker fram at de ikke har mulighet til å gjøre de store investeringene. De fokuserer på å utnytte eksisterende maskinpark gjennom mulighetene I4.0 tilbyr. Leverandør A kommenterer at deres løsninger foreløpig er noe dyre for små bedrifter å ta i bruk. Flere av bedriftene gir også uttrykk for at store investeringer er risikabelt for SMB og kommer med eksempler der bedrifter har gjort feilinvesteringer.

I spørreundersøkelsen oppga 77,8% av utvalget at investeringer var en relevant eller svært relevant utfordring for dem, og gjør det til den utfordringen som blir rangert høyest av vårt utvalg. 19,4% oppga derimot utfordringen som ikke/litt relevant.

Samsvaret mellom litteratursøk, intervju og spørreundersøkelse indikerer at dette er en vesentlig utfordring for SMB. Bedriftene har gjerne varierende grad av modenhet i produksjonen, kompetanse og IT-infrastruktur for å imøtekomme I4.0. Derfor kan det være mer krevende for enkelte å gjøre de investeringene som kreves.

### Uklare økonomiske gevinster

I4.0 er relativt nytt for mange SMB. Jäger et al. (2016) og Moeuf et al. (2018) trekker fram at det kreves mer forskning for å få fram de virkelige fordelene for SMB. Det kan tyde på at SMB ikke helt ser hvordan de skal oppnå økonomisk gevinst i deres bedrift fra I4.0. Dette støttes av Sommer (2015) som omtaler en PwC<sup>8</sup> -studie, der 46% oppga at det var uklare økonomiske gevinster tilknyttet I4.0.

Fra intervjuene kom det fram at Bedrift A har veldig tro på I4.0. De ønsker å øke omsetningen per mann fra 1,6 millioner til nærmere 10 millioner. Intervjuobjektet uttalte følgende: «Hvis vi skulle hatt samme omsetning og omstilt oss til I4.0, da kunne vi ha sagt opp folk. Vi ønsker å øke omsetningen. Vi vil på 10 millioner med de folkene vi har». De andre bedriftene uttalte at de ser mange muligheter med positive økonomiske effekter av I4.0. Blant annet bedre informasjonsinnhenting, endrede prosesser og nye måter å skape verdi på. Leverandør A mente at gjennom preskriptivt vedlikehold som blir muliggjort av I4.0-teknologi, så kan bedrifter spare opptil 60% på vedlikeholdskostnadene, samtidig mente intervjuobjektet at det fortsatt er mange bedrifter som ikke ser de mulighetene som finnes. Fra spørreundersøkelsen fremkom det at

---

<sup>8</sup> PwC - PricewaterhouseCoopers

55,5% av utvalget oppga uklare økonomiske gevinster som relevant eller svært relevant for deres bedrift. 27,8% svarte ikke/litt relevant.

Uttalelsene fra intervjuene støtter ikke opp om funnene fra litteratursøket og spørreundersøkelsen, noe som muligens kan forklares med at de intervjuede bedriftene har opparbeidet seg bedre forståelse og dannet egen visjon om I4.0. Denne forståelsen gjør sannsynligvis at de bedre evner å se mulighetene av I4.0 i egen bedrift. Vi mener at en av grunnene til at et flertall av utvalget i spørreundersøkelsen ser dette som en utfordring kan være knyttet til en mangel på realiserte eksempler på I4.0. Det vil ikke være nok at større bedrifter kan vise til resultater. Det trengs også eksempler som fremmer gevinsten blant SMB.

### Tilgang økonomiske ressurser

Denne utfordringen innebærer at SMB mangler tilgang på økonomiske ressurser, gjennom egne ressurser og/eller vanskeligheter med å skaffe kapital gjennom lån eller støtte. Dette trekker Spilling (2006) fram som en generell utfordring for SMB. Stentoft et al. (2019), Mittal et al. (2018) og Sommer (2015) påpeker at SMB mangler økonomiske ressurser. Müller et al. (2017) nevner begrenset tilgang til økonomiske ressurser som en utfordring, og at SMB på grunn av dette er avhengig av samarbeid for å oppnå bedre betingelser. Gjennom samarbeid kan blant annet forhandlingsmakten økes og risikoen ved innkjøp fordeles. SMB har utfordringer med lavere omsetning til å drive med forskning og utvikling i egen bedrift, samt ansettelse av egnet personell (Mittal et al., 2018). For å implementere I4.0 vil det kreves tilgang på økonomiske ressurser for å gjøre de nødvendige investeringene. Hvor store investeringene blir for hver bedrift vil i stor grad variere på bakgrunn av produksjonens modenhet.

Fra intervjuene nevnte Bedrift A og Bedrift D at de gjerne skulle hatt mer økonomiske «muskler» til å kunne ansette IT-personell for å jobbe spesifikt med I4.0. Bedrift A uttalte følgende: «Du skulle jo hatt et team, og det er dyrt. Det er kostnaden med å ha egen kompetanse kontra det å knytte til seg ekstern kompetanse». Samtidig nevnte Bedrift A at de har planer om å bygge et nytt produksjonslokale, der de har tenkt nytt i forhold til maskinering og maskineringslinjer med tanke på I4.0, og at det i denne prosessen har vært viktig å ha en bank som er med på utviklingen. Bedrift C trekker fram at det ikke er et problem med investeringsviljen til eierne så sant de ser gevinsten i det. Flere av de intervjuede bedriftene nevnte også ulike støtteordninger de benyttet seg av, som SkatteFUNN (Se Kapittel 3.2.3 – Omgivelser).

I spørreundersøkelsen oppga 27,8% av utvalget dette som en relevant eller svært relevant utfordring, mens 38,9% svarte ikke/litt relevant. Spørreundersøkelsen gir dermed ikke tydelig støtte til litteratursøket og intervjuene. En del av forklaringen for dette kan muligens relateres til de ulike støtteordningene i Norge som kan bidra til å dempe utfordringen. Utfordringen bør likevel ansees relevant på bakgrunn av litteratursøk og intervju.

## Strategi

Strategien til SMB er ofte avhengig av lederen(e). Involveringen i I4.0 avhenger derfor av lederens forståelse og villighet til å fokusere på denne endringen (Mittal et al., 2018). Mangel på en omfattende digitaliseringsstrategi skyldes i mange tilfeller svakheter i ledelsen, ifølge Sommer (2015). For å starte skiftet mot I4.0 mener El Hamdi et al. (2018) at bedriftene, i tillegg til å være villig til å gjøre større investeringer, må utvikle en egen «I4.0-strategi». Ettersom utvalget av teknologier for SMB øker, mener Schröder (2016) at den største utfordringen disse bedriftene står overfor er utvikling av en passende strategi og utviklingen av kost-nytte analyser for disse teknologiene, samt mangel på datasikkerhet og standarder. Samtidig mener Moeuf et al. (2018) at mange SMB har kortsiktige strategier, noe som hindrer større langsiktige investeringer.

Flere større produksjonsbedrifter har gjerne egne strategi-avdelinger, eller til og med en dedikert gruppe som jobber med I4.0, mens SMB gjerne mangler slike dedikerte strategiresurser (Mittal et al., 2018). Schröder (2016) viser til undersøkelsen av Lichtblau et al. (2015) som indikerer at fire av ti SMB mangler en strategi for I4.0, og at det er en klar sammenheng mellom størrelse og strategi. Spørreundersøkelsen vår støtter opp om dette, der det kan vises til at 45% av de store bedriftene hadde en implementert strategi for I4.0, mot henholdsvis 33,3% og 5% for de mellomstore og små bedriftene.

Bedrift A gir uttrykk for å ha laget en strategi for I4.0. Bedrift B gir uttrykk for at de ikke har laget en egen dedikert strategi for I4.0 og digitalisering, men at de har «visjoner, mål og handlingsplaner hvor digitalisering og robotisering er en del av strategien». Bedrift C har planer om å danne en strategi, og har en tanke om hvordan det skal gjøres. Bedrift D nevnte at de selv ikke har dannet en strategi. Dette har de overlatt til en samarbeidspartner som støtter dem med digitalisering. Fra spørreundersøkelsen var det 33,4% av utvalget som oppga at de så på strategi som en relevant eller svært relevant utfordring. 27,8% oppga det som ikke/litt relevant.

Strategi har ikke blitt avdekket som en stor utfordring grunnet manglende støtte fra intervju og spørreundersøkelse. Selv om utvalget vårt ikke anser dette som en stor utfordring, anser vi dannelsen av en strategi som sentralt for å lykkes med implementeringen av I4.0.

## Organisasjonskultur

En organisasjonskultur er, ifølge Schein (1984), et mønster av grunnleggende forutsetninger som en gruppe har for å håndtere nye problemer, som har fungert over tid og dermed blitt overført til nye ansatte. I denne sammenheng er begrepet hovedsakelig blitt knyttet til endringer i bedriften.

Organisasjonsstrukturen i SMB kjennetegnes ofte ved at de er mindre kompliserte og mer uformelle sammenlignet med større bedrifter (Wuest & Thoben, 2011). Dassisti et al. (2017) mener at de virkelige problemene med implementering av I4.0 er relatert til karakteristikken ved SMB, og trekker fram lav grad av formalisering. Mittal et al. (2018) legger til at kulturen i SMB ofte mangler økonomisk fleksibilitet til å eksperimentere og vurdere ulike implementeringstiltak for de nyeste teknologiene. Dette kan føre til fravær av markedsundersøkelser og analyser av alternativer som fører til at noen avgjørelser kan bli tatt på «magefølelsen».

Ledelsen i alle de intervjuede bedriftene har et positivt syn på en endring mot I4.0. Det var i tilknytning til denne utfordringen at motstand fra ansatte og manglende tid ble nevnt som mulige utfordringer av bedriftene. Bedrift A uttalte at det kan være en utfordring for enkelte å tenke nytt, og at det er fare for at noen blir overkjørt på veien mot I4.0. Små endringer kan skape store ringvirkninger, mente intervjuobjektet, men at målet er å ivareta alle. Bedrift B legger vekt på at det er enklere å tilpasse seg endringer som en liten bedrift og at korte beslutningsveier betraktes som en fordel. Det er en kultur for endring, men det er samtidig viktig at endringene ikke skal gå på bekostning av ansatte. Bedrift C gir uttrykk for at endringer ovenfra og ned har en tendens til å gå «litt tregt» og ikke alltid få den effekten som først antatt. Det jobbes derfor med å skape en god forbedringskultur i bedriften, slik at endringer som blir implementert får ønsket effekt. Bedrift D uttalte i tilknytning til de ansatte at «... det er jo selvsagt noen bremseklosser i produksjonen da, men det er liksom ikke et valg å holde på den gamle måten. En får bare være med, ellers får en finne seg noe annet å gjøre på». Lav bemanning og kapasitet vil også være en begrensning for prosessutvikling i SMB (Borch et al., 2006), noe som Bedrift B legger særlig vekt på som en utfordring, og uttalte at «... vi har 10-15 forskjellige hatter [forskjellige roller i bedriften] hver av oss ... samtidig må en bruke tid på å videreutvikle seg



... det er en av de større utfordringene». Fra spørreundersøkelsen kom det fram at 44,4% av utvalget mente at organisasjonskultur var relevant eller svært relevant, mens 27,8% svarte ikke/litt relevant.

Grunnet de intervjuede bedriftenes uttalelser om mangel på tid til å prioritere videreutvikling av bedriften, ble dette lagt til som et spørsmål i spørreundersøkelsen. På dette svarte 52,7% av utvalget at dette var en relevant eller svært relevant utfordring for dem. Motstand fra ansatte ble også lagt til i spørreundersøkelsen i tilknytning til organisasjonskultur. Resultatet viste at 22,2% av utvalget så på motstand fra ansatte som en relevant eller svært relevant utfordring.

På bakgrunn av empirien kan det indikeres at det er ulike elementer ved organisasjonskulturen som gjør den til en relevant utfordring for å kunne implementere I4.0. Særlig relevant i denne sammenheng var mangel på tid, som fikk god støtte fra spørreundersøkelsen og de intervjuede bedriftene. Dette gir støtte til hvordan Hewitt-Dundas (2006) beskriver ressursituasjonen i SMB (Se Kapittel 3.2.3 – Ressursituasjon). På bakgrunn av dette mener vi at mangel på tid må anses som en sentral utfordring for SMB.

### Implementeringsløsninger

I litteraturstudien til Moeuf et al. (2018) kommer det fram at de fleste forskerne har hatt et større fokus på utvikling og validering av teknologier tilknyttet I4.0, mens det derimot er en klar mangel på forslag og validering av metoder for implementering av forskjellige teknologier, særlig rettet mot SMB. Mittal et al. (2018) og Issa et al. (2017) peker på at SMB har spesifikke behov knyttet til deres karakteristikk, og burde derfor ha en tilpasset I4.0-visjon. Eksisterende løsninger fokuserer gjerne på større bedrifter eller behandler SMB på lik linje med dem i utviklingen mot I4.0. Dette støttes også av Sommer (2015) som mener løsninger må utvikles separat, da SMB ofte i mindre grad evner å håndtere utfordringene som medfølger i forhold til større bedrifter. Fordelene av I4.0 må gå fra å være på et visjonsnivå til et virkelighetsnivå siden de fleste løsningene ofte er basert på laboratorietester (Sommer, 2015; Torn & Vaneker, 2019).

SMB har ofte flere manuelle prosesser, samt eldre utstyr og programvare som ikke evner å kommunisere med hverandre (Jung & Jin, 2018). Ettermontering på eksisterende utstyr kan være et lav-kost alternativ for å realisere CPS, særlig passende for SMB (Stock & Seliger, 2016; Torn & Vaneker, 2019). Schröder (2016) mener derimot at siden IT-systemer, maskiner og prosesser har blitt anskaffet over tid, og da har varierende årgang, gjerne fra ulike leverandører, vil en ettermontering kreve store investeringer. Løsninger for gradvis implementering, rettet mot SMBs behov basert på bedriftenes egne visjoner, der bedriftene ser fordelene gjennom små

konkrete tiltak, må derfor utarbeides. Et eksempel er implementeringsrammeverket 5C<sup>9</sup> som kan være et utgangspunkt implementering av CPS.

Bedrift C ga selv uttrykk for at de ikke er raske i adopteringen av ny teknologi. Bedriften har begynt å teste sporing av produkter ved bruk av RFID, men fant ut at dette ikke passet deres produksjonsprosesser. Andre løsninger testes nå. Dette viser at bedriftene selv må tilpasse bruken av teknologier til sin bedrift. Bedrift A utvikler sammen med et lokalt teknologisenter løsninger for å koble sammen systemene sine. Bedrift B utalte følgende: «... for vår del så er vel løsningen i første omgang å se på muligheter for å sensorere maskinene, altså, vi setter opp sensorer som vi kobler til eksisterende maskiner». Bedrift D uttalte at det er en mangel på løsninger rettet mot SMB, og at nøkkelen til utvikling for dem vil ligge i å dele handlinger opp i små konkrete oppgaver, slik at de kan få til en stegvis implementering. Leverandør A uttalte at de jobbet med å utvikle standard I4.0-løsninger for implementering, med fokus på sanntidsovervåking, og har fått tilskudd av Innovasjon Norge i denne sammenheng.

Fra spørreundersøkelsen kom det fram at 52,8% av utvalget mente at dette er en relevant eller svært relevant utfordring for deres bedrift, mens 19,4% svarte ikke/litt relevant. Det er dermed støtte fra alle de tre kildene om at implementeringsløsning er en utfordring, og det kan derfor indikeres som en betydelig utfordring for SMB.

## Forretningsmodeller

Forretningsmodeller beskriver hvordan bedrifter skaper, leverer og fanger verdi. Dannelsen av en forretningsmodell er, ifølge Hummel, Slowinski, Mathews og Gilmont (2010), en del av bedriftens strategi. Ifølge Kagermann et al. (2013) skal I4.0 kunne skape muligheter for mindre bedrifter til å utvikle og tilby nedstrømstjenester<sup>10</sup>. I4.0 er sagt å påvirke hele forsyningskjeden, inkludert produktdesign- og utvikling, driftsledelse og logistikk, og vil dermed kreve nye forretningsmodeller (Prause, 2015).

Utvikling av nye forretningsmodeller kan være krevende for SMB (Issa et al., 2017), da disse bedriftene ofte er spesialisert innenfor sin virksomhet. Moeuf et al. (2018) mener at I4.0-prosjekter kan være en mulighet til å endre prosesser (ikke bare forbedre) og søke nye muligheter i markedet, men at ledelsen i SMB ofte har fokus på produksjonssystemet som en kostnad og ikke en mulighet for å endre deres forretningsmodell. Torn og Vaneker (2019)

---

<sup>9</sup> 5C – Er et foreslått 5-steps rammeverk for implementering av CPS. Gir en stegvis veiledning for utvikling og implementering av CPS. For videre lesning henvises det til: Lee et al. (2015) og Qin et al. (2016).

<sup>10</sup> Nedstrømstjenester (downstream services) - Innebærer at produsenter beveger seg mot å tilby innen tjenester innen operasjon og vedlikehold, og ikke bare drive med produksjon (Wise & Baumgartner, 1999).

fokuserer på kundetilpasset produksjon gjennom I4.0 og mener at overgangen fra forretningsmodeller som involverer marked-push til kunde-pull vil være en utfordring.

Vi mener derimot at påstanden til Torn og Vaneker (2019) ikke vil gjelde for alle SMB, da flere allerede har kunde-pull på grunn av spesialisert produksjon. Dette påpeker også Mittal et al. (2018) i sin artikkel, hvor SMB gjerne har mer spesialisert produksjon enn større bedrifter. I studien til Müller et al. (2017) vises det til at SMB ofte er skeptiske til nye forretningsmodeller på grunn av at det ikke er en del av deres kjernekompetanse.

De intervjuede bedriftene ser for det meste en endret forretningsmodell mer som en mulighet, enn en utfordring. Bedrift B omtalte muligheten for å drive tjenester i form av utleie av formverktøy, der de gjennom sensorikk kan gi beskjed til sine kunder om at en form må pusses opp eller kontrolleres. Dette gjør at de kan hente ut verdi nedstrøms i verdikjeden, og ikke kun fra produksjon av former. Bedrift C og Bedrift D kunne tenke seg å knytte kunders produksjonssystem mot deres produksjonssystem for å lette manuelt arbeid med tolkning av bestillinger. Selv om de intervjuede bedriftene ser mulighetene mangler de fortsatt å realisere dem.

I spørreundersøkelsen oppga 66,7% av utvalget forretningsmodeller som en relevant eller svært relevant utfordring for deres bedrift. 11,1% svarte ikke/litt relevant. Spørreundersøkelsen støtter dermed litteraturen, men får mindre støtte fra de intervjuede bedriftene. Det kan tenkes at økt forståelse av I4.0 vil gjøre at bedrifter ser flere muligheter. Plattform I4.0 har en egen arbeidsgruppe som jobber med digitale forretningsmodeller innen I4.0, noe som indikerer at endrede forretningsmodeller står sentralt i I4.0.

## Modenhetsmodeller

Modenhetsmodeller brukes for å indikere og måle modenheten av en organisasjon eller prosess mot et gitt mål, og skal gi et oversiktsbilde av nå-situasjonen i en modningsprosess (Schumacher, Erol & Sihn, 2016). Det vil være gunstig for bedriftene å vite hvor de står i forhold til I4.0 for å utvikle bedriften videre.

Et av hovedfunnene til Mittal et al. (2018) er rettet mot at eksisterende modenhetsmodeller ikke tar hensyn til SMB sin lave grad av digitalisering. Det nåværende utgangspunktet for flere modenhetsmodeller, gitt navnet «nivå 1», virker til å være urealistisk fra den faktiske digitaliserings- og (smart) automatiseringsnivået til SMB, og et «nivå 0» sees som hensiktsmessig. En overgang fra «nivå 0» til «nivå 1» vil gjerne kreve større omveltninger i bedriften. Mittal et al. (2018) legger til at en slik overgang vil kreve adopsjon av blant annet

ny teknologi, organisasjonskultur og kunnskap. Endringen vil da gjerne sees på som større enn f.eks. overgangen fra «nivå 1» til «nivå 2».

En lav grad av automatisering og digitalisering kan også reflekteres fra de intervjuede bedriftene. Bedrift C uttalte blant annet at produksjonen preges av «en stor grad av håndverksproduksjon.» Resultatet fra spørreundersøkelsen viser at 52,8% av utvalget anser modenhetsmodeller som relevant eller svært relevant utfordring for deres bedrift, mens 16,7% oppga dette som ikke/litt relevant.

Mangel på egnede modenhetsmodeller tilpasset den aktuelle bedriften kan føre til forvirring om hvor en skal starte, som i verste fall kan føre til tap av motivasjon for å arbeide mot I4.0. En modenhetsmodell må derfor kunne relateres til SMBs digitaliseringsgrad og indikere hvilke tiltak som må prioriteres for å nå en «høyere» grad av modenhet for å nå deres I4.0-visjon.

Til tross for at de intervjuede bedriftene ikke var spesifikt innom denne utfordringen, kan det på bakgrunn av spørreundersøkelsen indikeres at fraværet av egnede modenhetsmodeller blir ansett som en utfordring mot implementeringen av I4.0. Det kan likevel forekomme at noen SMB innehar en mer digitalisert produksjon, noe som kan forklare hvorfor deler av utvalget anså denne utfordringen som mindre relevant.

### Teknologisk modenhet Industri 4.0

Den teknologiske modenheten av I4.0-teknologi er identifisert som en utfordring, ikke bare for SMB, men generelt for alle bedrifter (Sommer, 2015). Schröder (2016) mener at grunnen til at flere SMB vegrer seg for en overgang til I4.0-teknologier og integrasjon av IT-systemer er blant annet tilknyttet mangelen på standarder. Ingen internasjonale standarder har ennå blitt implementert. Videre mener Dassisti et al. (2017), som undersøker kommersielle løsninger for implementeringen av I4.0, at det er en mangel på ledelseskunnskap og teknisk kunnskap for å gjøre slike løsninger fleksible. Med dette menes at løsningene gradvis kan integreres med nye maskiner eller enheter, og kan relateres til designprinsippet modularitet. Torn og Vaneker (2019) mener også at den horisontale integrasjonen og interoperabilitet mellom kunde, leverandører og andre bedrifter kun kan bli realisert når informasjonsutvekslingen blir standardisert.

Noen av de intervjuede bedriftene trakk fram utfordringer relatert til at leverandører tenker maskin for maskin og ikke et helhetlig system. Bedrift A uttalte følgende: «... det er fokus på å selge gode maskiner, men ikke fokus på å selge systemer». Derfor kan det tenkes at en del bedrifter sliter med å sammenføre maskiner og data til et felles system. Som litteraturen

påpeker, er det viktig å finne felles standarder som gjør en slik kommunikasjon og integrasjon mulig. Plattform Industrie 4.0 har en egen arbeidsgruppe som jobber med normer og standarder. Deres mål er å arbeide fram en nøytral referanse arkitekturmodell, gitt navnet RAMI 4.0. I stortingsmeldingen fra Nærings- og fiskeridepartementet (2017) omtales RAMI 4.0 som et internasjonalt standardiseringsarbeid, som skal forbinde den horisontale og vertikale IT-integrasjonen sammen med produkt- og produksjonssyklusen.

Med en slik standard kan industrien oppnå et felles språk som gjør kommunikasjon og informasjonsoverføring enklere. Leverandør A nevnte at: «... til å begynne med så er det jo gjerne slik at en gis støtte fra offentlige myndigheter, og sammen med større bedrifter, så går en inn å løser en eller annen utfordring ... så standardiserer en det ... så blir det tilgjengeliggjort for mindre økonomier [bedrifter med mindre økonomiske midler, ref. SMB]». Mindre bedrifter holder mer igjen og er mer forsiktige i å prøve ut ny teknologi, dersom de skulle trå feil, kan det få store konsekvenser (Moeuf et al., 2018). SMB vil da gjerne være avhengig av at større bedrifter går foran i denne utviklingen.

Fra spørreundersøkelsen kom det fram at 61,1% av utvalget anså teknologisk modenhet som en relevant eller svært relevant utfordring, mens bare 11,1% svarte litt relevant. Ingen omtalte dette som ikke relevant. Empirien er stort sett sammenfallende omkring denne utfordringen. Det kan derfor indikeres at teknologisk modenhet av I4.0-teknologi er en relevant utfordring for å implementere I4.0.

### Eksisterende produksjon

En utfordring mot implementering av I4.0 er også for mange SMB knyttet til dagens eksisterende produksjon. Jung og Jin (2018) mener at eldre produksjonsanlegg kan være et stort hinder for å utvikle en smart bedrift, siden de fleste produksjonsanleggene ikke innehar funksjoner eller utstyr som er i stand til å samle inn og prosessere data fra produksjonsprosessen. Dassisti et al. (2017) påpeker at uavhengige og eldre maskin- og programvarer karakteriserer SMB. Moeuf et al. (2018) refererer til en studie av Herdon, Várallyai og Péntek (2012) som observerte at SMB hadde interne informasjonssystemer som ikke tillot direkte tilkobling mot skytjenester. Schröder (2016) understreker, som tidligere nevnt, at det vil være dyrt med ettermontering av automatiseringsprogramvarer på maskiner og utstyr av variabel årgang for å skape kompatibilitet.

Det som er nevnt i litteraturen får også støtte fra intervjuene. Bedrift A mente at maskinene som finnes er gode, men utfordringen ligger i at de ikke klarer å snakke sammen i produksjon.

Bedrift B nevnte følgende: «... noen maskinleverandører er veldig restriktive på hva du får tilgang til av data fra programmene deres. Det er ikke bare å koble seg på en PLS eller en tjenestestyring med åpen kode og alt ...». Dette er med å gjøre realiseringen av CPS vanskeligere. Bedrift C uttalte at de sliter med liten grad av datainnsamling fra produksjonen. Dette gir dem lite fakta til å ta beslutninger på. For å knytte sammen informasjon fra eksempelvis kundens produksjonssystem, så ser de behovet for et nytt datasystem for å muliggjøre dette. Det samme synes å gjelde Bedrift D som uttalte at de har mye gammelt utstyr som blir presser hardt, samt et ERP-system som ble omtalt som en «stor bremsekloss», og at de har et «... skrikende behov for modernisering og fornying på veldig mange områder». Intervjuobjektet var også innom problemstillingen om at før var det fokus på at den nye maskinen skulle være bedre enn den gamle, og ikke systemet som helhet. Dette har endret seg nå mente intervjuobjektet, men at det har ført til at bedrifter gjerne har flere maskiner fra ulike leverandører som ikke enkelt kan kommunisere med hverandre.

I spørreundersøkelse oppga 69,4% av utvalget eksisterende produksjon som en relevant eller svært relevant utfordring for deres bedrift, mens 13,9% oppga den som litt relevant. Ingen omtalte den som ikke relevant. Dette gir støtte til funnene fra litteratursøk og intervju. Det kan derfor indikeres at eksisterende produksjon er en særrelevant utfordring for SMB.

### IT-infrastruktur

Med IT-infrastruktur menes telekommunikasjon, datamaskiner og programvarer som er integrert og koblet slik at informasjon kan bli utvekslet raskt og enkelt (Byrd & Turner, 2001). Sommer (2015) viser til en studie utført av Weiß og Zilch (2014), som har intervjuet bedrifter av alle størrelser, der det kom fram at mangelen på interesse for I4.0 kom blant annet på bakgrunn av manglende IT-struktur. Videre påstår Mittal et al. (2018) at noen SMB ikke har tilgang på teknologier som IoT, trådløse nettverk og IT-sikkerhet etc. For å kunne bygge en smart bedrift som kan kommunisere data til servere med en database trengs det en IoT-enhet som kan overføre nødvendig informasjon (Jung & Jin, 2018). Jung og Jin (2018) mener at noe av årsaken til en manglende IT-infrastruktur blant SMB vil være at de tidligere ikke har sett behov for å koble produksjonen mot internett.

Fra intervjuene ble ERP-systemer trukket fram som en utfordring i denne sammenheng. El Hamdi et al. (2018) argumenterer for at ERP-systemet er «informasjonsryggraden» for å få til en digitalisering av bedriften, som skal bidra til å bedre produktivitet og økt kontroll i bedriften ved å knytte sammen de ulike datasystemene.

Bedrift D uttalte: «... vi har vel konkludert med at vi har behov for et nytt ERP-system, og at vi ikke ser noen fremtid i det vi har ...». Bedrift A oppgir også at de holder på å innføre et nytt ERP-system. På bakgrunn av de intervjuede bedriftenes fokus på ERP-system som en utfordring, ble dette lagt til som et spørsmål i spørreundersøkelsen. Her svarte 33,3% av utvalget at dette var en relevant eller svært relevant utfordring, noe som gir delvis støtte til uttalelsene fra intervjuobjektene.

I rapporten om dataressurser og infrastruktur fra Digital21 (2018d) henvises det til at dataressurser og digital infrastruktur er viktig for at næringslivet skal ha mulighet til å ta i bruk ny teknologi. I den samme rapporten legger de vekt på at det er viktig å utvikle den digitale infrastrukturen med fokus på næringslivet. Med det mener de blant annet at utbyggingen av det nye 5G-nettet må være godt planlagt og næringsrettet.

Fra spørreundersøkelsen oppga 63,9% av utvalget IT-infrastruktur som en relevant eller svært relevant utfordring, mens 13,9% svarte ikke/litt relevant. Dette sammenfaller med litteratursøket og intervjuene. Derfor kan det indikeres at IT-infrastruktur blir betraktet som en betydelig utfordring for SMB mot implementeringen av I4.0.

## Databehandling

Behandlingen og flyt av data vil, ifølge Schröder (2016), være en utfordring, spesielt for SMB, grunnet færre ressurser og mindre kunnskap enn større bedrifter. Utfordringen innebærer dataflyt tilhørende både internt og eksternt for å muliggjøre utveksling av produksjonsdata horisontalt med kunder og leverandører, og vertikalt for salg, planlegging, tjenester og kontroll. Dassisti et al. (2017) mener at det mest kritiske for implementeringen vil være å identifisere og velge de nødvendige dataene som trengs. Dette blir også vanskeligere når kompleksiteten øker (Dassisti et al., 2017). Jung og Jin (2018) trekker fram et eksempel fra en produsent av fjærer, hvor bedriften ikke innehar systemer for å samle informasjon på de individuelle fjærene. Dette kan være vanskelig for SMB der kundene er større bedrifter som krever slik informasjon på produktene sine.

Bedrift B trakk fram at de er gode på datainnsamling, men at de ikke er gode på dataanalyse og hvordan de skal bruke data effektivt. Datainnsamlingen som gjøres i dag, er i stor grad basert på manuell innsamling. Et eksempel som nevnes er der en operatør leser av spindeltiden på maskinene hver dag, for deretter å legge denne informasjonen inn i ERP-systemet hver uke. Intervjuobjektet uttalte at her var det store muligheter for forbedringer. Bedrift C uttalte at de har liten grad av datainnsamling fra produksjonen noe som fører til at de har «veldig lite fakta

og mye synsing», og at: «Det er vi ikke alene om, sånn er det i mange forskjellige virksomheter». Her er vi inne på noe av det som er kjernen av I4.0, gjøre informasjonen tilgjengelig og utnytte den på en god måte. Her kan det trekkes paralleller til interoperabilitet og sanntidsevne fra designprinsippene til I4.0. Leverandør A argumenterte for at gjennom tilgjengeliggjøring av informasjon, så vil også produksjonskostnadene kunne reduseres.

Fra spørreundersøkelsen oppga 72,2% av utvalget denne utfordringen som relevant eller svært relevant, mens 11,1% svarte litt relevant. Ingen svarte ikke relevant. Dette støtter opp om funnene fra litteratursøk og intervju. Derfor kan databehandling indikeres som en sær relevant utfordring for SMB i implementeringen av I4.0.

### Datasikkerhet

Litteraturen legger vekt på datasikkerhet som en utfordring for SMB, men at det også, ifølge El Hamdi et al. (2018), blir sett på som en bekymring for alle bedrifter som planlegger å nå målet om I4.0. Bruken av teknologi som skytjenester blir lite brukt blant SMB (Schröder, 2016), noe som er med å hindre interoperabilitet mellom systemene i bedriften. Den største utfordringen for bruk av skytjenester, ifølge Schröder (2016), er sikkerhetsbekymringer relatert til faren for uautorisert tilgang av bedriftssensitive data. Dersom frykten for at andre får tilgang til bedriftssensitive data som ligger i skyen er tilstedeværende, vil dette kunne være en begrensende faktor for bedrifters utvikling mot I4.0 (Sommer, 2015). Skytjenester blir beskrevet som en viktig brikke i I4.0 (Zhou et al., 2015). Til tross for dette uttalte Leverandør A at det ikke bare er SMB som ikke tar i bruk skytjenester, men at også flere større bedrifter unngår bruken på grunn av sikkerhetsmessige årsaker, noe intervjuobjektet selv mente ville endre seg med tiden.

Fra intervjuene ble det avdekket at bedriftene er klar over faren med datasikkerhet, men at de i stor grad er avhengig av eksterne ressurser for å håndtere dette. Bedrift A planlegger implementering av et nytt ERP-system, men de er ikke bekymret for sikkerheten på grunn av at selskapet som leverer systemet synes å ha god sikkerhet rundt ERP-systemet. Bedrift B uttaler følgende angående datasikkerhet: «Vi bruker Evry, Microsoft og lokale konsulenter som hjelper oss, og som en SMB så er jo det kanskje det viktigste, at vi har samarbeidspartnere som kan hjelpe oss med de tingene der».

Moeuf et al. (2018) påpeker at det er få artikler som diskuterer datasikkerhet i SMB, noe de mener er et tegn på manglende oppmerksomhet rundt denne utfordringen. De mener at en av grunnene til dette kan være knyttet til ledere i SMB som regner med at sikkerheten ligger



innebygget i skytjenesteplattformene eller andre kommunikasjonsplattformer, og at de derfor ikke tenker så veldig mye på det. Dette kan reflekteres i Bedrift C, som ikke ville neglisjere trusselbildet, men følte selv at de ikke var i faresonen for slike angrep, og at de heller ikke så på seg selv som et veldig attraktivt mål.

Resultatene fra spørreundersøkelsen tyder derimot på at datasikkerhet blir sett på som en bekymring blant utvalget, da 69,5% anså dette som en relevant eller svært relevant utfordring. 11,1% svarte ikke/litt relevant.

Det er derfor ikke en sammenfallende enighet mellom empirien, men datasikkerheten bør likevel anses som en relevant utfordring. Vi mener at det er viktig å fokusere på datasikkerhet, da bedriftene må føle seg trygge i bruken av skytjenester og digitaliseringstjenester. Digital21 (2018a) skriver også i sin rapport om digital sikkerhet at cybersikkerhet er en grunnleggende forutsetning for økt digitalisering i norsk næringsliv.

#### Forståelse for industri 4.0

For å kunne se muligheter er det nødvendig med forståelse og kunnskap om konseptet. Flere artikler trekker fram at det er en manglende forståelse for I4.0 blant bedrifter. Sommer (2015) referer til Eisert (2014) som i sin studie av SMB fant at to tredjedeler av de intervjuede ikke visste om konseptet I4.0. Dette indikerer at forståelsen rundt I4.0 er lav for SMB, noe som blir støttet av et mangfold av studier i Sommer (2015). Jäger et al. (2016) viser også til at mange SMB ikke har noen klar idé om hvordan I4.0 konkret kan implementeres i deres bedrift. Mangelen på forståelse støttes av Stentoft et al. (2019) sitt funn om at bedriftene ikke ser den strategiske viktigheten av konseptet. Müller et al. (2017) fant i sin studie at motvillig adferd mot I4.0 også kan forklare hvorfor temaet er ukjent for mange SMB.

Som avklart i Kapittel 6.1 har de intervjuede bedriftene i denne oppgaven langt på vei en sammenfallende forståelse med litteraturens omtale av I4.0. Bedriftene oppgir at de har tilgang på kompetanse og ressurspersoner gjennom deltagelse iblant annet klynger og forskningsprosjekt der de har opparbeidet seg forståelse. Bedrift B trekker fram viktigheten av å ha en god forståelse med følgende sitat: «En av de største utfordringene har vel kanskje vært at det finnes veldig mange «hype-ord» ... men det er veldig få som faktisk kan si hva det konkret betyr».

De intervjuede bedriftene legger stor vekt på samarbeid med andre bedrifter og klynger som en god vei for å skaffe seg forståelse. Bedriftene nevnte også at det er viktig at hver bedrift finner ut hvordan det kan gjøres på best mulig måte hos dem, og at det da kreves forståelsen for I4.0.

Leverandør A var også tydelig på at det var en mangel på forståelse for I4.0 blant norske bedrifter.

Fra spørreundersøkelsen kom det fram at 33,3% av utvalget vektlegger forståelse av I4.0 som en relevant eller svært relevant utfordring. 33,3% svarte også ikke/litt relevant. Selv om vår empiri ikke gir tydelig støtte til at forståelse er en stor utfordring, mener vi på at forståelse vil være viktig for å lykkes med implementering av I4.0. Det ble også i intervjuene trukket fram at god forståelse var viktig for å kunne se muligheter i egen bedrift. Tiltak som etablering av et kompetansesenter for I4.0, vil kunne være gunstig for SMB, og har allerede blitt igangsatt i Norge. Et eksempel på dette er Manufacturing Technology Norwegian Catapult Centre (MTNC) som ble åpnet på Raufoss, februar 2018. MTNC er et prosjekt under SINTEF. Prosjektleder for MTNC, Ottar Henriksen, uttalte følgende om prosjektet:

“Norsk katapult MTNC skal utvikles til et teknologisenter i verdensklasse, hvor vi bygger flere minifabriker, med I4.0 standard, for å utvikle og teste nye produksjonsteknologier og nye arbeidsmåter. Senteret skal være en ny og viktig læringsarena for både store og små bedrifter, på tvers av bransjer, over hele landet” (SINTEF, 2018).

### Teknisk kompetanse

Det vil stilles høyere krav til kompetanse i industrien fremover grunnet digitalisering og I4.0 (Hecklau, Galeitzke, Flachs & Kohl, 2016). En gjentakende utfordring fra litteratursøket var mangelen på teknisk kompetanse som trengs for å starte overgangen til I4.0. SMB mangler ekspertise på andre områder enn produksjonsprosessen, mener Moeuf et al. (2018). De ansatte er altså ikke forberedt på en implementering av I4.0 (Sommer, 2015). Sommer (2015) referer til en studie av DIHK (2015) som viste at 39% av intervjuobjektene mente at de ansatte ikke var tilstrekkelig kvalifisert. Teknisk kompetanse nevnes også som en utfordring for SMB av Dassisti et al. (2017), Stentoft et al. (2019) og Jäger et al. (2016).

De intervjuede bedriftene trakk også fram mangelen på teknisk kompetanse blant deres ansatte som en utfordring. Bedrift A nevnte at for å få til flyt og kommunikasjon mellom maskiner og ulike operasjoner, så er de avhengig av kompetanse de ikke har internt. Bedrift B påpeker at de ikke har den rette kompetansen for å få utnytte det eksisterende utstyret i henhold til I4.0, og uttalte følgende tilknyttet IT-kompetanse: «... dette er ting vi ikke har kompetanse på. Det med å gjøre om og programmere om data, og hente data og algoritmer». Bedrift C uttalte også at: «Kompetansen vår er jo en begrensing». De skulle gjerne hatt høyere kompetanse for å bedre håndtere det store skiftet som følge av I4.0.

Fra spørreundersøkelsen oppga 50% av utvalget teknisk kompetanse som en relevant eller svært relevant utfordring, mens 27,8% svarte ikke/litt relevant. Utfordringen får dermed god støtte fra vår empiri, og kan derfor indikeres som en særs relevant utfordring for SMB i implementeringen av I4.0.

### Kvalifisert arbeidskraft

For å kunne utvikle, implementere og dra nytte av I4.0 er det behov for kvalifisert arbeidskraft på arbeidsmarkedet (El Hamdi et al., 2018; Stentoft et al., 2019; Torn & Vaneker, 2019). Sommer (2015) viser til at 48% av intervjuobjektene i studien av Computer Sciences Corp (2015) mente jobbmarkedet er dårlig forberedt på å møte den fjerde industrielle revolusjonen, og frykter en mangel på kvalifisert arbeidskraft. Dette støttes av Schröder (2016), som viser til at det i Tyskland har vært mangel på studenter innen STEM<sup>11</sup>-fag, noe som igjen har ført til en mangel på kvalifisert arbeidskraft i yrker som er avgjørende for implementeringen av I4.0. Jung og Jin (2018) legger vekt på behovet for vedlikehold av IT-infrastrukturen etter implementeringen av en smart bedrift, noe som krever IT-ekspertise, og at fraværet av dette er utfordrende for bedriftene.

Utfordringene nevnt i litteraturen omtales også i rapporten om kompetanse fra Digital21 (2018c). Rapporten peker på at det er et behov for mer digital kompetanse på høyt nivå. Årsaken til dette er blant annet knyttet til manglende søkere til STEM-fag, på lik linje som i Tyskland. Antall avgangsstudenter innenfor disse fagene i Norge har, ifølge DESI 2017, økt fra foregående år, men er fortsatt under EU-gjennomsnittet (EU-kommisjonen, 2017). Digital21 (2018c) påpeker at mulige tiltak kan være å styrke etter- og videreutdanningen blant folk i næringslivet, samt øke kapasiteten og fleksibiliteten i høyere IT-utdanning. Det ble ikke kommentert i intervjuene at det var mangel på kvalifisert arbeidskraft.

Fra spørreundersøkelsen oppga 50% av utvalget denne utfordringen som relevant eller svært relevant, mens 19,4% mente det var ikke/litt relevant. Til tross for manglende uttalelse fra de intervjuede bedriftene omkring denne utfordringen kan det indikeres, på bakgrunn av Digital21s rapport, at mangel på kvalifisert arbeidskraft kan bli et problem i fremtiden. Dette er en utfordring som bedriftene selv i liten grad kan påvirke. Derfor bør tiltak som foreslås av Digital21 tas til vurdering.

### Samarbeid

---

<sup>11</sup> STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). I artikkelen til Schröder (2016) benyttes MINT som er den tyske versjonen av STEM (Bock & Bracke, 2013).

Litteraturen påpekte at bedrifter har utfordringer med å adoptere I4.0-teknologi, og at disse kan være relatert til vanskelighetene SMB har med å finne en passende forskningspartner (Issa et al., 2017). Mittal et al. (2018) påpeker at samarbeidsstrategier er avgjørende for suksessen av en organisasjon, og at SMB ofte mangler slike allianser med universiteter og andre forskningsinstitusjoner. Müller et al. (2017) fant i sin studie at SMB har en tendens til å foretrekke autonomi og frykter økt avhengighet, noe som støtter opp om nevnte påstander. Siden I4.0 er komplekst, vil en vellykket implementering være avhengig av nettverk og samarbeid (Jäger et al., 2016). Mittal et al. (2018) påpeker også at SMB generelt har en lav grad av forskning og utvikling, noe som gjør dem enda mer avhengig av samarbeid for å imøtekomme I4.0.

Viktigheten av samarbeid nevnes også av bedriftene i intervjuene. Bedrift A har to samarbeidsprosjekter gående for å få til nødvendige konfiguratorer og utvikling av en digital tvilling av produksjonen. Bedrift B trekker fram at de har opparbeidet sin forståelse av I4.0 på bakgrunn av samarbeid med andre bedrifter og klynger. Bedrift B uttalte: «Det er vanskelig å si noe om hva det egentlig konkret er, hva det betyr, men der synes jeg vi har en god posisjon med at vi har tilgang til SINTEF». Dette bruker de for å finne ut hva som er mulig for dem. Bedrift C nevnte også at tilgang på miljøer med kunnskap er viktig for dem. Leverandør A mente samtidig at samarbeid gjennom deling av både kunnskap og ressurser vil være en nøkkel for at SMB skal kunne lykkes i utviklingen mot I4.0.

Digital21 (2018b) og Holdren og Lander (2014) er to rapporter som peker på viktigheten av samarbeid mellom næringsliv og akademia. Digital21 peker på at næringslivet ønsker og trenger flere forskere med næringsfokus, og som er åpne for industrielt samarbeid. Rapporten fra Holdren og Lander (2014) ble levert til den amerikanske presidenten i 2014 og handler om hvordan de skal akselerere utviklingen på avansert produksjon. Holdren og Lander (2014) peker på ulike tiltak som skal kunne hjelpe bedrifter på veien fremover. Det ene er å utvikle et nasjonalt råd med eksperter fra akademia og industrien for produksjonsrådgivning. Det andre er å ha et senter for utvikling av teknologi og et annet for å teste det ut slik at implementeringsrisikoen blir mindre for bedriftene. Slike råd og senter vil være viktige for SMB. Et eksempel i Norge er, som nevnt, SINTEF Manufacturing og prosjektet MTNC. Chesbrough (2006) mener at samarbeid og åpen innovasjon er viktig fordi ikke alle de smarte folkene jobber i samme bedrift, og at det derfor er viktig å samarbeide for å dra nytte av denne kunnskapen.

Fra spørreundersøkelsen oppga 38,8% av utvalget samarbeid som en relevant eller svært relevant utfordring, like mange svarte ikke/litt relevant. Til tross for at denne utfordringen ikke blir sett relevant blant de intervjuede bedriftene, og heller ikke utbredt blant utvalget i spørreundersøkelsen, indikeres det at samarbeid er en viktig brikke i implementeringen av I4.0 blant SMB.

### 6.2.1 Oppsummering

Ovenfor har vi gjennomgått de 17 utfordringene som ble identifisert i litteratursøket og diskutert dem i lys av resultatene fra intervju og spørreundersøkelse. Vi tillater oss å fremheve seks utfordringer fra litteratursøket som har fått særs støtte fra vår empiri i Tabell 16. Samtidig trekkes mangel på tid fram som en relevant utfordring både fra de intervjuede bedriftene og utvalget i spørreundersøkelsen. Det kan vises til at samtlige av disse utfordringene ble rangert som relevant eller svært relevant av 50% eller mer av utvalget i spørreundersøkelsen, samt fikk støtte fra alle de intervjuede bedriftene. Antall artikler er også lagt med for å vise antall artiklene fra litteratursøket som omtalte utfordringene.

Disse seks utfordringene kan være gjenstand for videre forskning innenfor implementering av I4.0 i SMB. Det kan bli forsket videre på hvordan disse utfordringen kan bli mer overkommelige for SMB, samt hvordan de påvirkes og kan relateres til de andre omtalte utfordringene.

Tabell 16 - Oppsummering utvalgte utfordringer

	Spørreundersøkelse [Oppga relevant eller svært relevant]	Intervju [Nevnt i intervju]	Litteratursøk [Antall som omtalte]
Investeringer	77,8%	Bedrift A-B-C-D	6
Databehandling	72,2%	Bedrift A-B-C-D	3
Eksisterende produksjon	69,4%	Bedrift A-B-C-D	4
IT-infrastruktur	63,9%	Bedrift A-B-C-D	5
Implementeringsløsninger	52,8%	Bedrift A-B-C-D	5
Teknisk kompetanse	50,0%	Bedrift A-B-C-D	7

## 7 Konklusjon

I denne oppgaven har vi forsøkt å besvare den overordnede problemstilling om hva som er utfordringene til norske små og mellomstore bedrifter mot Industri 4.0. For å kunne besvare denne problemstillingen har vi benyttet en eksplorativ flerkildestudie.

Det har blitt vist at litteraturen og bedriftene stort sett er samstemte i hvilke utfordringer som SMB står ovenfor i møte med I4.0. Denne enigheten danner grunnlag for dialog mellom forskere og næringsliv. Vi ser også at de intervjuede bedriftene langt på vei har en sammenfallende forståelse med litteraturen, og at forståelsen deres kan knyttes til flere av designprinsippene og integrasjonene. En slik forståelse kan ikke generaliseres, da det fra spørreundersøkelsen indikeres at SMB generelt har en lavere forståelse for I4.0, sammenlignet med større bedrifter. Samarbeid har blitt pekt på som årsaken til at de intervjuede bedriftene har sammenfallende forståelse med litteraturen. Derfor vil vi fremheve samarbeid som et viktig funn for at SMB skal oppnå god forståelse.

Denne oppgaven har sin begrensning i å kunne bekrefte funnene i en større kontekst. Dette kunne blitt utbedret ved å intervju flere bedrifter og/eller ved et større utvalg i spørreundersøkelsen. Tidsrammen for oppgaven må pekes på som en begrensning i denne sammenhengen. Vi mener derimot at vi med dette arbeidet har belyst teoretisk og empirisk noen av de viktigste bakenforliggende utfordringene for SMB i implementeringen av I4.0. Fremtidig forskning bør bygge videre på disse funnene, og gjerne forsøke å se sammenhenger mellom utfordringene og faktorene som er sentrale når SMB skal implementere I4.0.

## Kildeliste

- Belvedere, V., Grando, A. & Bielli, P. (2013). A quantitative investigation of the role of information and communication technologies in the implementation of a product-service system. *International Journal of Production Research*, 51(2), 410-426.
- Bock, W. & Bracke, M. (2013). Project teaching and mathematical modelling in stem subjects: a design based research study. *Proceedings of CERME* (s. 1010-1020).
- Borch, O. J., Rasmussen, E. & Madsen, E. L. (2006). *Strategisk entreprenørskap - Verktøy for utvikling i etablerte bedrifter*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Bresnahan, T. F. & Trajtenberg, M. (1995). General purpose technologies 'Engines of growth'? *Journal of econometrics*, 65(1), 83-108.
- Brettel, M., Friederichsen, N., Keller, M. & Rosenberg, M. (2014). How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective, 8(1), 37-44.
- Brierley, J. A. (2017). The role of a pragmatist paradigm when adopting mixed methods in behavioural accounting research. *International Journal of Behavioural Accounting Finance*, 6(2), 140-154.
- Bull, E. & Tvedt, K. A. (2019). Den industrielle revolusjonen. Hentet 07.05 2019 fra [https://snl.no/den\\_industrielle\\_revolusjon](https://snl.no/den_industrielle_revolusjon)
- Byrd, T. A. & Turner, D. E. (2001). An exploratory examination of the relationship between flexible IT infrastructure and competitive advantage. *Information & Management*, 39(1), 41-52.
- Chesbrough, H. W. (2006). *Open innovation: The new imperative for creating and profiting from technology*. Boston, USA: Harvard business school press.
- Computer Sciences Corp. (2015). CSC - Studie Industrie 4.0: Ländervergleich Dach. Hentet 18.02 2019 fra [http://assets1.csc.com/de/downloads/Ergebnisse\\_CSC-Studie\\_4.0.pdf](http://assets1.csc.com/de/downloads/Ergebnisse_CSC-Studie_4.0.pdf)
- Creswell, J. W. (2014). *Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (4. utg.). California, USA: Sage.
- Dassisti, M., Panetto, H., Lezoche, M., Merla, P., Semeraro, C., Giovannini, A. & Chimienti, M. (2017). Industry 4.0 paradigm: The viewpoint of the small and medium enterprises. *7th International Conference on Information Society and Technology, ICIST 2017* (s. 50-54): Kopaonik, Serbia: HAL.
- Digital21. (2018a). *Digitalisering forutsetter sikkerhet – verdiskapende cybersikkerhet bør være et felles gode*. Innspill fra ekspertgruppe 5: Digital sikkerhet. Hentet fra <https://digital21.no/#Ekspertgrupper>
- Digital21. (2018b). *Forskning og utvikling på digitale muliggjørende teknologier: Fra fragmentarisk til strukturert – kritisk masse på kritiske områder* Innspill fra ekspertgruppe 2: FOUI – forskning, utvikling og innovasjon. Hentet fra <https://digital21.no/#Ekspertgrupper>
- Digital21. (2018c). *Tilrettelagt, tilgjengelig og tilknyttet*. Innspill fra ekspertgruppe 3: Kompetanse. Hentet fra <https://digital21.no/#Ekspertgrupper>
- Digital21. (2018d). *Tilrettelagt, tilgjengelig og tilknyttet*. Innspill fra ekspertgruppe 4: Dataressurser og infrastruktur. Hentet fra <https://digital21.no/#Ekspertgrupper>
- DIHK. (2015). Wirtschaft 4.0: Große Chancen, viel zu tun. Hentet 18.02 2019 fra [https://www.karlsruhe.ihk.de/innovation/Industrie/IndustrieAktuell/Wirtschaft\\_4\\_0\\_Grosse\\_Chancen\\_viel\\_zu\\_tun/2451908](https://www.karlsruhe.ihk.de/innovation/Industrie/IndustrieAktuell/Wirtschaft_4_0_Grosse_Chancen_viel_zu_tun/2451908)
- DNB. (2018). *Norske bedrifters verdibidrag*. Hentet fra <https://www.nyanalyse.no/publikasjoner/norske-bedrifters-verdibidrag>
- Drath, R. & Horch, A. (2014). Industrie 4.0: Hit or hype? *IEEE industrial electronics magazine*, 8(2), 56-58.
- Easterby-Smith, M., Thorpe, R. & Jackson, P. R. (2015). *Management and business research*. London: Sage.
- Eisert, R. (2014). Mittelständler verpassen die Zukunftstrends. Hentet 15.02 2019 fra <https://www.wiwo.de/unternehmen/mittelstand/industrie-4-0-mittelstaendler-verpassen-die-zukunftstrends/10004718.html>

- El Hamdi, S., Abouabdellah, A. & Oudani, M. (2018). Disposition of Moroccan SME Manufacturers to Industry 4.0 with the Implementation of ERP as a First Step. *2018 Sixth International Conference on Enterprise Systems (ES)* (s. 116-122): Limassol, Cyprus: IEEE.
- EU-kommisjonen. (2017). Norway: Digital Economy and Society Index 2017. Hentet 25.04 2019 fra <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/scoreboard/norway>
- Flick, U. (2009). *An introduction to qualitative research* London: SAGE.
- Gilchrist, A. (2016). *Industry 4.0: the industrial internet of things*. New York, USA: Apress.
- Giusto, D. (2010). *The Internet of Things*. New York, USA: Springer.
- Gregor, S. (2009). Building theory in the sciences of the artificial. *Proceedings of the 4th international conference on design science research in information systems and technology (Article No. 4)*: Philadelphia, Pennsylvania: ACM.
- Hart, C. (2018). *Doing a Literature Review: Releasing the Research Imagination*. London, England: Sage.
- Hecklau, F., Galeitzke, M., Flachs, S. & Kohl, H. (2016). Holistic approach for human resource management in Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 54, 1-6.
- Herdon, M., Várallyai, L. & Péntek, Á. (2012). Digital business ecosystem prototyping for SMEs. *Journal of Systems and Information Technology*, 14(4), 286-301.
- Hermann, M., Pentek, T. & Otto, B. (2015). *Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review (Working Paper No. 01/2015)*. Technische Universität Dortmund. Hentet fra [https://www.researchgate.net/publication/307864150\\_Design\\_Principles\\_for\\_Industrie\\_40\\_Scenarios\\_A\\_Literature\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/307864150_Design_Principles_for_Industrie_40_Scenarios_A_Literature_Review)
- Hermann, M., Pentek, T. & Otto, B. (2016). Design principles for industrie 4.0 scenarios. *System Sciences (HICSS), 2016 49th Hawaii International Conference on* (s. 3928-3937): Koloa, HI, USA: IEEE.
- Hewitt-Dundas, N. (2006). Resource and capability constraints to innovation in small and large plants. *Small Business Economics*, 26(3), 257-277.
- Hinterseer, T. (2016). Industrie 4.0: Revolution oder Evolution. *WISO-Wirtschaftsund Sozialpolitische Zeitschrift*, 1(39), 158-171.
- Hofmann, E. & Rüschi, M. (2017). Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics. *Computers in Industry*, 89, 23-34.
- Holdren, J. P. & Lander, E. S. (2014). *Report to the President accelerating U.S. Advanced manufacturing*. Washington. Hentet fra [https://www.manufacturingusa.com/sites/prod/files/amp20\\_report\\_final.pdf](https://www.manufacturingusa.com/sites/prod/files/amp20_report_final.pdf)
- Holmen, H. (2018). aksiom - filosofi. Hentet 20.05 2019 fra [https://snl.no/aksiom\\_-\\_filosofi](https://snl.no/aksiom_-_filosofi)
- Hummel, E., Slowinski, G., Mathews, S. & Gilmont, E. (2010). Business models for collaborative research. *Research Technology Management*, 53(6), 51-54.
- Innovasjon Norge. (2019). Innovasjon Norges hjemmeside. Hentet 04.02 2019 fra <https://www.innovasjonnorge.no/>
- Isaksen, A. & Gram, T. (2018). Industri. Hentet 07.05 2019 fra <https://snl.no/industri>
- Issa, A., Lucke, D. & Bauernhansl, T. (2017). Mobilizing SMEs Towards Industrie 4.0-enabled Smart Products. *Procedia CIRP*, 63, 670-674.
- Jacobsen, D. I. (2005). *Hvordan gjennomføre undersøkelser?: Innføring i samfunnsvitenskapelig metode*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.
- Jovanovic, B. & Rousseau, P. L. (2005). General purpose technologies. I P. Aghion & S. N. Durlauf (Red.), *Handbook of economic growth* (bd. 1, s. 1181-1224). Amsterdam, Nederland: Elsevier.
- Jung, J.-u. & Jin, K.-h. (2018). Case Studies for the Establishment of the Optimized Smart Factory with Small and Medium-Sized Enterprises. *Proceedings of the 2nd International Symposium on Computer Science and Intelligent Control (Article No. 27)*: Stockholm, Sweden: Proceeding
- Jäger, J., Schöllhammer, O., Lickefett, M. & Bauernhansl, T. (2016). Advanced complexity management strategic recommendations of handling the "Industrie 4.0" complexity for small and medium enterprises. *Procedia CIRP*, 57, 116-121.



- Kaartinen, H., Pieskä, S. & Vähäsöyrinki, J. (2016). Digital manufacturing toolbox for supporting the manufacturing SMEs. *2016 7th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications (CogInfoCom)* (s. 71-76): Wrocław, Poland: IEEE.
- Kagermann, H. (2014). Chancen von Industrie 4.0 nutzen. I T. Bauernhansl, M. t. Hompel & B. Vogel-Heuser (Red.), *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik* (s. 603-614). Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Kagermann, H., Helbig, J., Hellinger, A. & Wahlster, W. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Securing the future of German manufacturing industry; final report of the Industrie 4.0 Working Group*. Forschungsunion. Hentet fra [https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/Final\\_report\\_Industrie\\_4.0\\_accessible.pdf](https://www.acatech.de/wp-content/uploads/2018/03/Final_report_Industrie_4.0_accessible.pdf)
- Kagermann, H., Lukas, W.-D. & Wahlster, W. (2011, 1. April). Industrie 4.0: Mit dem Internet der Dinge auf dem Weg zur 4. industriellen Revolution. *VDI nachrichten*.
- Klingenberg, C. (2017). Industry 4.0: what makes it a revolution? *EurOMA 2017*: Edinburgh, Scotland.
- Koskela, L., Pikas, E., Niiranen, J., Ferrantelli, A. & Dave, B. (2017). On Epistemology of Construction Engineering and Management. *25th Annual Conference of the International Group for Lean Construction* (s. 168-176): Iraklio, Hellas.
- Lall, S. (2000). *Strengthening SMEs for international competitiveness (ECES Working Paper No. 44)*. Hentet fra [http://www.eces.org.eg/MediaFiles/Uploaded\\_Files/%7B83A0A082-86E9-445E-91DD-878CA7C2256E%7D\\_ECESWP44e.pdf](http://www.eces.org.eg/MediaFiles/Uploaded_Files/%7B83A0A082-86E9-445E-91DD-878CA7C2256E%7D_ECESWP44e.pdf)
- Lee, E. A. (2008). Cyber physical systems: Design challenges. *2008 11th IEEE International Symposium on Object and Component-Oriented Real-Time Distributed Computing (ISORC)* (s. 363-369): Orlando, FL, USA: IEEE.
- 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.
- Levy, B. (1994). *Successful small and medium enterprises and their support systems: a comparative analysis of four country studies*. Washington, D.C.: World Bank.
- Liao, Y., Deschamps, F., Loures, E. d. F. R. & Ramos, L. F. P. (2017). Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal. *International Journal of Production Research*, 55(12), 3609-3629.
- Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., ... Schröter, M. (2015). *Industrie 4.0 readiness*. Aachen, Cologne: VDMA. Hentet fra [https://industrie40.vdma.org/documents/4214230/26342484/Industrie\\_40\\_Readiness\\_Study\\_1529498007918.pdf/0b5fd521-9ee2-2de0-f377-93bdd01ed1c8](https://industrie40.vdma.org/documents/4214230/26342484/Industrie_40_Readiness_Study_1529498007918.pdf/0b5fd521-9ee2-2de0-f377-93bdd01ed1c8)
- Lom, M., Pribyl, O. & Svitek, M. (2016). Industry 4.0 as a part of smart cities. *2016 Smart Cities Symposium Prague (SCSP)* (s. 1-6): Prague, Czech Republic: IEEE.
- Madsen, E. L. (2007). *Utvikling av dynamiske kapabiliteter i små og mellomstore bedrifter*. Bodø: Trykkeriet Høgskolen i Bodø.
- Maier, A. & Student, D. (2015). Industrie 4.0 - der große Selbstbetrug. Hentet 14.02 2019 fra <http://www.manager-magazin.de/magazin/artikel/digitale-revolution-industrie-4-0-ueberfordert-deutschen-mittelstand-a-1015724.html>
- Mittal, S., Khan, M. A., Romero, D. & Wuest, T. (2018). A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs). *Journal of manufacturing systems*, 49, 194-214.
- 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.
- Moreno-Vozmediano, R., Montero, R. S. & Llorente, I. M. (2013). Key challenges in cloud computing: Enabling the future internet of services. *IEEE Internet Computing*, 17(4), 18-25.
- Müller, J. M., Maier, L., Veile, J. & Voigt, K.-I. (2017). Cooperation strategies among SMEs for implementing industry 4.0. *Proceedings of the Hamburg International Conference of Logistics (HICL)* (s. 301-318): Hamburg, Tyskland: epubli.
- NHO. (2018). *SMB-løft(et)*. [www.nho.no](http://www.nho.no). Hentet fra <https://www.nho.no/contentassets/37568dfd0bc543a59b1c4b27683dd24f/nho-smbloftet.pdf>

- NOU 2016: 3. (2016). *Ved et vendepunkt: Fra ressursøkonomi til kunnskapsøkonomi*. Oslo: Finansdepartementet. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/nou-2016-3/id2474809/>
- Nærings- og fiskeridepartementet. (2017). *Industrien - grønnere, smartere og mer nyskapende (Meld. St. 27)*. Hentet fra <https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/meld.-st.-27-20162017/id2546209/>
- Nærings- og handelsdepartementet. (2012). Små bedrifter - store verdier: Regjeringens strategi for små og mellomstore bedrifter. Hentet fra [https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/nhd/vedlegg/rapporter\\_2012/102377\\_nhd\\_smb\\_web.pdf](https://www.regjeringen.no/globalassets/upload/nhd/vedlegg/rapporter_2012/102377_nhd_smb_web.pdf)
- Orzes, G., Rauch, E., Bednar, S. & Poklemba, R. (2018). Industry 4.0 Implementation Barriers in Small and Medium Sized Enterprises: A Focus Group Study. *2018 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)* (s. 1348-1352): Macau, Kina: IEEE.
- Oztemel, E. & Gursev, S. (2018). Literature review of Industry 4.0 and related technologies. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 1-56.
- Postholm, M. B. (2005). *Kvalitativ metode: en innføring med fokus på fenomenologi, etnografi og kasusstudier*. Oslo: Universitetsforlaget.
- Prause, G. (2015). Sustainable business models and structures for industry 4.0. *Journal of Security and Sustainability Issues*, 5(2), 159-169.
- Qin, J., Liu, Y. & Grosvenor, R. (2016). A categorical framework of manufacturing for industry 4.0 and beyond. *Procedia CIRP*, 52, 173-178.
- Radziwon, A., Bilberg, A., Bogers, M. & Madsen, E. S. (2014). The smart factory: exploring adaptive and flexible manufacturing solutions. *Procedia Engineering*, 69, 1184-1190.
- Rajkumar, R., Lee, I., Sha, L. & Stankovic, J. (2010). Cyber-physical systems: the next computing revolution. *Design Automation Conference (DAC), 2010 47th ACM/IEEE* (s. 731-736): Anaheim, CA, USA: IEEE.
- Regjeringen.no. (2018). Skal forenkle hverdagen for små- og mellomstore bedrifter. Hentet 26.04 2019 fra <https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/skal-forenkle-hverdagen-for-sma--og-mellomstore-bedrifter/id2617226/>
- Roper, S. & Hofmann, H. (1993). *Training and Competitiveness-A Matched Plant Comparison of Companies in Northern Ireland and Germany*. Belfast, Nord-Irland: Northern Ireland Economic Research Centre.
- Rossmann, G. B. & Wilson, B. L. (1985). Numbers and words: Combining quantitative and qualitative methods in a single large-scale evaluation study. *Evaluation review*, 9(5), 627-643.
- Sadeghi, A.-R., Wachsmann, C. & Waidner, M. (2015). Security and privacy challenges in industrial internet of things. *Design Automation Conference (DAC), 2015 52nd ACM/EDAC/IEEE* (s. 1-6): San Francisco, CA, USA: IEEE.
- Sangmahachai, K. (2015). Revolution to Industry 4.0. Hentet 25.03 2019 fra <https://docobook.com/revolution-to-industry-40-4.html>
- Saunders, M., Lewis, P. & Thornhill, A. (2012). *Research methods for business students* (6th. utg.)Prentice Hall, New York.
- Schein, E. H. (1984). Coming to a New Awareness of Organizational Culture. *Sloan Management Review*, 25(2), 3-16.
- Schmidt, R., Möhring, M., Härting, R.-C., Reichstein, C., Neumaier, P. & Jozinović, P. (2015). Industry 4.0-potentials for creating smart products: empirical research results. *International Conference on Business Information Systems* (s. 16-27): Springer, Cham.
- Schröder, C. (2016). The challenges of industry 4.0 for small and medium-sized enterprises. *Friedrich-Ebert-Stiftung, Bonn*.
- Schumacher, A., Erol, S. & Sihm, W. (2016). A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia CIRP*, 52, 161-166.
- Serpanos, D. & Wolf, M. (2018). *Industrial internet of things*. Sveits: Springer.
- Shrouf, F., Ordieres, J. & Miragliotta, G. (2014). Smart factories in Industry 4.0: A review of the concept and of energy management approached in production based on the Internet of Things

- paradigm. *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2014 IEEE International Conference on (s. 697-701): Bandar Sunway, Malaysia: IEEE.
- SINTEF. (2018). Sparker i gang nytt katapult-senter for vareproduksjon. Hentet 16.04 2019 fra <https://www.sintef.no/siste-nytt/sparker-i-gang-nytt-katapult-senter-for-vareproduksjon/>
- Skattefunn. (2017). Hva er SkatteFUNN. Hentet 15.04 2019 fra [https://www.skattefunn.no/prognett-skattefunn/Hva\\_er\\_SkatteFUNN/1253987672438?lang=no](https://www.skattefunn.no/prognett-skattefunn/Hva_er_SkatteFUNN/1253987672438?lang=no)
- Sommer, L. (2015). Industrial revolution-industry 4.0: Are German manufacturing SMEs the first victims of this revolution? *Journal of Industrial Engineering Management*, 8(5), 1512-1532.
- Spilling, O. (2000). *SMB 2000 - Fakta om små og mellomstore bedrifter i Norge*. Bergen: Fagbokforlaget.
- Spilling, O. (2006). *Entreprenørskap på norsk*. Bergen: Bokforlaget.
- Stentoft, J., Jensen, K. W., Philipsen, K. & Haug, A. (2019). Drivers and Barriers for Industry 4.0 Readiness and Practice: A SME Perspective with Empirical Evidence. *Proceedings of the 52nd Hawaii International Conference on System Sciences* (s. 5155-5164): Wailea, Hawaii.
- Stock, T. & Seliger, G. (2016). Opportunities of sustainable manufacturing in industry 4.0. *Procedia CIRP*, 40, 536-541.
- Storey, D. J. (2003). Entrepreneurship, small and medium sized enterprises and public policies. I Z. J. Acs & D. B. Audretsch (Red.), *Handbook of entrepreneurship research* (bd. 1, s. 473-511). Storbritannia: Kluwer Academic Publishers.
- Teddlie, C. & Tashakkori, A. (2009). *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*. California, USA: Sage.
- Torn, I. & Vaneker, T. (2019). Mass Personalization with Industry 4.0 by SMEs: a concept for collaborative networks. *Procedia Manufacturing*, 28, 135-141.
- Tut, V., Tulcan, A., Cosma, C. & Serban, I. (2010). Application of CAD/CAM/FEA, reverse engineering and rapid prototyping in manufacturing industry. *International Journal of Mechanics*, 4(4), 79-86.
- Umble, E. J., Haft, R. R. & Umble, M. M. (2003). Enterprise resource planning: Implementation procedures and critical success factors. *European journal of operational research*, 146(2), 241-257.
- Vaidyaa, S., Ambadb, P. & Bhoslec, S. (2018). Industry 4.0—a glimpse. *Procedia Manufacturing*, 20, 233-238.
- Wang, S., Wan, J., Li, D. & Zhang, C. (2016). Implementing smart factory of industrie 4.0: an outlook. *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 12(1), 1-10.
- Wang, S., Wan, J., Zhang, D., Li, D. & Zhang, C. (2016). Towards smart factory for industry 4.0: a self-organized multi-agent system with big data based feedback and coordination. *Computer Networks*, 101, 158-168.
- Wang, Y., Ma, H.-S., Yang, J.-H. & Wang, K.-S. (2017). Industry 4.0: a way from mass customization to mass personalization production. *Advances in Manufacturing*, 5(4), 311-320.
- Want, R. (2006). An introduction to RFID technology. *IEEE pervasive computing*, 5(1), 25-33.
- Weiß, M. & Zilch, A. (2014). Große Anwenderstudie zu Industrie 4.0 in Deutschland – Hohe Potenziale, aber auch Unsicherheit und unklare Verantwortungen. Hentet 18.02 2019 fra <http://research.isg-one.de/index.php?eID=dumpFile&t=f&f=774&token=343b4f5b0f87cdf9286f9e8cf7883f0974e4290a>
- Weyer, S., Schmitt, M., Ohmer, M. & Gorecky, D. (2015). Towards Industry 4.0-Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems. *Ifac-Papersonline*, 48(3), 579-584.
- Williamson, R. M. (2006). Using Overall Equipment Effectiveness: the Metric and the Measures. Hentet 22.05 2019 fra <https://swspitcrew.com/using-overall-equipment-effectiveness-the-metric-and-the-measures/>
- Wise, R. & Baumgartner, P. (1999). Go downstream. *Harvard Business Review*, 77(5), 133-133.
- Womack, J. P., Jones, D. T. & Roos, D. (1990). *Machine that changed the world*. New York, USA: Simon and Schuster.

- Wuest, T. & Thoben, K.-D. (2011). Information management for manufacturing SMEs. *IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems* (s. 488-495): Stavanger, Norway: Springer.
- Yin, R. K. (2009). *Case Study Research and Applications: Design and Methods*. USA: SAGE Publications.
- Zenger, T. R. (1994). Explaining organizational diseconomies of scale in R&D: Agency problems and the allocation of engineering talent, ideas, and effort by firm size. *Management science*, 40(6), 708-729.
- 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* (s. 2147-2152): Zhangjiajie, China: IEEE.

## Vedlegg

### Vedlegg A – Intervjuguide bedriftene

#### Prosjekt: SMB og Industri 4.0

Semistrukturert intervjuguide [~60 min]

<b>Fase 1: Rammesetting</b> [~5 min]	<b>1. Løs prat</b> <b>2. Informasjon</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informere om bakgrunnen for intervjuet</li> <li>• Hva intervjuet skal brukes til og forklar taushetsplikt og anonymitet</li> <li>• Få underskrift på samtykkeskjema</li> <li>• Spør om uklarheter</li> <li>• Informere om eventuelt opptak</li> </ul>
<b>Fase 2: Erfaringer</b> [~15 min]	<b>3. Overgangsspørsmål</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvilken stilling har du?</li> <li>• Hvor mange ansatte har bedriften?</li> <li>• Bedriften og Industri 4.0: <ul style="list-style-type: none"> <li>A) Hvilken kjennskap har du/bedriften til Industri 4.0?</li> <li>B) Hva legger dere i begrepet Industri 4.0? <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Hvilken verdi ser dere av arbeidet mot Industri 4.0?</li> </ul> </li> <li>C) Hvordan jobber dere med konseptet? <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Hvilke tiltak/planer har dere arbeidet med?</li> <li>ii. Hvordan har dette påvirket bedriften?</li> <li>iii. Hvordan vil bedriften se ut i fremtiden?</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<b>Fase 3: Fokusering</b> [~35 min]	<b>4. Nøkkelspørsmål</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvilke utfordringer har dere støtt på til nå? <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Hvordan er disse evt. blitt løst?</li> <li>ii. Hva trenger dere for å løse dette?</li> </ul> </li> <li>• Hva ser dere på som potensielle utfordringer ift. overgangen til Industri 4.0? <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Hvilke ulemper har dere ift. å være en SMB?</li> <li>ii. Hva trenger dere for å realisere dette?</li> <li>iii. Ser dere noen ulemper med Industri 4.0?</li> </ul> </li> </ul> <p>Skulle intervjuobjektet ikke vært innom temaene nedenfor vil disse bli presentert.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvilke utfordringer ser dere innen: <ul style="list-style-type: none"> <li>i. Implementering</li> <li>ii. Det økonomiske</li> <li>iii. Det kulturelle (ledelse/strategi/organisasjonskultur)</li> <li>iv. Kompetanse</li> <li>v. Teknologiske</li> </ul> </li> </ul>
<b>Fase 4: Tilbakeblikk</b> [~5 min]	<b>5. Oppsummering</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oppsummering av funn</li> <li>• Er funnene/ svarene korrekt?</li> <li>• Er det noe du vil legge til?</li> </ul>

## Vedlegg B – Intervjuguide leverandør

### Prosjekt: SMB og Industri 4.0

Semistrukturert intervjuguide [~60 min]

<b>Fase 1: Rammesetting</b> [~5 min]	<b>1. Løs prat</b> <b>2. Informasjon</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Informere om bakgrunnen for intervjuet</li> <li>• Hva intervjuet skal brukes til og forklar taushetsplikt og anonymitet</li> <li>• Få underskrift på samtykkeskjema</li> <li>• Spør om uklarheter</li> <li>• Informere om eventuelt opptak</li> </ul>
<b>Fase 2: Erfaringer</b> [~15 min]	<b>1. Overgangsspørsmål</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvilken stilling har du i firmaet deres?</li> <li>• Hvor mange ansatte har bedriften?</li> <li>• Deres forståelse for Industri 4.0?           <ul style="list-style-type: none"> <li>D) Hva legger dere i begrepet Industri 4.0?               <ul style="list-style-type: none"> <li>ii. Hvilken verdi/fordeler ser dere av at bedrifter arbeider mot Industri 4.0?</li> <li>iii. Hvilke ulemper/fallgruver er de største for bedrifter som satser på Industri 4.0?</li> </ul> </li> <li>E) Hvorfor valgte dere å starte opp denne bedriften?               <ul style="list-style-type: none"> <li>iv. Hvilket udekket behov så dere i markedet?</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
<b>Fase 3: Fokusering</b> [~35 min]	<b>2. Nøkkelspørsmål</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hvilke utfordringer har dere sett at bedrifter sliter med i forhold til Industri 4.0?           <ul style="list-style-type: none"> <li>iii. Er det noen utfordringer som skiller seg ut å være typiske for SMEs og MNEs? Eventuelt hvilke? Hvorfor tror du det er slik?</li> <li>iv. Hva mener dere at bedriftene har behov for å møte disse utfordringene?</li> <li>v. Hvor mener dere på at det er størst behov for mer forskning på i forhold til Industri 4.0?</li> <li>vi. Hva mener du er den beste hjelpen SMB i Norge kunne fått for å imøtekomme de ulike utfordringene?</li> <li>vii. Hvilke grep mener du SMB kan gjøre selv for å imøtekomme de ulike utfordringene?</li> </ul> </li> <li>• Hvilke tanker har dere på disse utfordringene som vi har funnet ut til nå?            Skulle intervjuobjektet ikke vært innom temaene nedenfor vil disse bli presentert.</li> <li>• Hvilke utfordringer ser dere innen:           <ul style="list-style-type: none"> <li>vi. Implementering</li> <li>vii. Det økonomiske</li> <li>viii. Det kulturelle (ledelse/strategi/organisasjonskultur)</li> <li>ix. Kompetanse</li> <li>x. Teknologiske</li> </ul> </li> </ul>
<b>Fase 4: Tilbakeblikk</b> [~5 min]	<b>3. Oppsummering</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oppsummering av funn</li> <li>• Er funnene/ svarene korrekt?</li> <li>• Er det noe du vil legge til?</li> </ul>

## Vedlegg C – Spørreundersøkelse

---

Hvilken næring tilhører deres bedrift?

- Nærings- og drikkevareindustri
- Tekstil-, beklædning- og lærvareindustri
- Trelast- og trevareindustri
- Papir- og papirvareindustri
- Oljeraffinering, kjemisk og farmasøytisk industri
- Gummi-, plast og mineralisk industri
- Metallindustri
- Metallvareindustri
- Data- og elektrisk utstyrsindustri
- Maskinindustri
- Bygging av skip og oljeplattform
- Møbelindustri
- Maskinreparasjon og -installasjon
- Annen industri \_\_\_\_\_

Har bedriften implementert Industri 4.0 i strategiplanene?

- Ja, det er en del av strategien
- Nei, men har planer om det
- Nei

Hvor langt har bedriften kommet i utviklingen mot Industri 4.0?

- Ikke sett på det
- Interessert i det
- Er i planene
- Konkrete implementeringer har blitt gjort

Hvilken forståelse/kunnskap mener du at bedriften har til Industri 4.0?

- Ingen
- Liten
- Delvis
- God
- Svært god

Listen nedenfor er mulige Industri 4.0 utfordringer som har kommet frem gjennom litteratursøk og intervju med bedrifter. Vi ønsker å vite hvor avgjørende de utfordringene er/vil være for deres bedrift i arbeidet med Industri 4.0. Vennligst ranger fra 1-5 (fra ikke relevant til svært relevant) de ulike utfordringer nedenfor basert på hvor mye de vil påvirke deres bedrift på veien mot Industri 4.0

	Ikke relevant (1)	Litt relevant (2)	Hvordan relevant (3)	Hvordan relevant (4)	Svært relevant (5)
<b>Krever store investeringer</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Uklare økonomiske gevinster</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Manglende finansielle ressurser</b>					
Med finansielle ressurser menes bedriften egne midler og mulighet til å skaffe kapital	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Mangel på egnet implementeringsløsning for deres bedrift</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mangel eller fravær av metoder for Implementering av Industri 4.0					
<b>Utvikle nye forretningsmodeller</b>					
En forretningsmodell beskriver hvordan en organisasjon skaper, leverer og fanger opp verdi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Behovet for modenhetsmodeller</b>					
En modenhetsmodell forklarer hvor den spesifikke bedriften står i henhold til Industri 4.0. Dette kan hjelpe til med å peke ut kursen videre.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Datasikkerhet</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Modenheten i deres eksisterende produksjon</b>					
Graden av dagens produksjonsanleggs evne til å kunne samle inn og prosessere informasjon kan sees på som en utfordring	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Modenheten på dagens Industri 4.0 teknologi</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Med modenhet menes i hvilken grad noe er utviklet					



### Databehandling

Evnen til å Innhente og sende informasjon, samt dra nytte av den fra ulike ledd i verdikjeden utover produksjonen

### IT infrastruktur i egen bedrift

Med IT-Infrastruktur menes bedriftens IT grunnlag/innvå for en digitalisering av bedriften

### Manglende tilgang på samarbeid

Her menes samarbeid med universitet/høgskolen/forskningsinstitusjoner eller andre partnere

### Manglende teknisk kompetanse

Her menes teknologisk kompetanse innad i bedriften

### Manglende forståelse for innholdet i Industri 4.0

### Mangel på kvalifisert arbeidskraft

Her menes tilgangen på ekstern kvalifisert arbeidskraft

### Manglende strategi

I hvilken grad erises utviklingen av strategi for Industri 4.0 en utfordring for din bedrift?

### Organisasjonskultur

I hvilken grad kan kulturen i organisasjonen være en hindring for implementering av Industri 4.0?

### Manglende eller ikke egnet Enterprise Resource Planning system (ERP)

### Utstyrsleverandører

Eksempler: De har mangel på kunnskap, de selger maskiner og ikke systemer, du som bedrift er avhengig av dem for å finne løsninger etc.

**Motstand fra de ansatte**    **Manglende tid**

På grunn av andre oppgaver, er det ikke tid nok til å prioritere Industri 4.0

Dersom du ser andre utfordringer for din bedrift, som ikke er nevnt ovenfor. Vennligst skriv dem inn nedenfor. Svar kort.

---