

UiO : Centre for Entrepreneurship

University of Oslo

Hvordan endrer industri 4.0 kompetansekrav i industrien?

-Et kvalitativt studie

MSc in Innovation and Entrepreneurship

Sondre Riisøen

22. Mai 2018



**Høgskulen
på Vestlandet**

Oppgavens tittel:	Hvordan endrer Industri 4.0 kompetansekrav i industrien	Leveret dato: 22.04.18
Forfatter:	Sondre Riisøen	
Mastergrad:	Master of Science in Innovation and Entrepreneurship	Tall sider u/vedlegg: 64
Veileder:	Åge Garnes	Tall sider m/vedlegg: 94
Studieobjekt:	Litteratur og relevante bedrifter	
Metodevalg:	Kvalitativ metode	

Abstract

In this master thesis changes required competencies relating to the advancement of industry 4.0 is explored. To explore this a literary review of research about competency in industry 4.0 is done. To support the findings the case studies is done to illustrate how industry 4.0 is changing skill needs in production industry. To highlight differences a highly efficient none industry 4.0 factory, a representative factory with a clear industry 4.0 project and a company that creates industry 4.0 solutions for industry companies is uses as basis for the cases. In the conclusion evidence that suggest that industri 4.0 will require higher and different competence in industry. The findings suggests that the ability to adapt to changes, multidisiplin knowledge, and the ability to solve problems and decision making will be especially important.

Sammendrag:

Denne masteroppgaven ser på endring av kompetansekrav i Industri 4.0. For å utforske problemstillingen gjøres en litteraturstudie om kompetanse i Industri 4.0. For å illustrere funnene i litteraturstudiet gjøres en komparativt casestudie. Her ser jeg på tre ulike case, ett som illustrerer avansert produksjon som ikke er Industri 4.0, ett som representerer en vanlig produksjonsfabrikk som har begynt å ta i bruk Industri 4.0 og ett som lager industri 4.0 løsninger for industrien. Funnene i studien tyder på at det vil stilles høyere og andre krav til kompetanse i Industri 4.0. Særlig tyder funnene på at vilje til å tilpasse seg forandring, evnen til å jobbe tverrfaglig og evnen til problemløsning og å ta avgjørelser vil være viktig.

Stikkord for bibliotek:

Industri 4.0, Kompetanse, Evne, Ferdighet, Kunnskap, Holdning

Forord

Denne oppgaven markerer slutten på fem utrolig fine år på Høgskolen i Bergen/Høgskulen på Vestlandet (og litt Universitetet i Oslo). Jeg er utrolig takknemlig for disse årene, og den utviklingen, kompetansen og utviklingen disse årene har gitt meg. Teknologi kan være utrolig fascinerende og jeg har kost meg med de analyser, funn og drøfting som legger grunnlaget for denne oppgaven.

Jeg vil gjerne takke veileder Åge Garnes for at han alltid har hatt tid til å snakke, diskutere og hjelpe meg, og at han alltid løfter problemstillingene mine opp i en større kontekst.

Jeg vil rette en stor takk til informantene mine som har tatt seg god tid til å snakke med meg og finne rom i hverdagen sin til å hjelpe en ingeniørstudent.

Til sist en stor takk til min samboer som har støttet meg gjennom dette semesteret.

© Sondre Riisøen

2018

Hvordan endrer Industri 4.0 kompetansekrav i industrien?

Sondre Riisøen

<http://www.duo.uio.no/>

Reprosentralen, Universitetet i Oslo

Innholdsfortegnelse

Forord	3
1 Innledning og problemstilling	8
1.1 Avgrensninger av oppgaven	9
1.2 Oppbygging av oppgaven	9
2 Industri 4.0	10
2.1 Veien til Industri 4.0	10
2.1.1 <i>Industri 1.0</i>	10
2.1.2 <i>Industri 2.0</i>	10
2.1.3 Industri 3.0	11
2.2 Hva kjennetegner Industri 4.0	11
2.2.1 Definisjon av industri 4.0 i denne oppgaven	17
2.3 Komponenter i Industri 4.0	17
2.3.1 Cyber fysiske systemer (CPS)	18
2.3.2 Tingenes internett (IoT)	18
2.3.3 Smarte fabrikker	18
2.3.4 3D printing (Additive manufacturing)	18
2.3.5 Big data	18
2.3.6 Cloud computing	18
2.3.7 Virtual reality / Augmented reality	19
2.3.8 Collaborative robots	19
2.4 Hvordan vil Industri 4.0 forandre industrien?	19
2.5 Kategorisk rammeverk for produksjon i Industri 4.0	19
2.5.1 Fabrikken	19
2.5.2 Forretningsmodeller	20
2.5.3 Produkt	20
2.5.4 Kunde	20
2.6 Hvordan vil Industri 4.0 endre administrasjon i industrien?	20
2.7 Nye muligheter for produksjonsplanlegging og kontroll	21
3 Hva er kompetanse?	22
3.1 Evner og ferdigheter	23
3.2 Kunnskap	24
3.3 Holdninger	24
4 Litteraturstudie kompetansekrav i Industri 4.0	26
4.1 Kompetansebehov med individet i sentrum i Industri 4.0	28

4.2 Human resources Industri 4.0	29
4.3 Menneske og maskin samhandling i Industri 4.0	31
4.4 Arbeid og kompetanse i Industri 4.0	32
4.5 Kompetanseutvikling i fremtidig produksjon	32
4.6 Ingeniørkompetanse i Industri 4.0	33
4.7 Krav til utdanning og kvalifikasjon for mennesker i industri 4.0	33
4.8 Kompetansebehov for cyber fysiske systemer i produksjon	34
4.9 Grå kilder	36
4.9.1 Kompetansebehov og forandringer i nyere tid	36
4.9.2 Arbeidskraft i Norge 2014 til 2035	36
5 Funn i litteraturstudie	37
5.1 Hva sier kildene om kompetanse i Industri 4.0	37
5.1.1 Kunnskap	37
5.1.3 Holdninger	38
5.1.4 Spådommer og forklaringer på kompetansekrav i Industri 4.0	38
5.2 Mangler i kjent kunnskap	38
6 Forskningsdesign og metode	41
6.1 Utvalg av bedrifter og informanter	41
6.2 Objektivitet	42
6.3 Datainnsamling	43
6.4 Innsamlede datas kvalitet	44
6.4.1 Validitet	44
6.4.2 Reliabilitet	45
6.4.3 Overførbarhet	45
7.1 Novo Nordisk	47
7.2 LOBAS	48
7.3 Rocketfarm	49
8 Drøfting	52
8.1 Funn i Case studiene	52
8.1.1 Ulike teknologier i bruk	52
8.4 Holdninger	54
8.5 Kompetanse i styre og ledelse	55
8.6 Menneskets rolle i industri 4.0	55
8.7 Drøfting av hypoteser	55
8.8 Forskjeller mellom Empiri og litteratur	57

9 Konklusjon	58
9.1 Hovedkonklusjon	58
9.2 Begrensninger i studien	58
9.3 Implikasjoner for bedrift / Praktisk kunnskap	58
9.4 Forslag til videre forskning	59
10 Kildeliste	60
11 Appendix	65
Vedlegg 1: Intervjuguide	65
Vedlegg 2: Tabell ulike definisjoner av Industri 4.0	67
Vedlegg 3: Liste over gjennomgåtte artikler i litteraturstudie om kompetanse i industri 4.0	76
Vedlegg 4: Sammenligning kompetansefunn i litteraturstudie	85
Vedlegg 5: Sammenligning kompetansefunn i casestudie	91

Figurliste

Figur 1: Illustrasjon av den industrielle utviklingen fra 1.0 til 4.0

Figur 2: Utviklingen mot Industri 4.0

Figur 3: Endringer i produksjonsplanlegging og kontroll av prosesser

Figur 4: Kompetanse som læringsprosess

Figur 5: Litteratursøk

Figur 6: Kompetansefunn “Holistic approach for human resource management in Industry

Figur 7: Vekting av kompetansefunn “Holistic approach for human resource management in Industry 4.0”

Tabelliste

Tabell 1: Kontekstuelle beskrivelser av Industri 4.0

Tabell 2: Sammenstilling av teknologier i casestudiene

1 Innledning og problemstilling

“Computers and other digital advances are doing for mental power—the ability to use our brains to understand and shape our environment—what the steam engine and its descendants did for muscle power.” - *Martin Ford*, Forfatter av *Rise of the Robots* [1, s. 7]

Dette sitatet, riktignok i oversatt, norsk versjon: “Datakraft gjør nå for menneskenes hjernekapasitet, det dampmaskinene gjorde for muskelkraften under den industrielle revolusjon.” - *Tom Skauge* [2] var det som startet min interesse for problemstillingen i denne studien. Hvordan vil den fjerde industrielle revolusjonen påvirke mennesket og arbeidsplasser? Teknologiske innovasjoner som dampmaskinen og samlebånd har fått store følger for hele menneskeheten. Nå i begynnelsen av det 21. århundre står vi overfor det som kan bli en ny industriell revolusjon. Hvor står vi om robotene nå også erstatter hjernekapasiteten vår i produksjonen?

De kommende omstillingene påvirker også kompetansekravene i industrien, samt 34 millioner jobber knyttet til industriell produksjon i EU [3], og vesentlig flere på verdensbasis. Som jeg skal beskrive senere i oppgaven, er det et mål enkelte steder i industrien å automatisere bort menneskelige bidrag i prosessene. Flere forskere spår at allerede om 20 år kan halvparten av dagens jobber være erstattet av maskiner [4]. I denne oppgaven ønsker jeg å se på hva som kommer til skje når industrien stadig blir smartere og mer automatisert. Hvordan vil dette påvirke mennesker som arbeider i produksjon, og hvilke krav stiller den nye industrien til arbeidere? Det er sagt at framtidens arbeidstakere vil trenge bredere kompetanse på arbeidsprosessene enn i dag [5]. Jeg ønsker å se nærmere på hvordan den fjerde industrielle revolusjonen vil påvirke jobbene som det fortsatt vil være behov for. Derfor vil jeg i det følgende belyse hvordan kompetansebehov kommer til å endre seg med Industri 4.0.

Bak valget av problemstilling ligger det noen observasjoner og en antakelse. De kan kort oppsummeres slik:

- Robotar og produksjon blir stadig mer intelligent, og robotar får en stadig større evne til å erstatte menneskelige oppgaver. (observasjon)
- Industrien vil i all hovedsak ønske å erstatte alle menneskelige aspekter i prosessene dersom det er mulig og kostnadseffektivt. (antakelse)

- Industrien vil aldri, i overskuelig framtid, klare å erstatte alle mennesker i produksjonen. (antakelse)

På bakgrunn av problemstillingene som er nevnt i innledningen, og observasjonene og antakelsen over, har jeg valgt følgende problemstilling:

Hvordan endrer Industri 4.0 kompetansekrav i industrien?

1.1 Avgrensninger av oppgaven

Det er naturlig å anta at industri 4.0 vil påvirke kompetansekrav i hele verdikjeden knyttet til industri. I denne studien vil jeg ta for meg hvordan kompetansekrav blir endret i den tradisjonelle fabrikkproduksjonen. Det er mulig at dette også vil ha overføringsevne til andre deler av verdinettverket.

1.2 Oppbygging av oppgaven

Denne oppgaven er bygget opp på følgende måte:

Kapittel 2 og 3: Her vil jeg gi en innføring i Industri 4.0 Kompetanse og belyse en del begreper som er brukt i oppgaven.

Kapittel 4 og 5: I dette kapitlet vil jeg gjøre et litteraturstudie knyttet til eksisterende kunnskap om kompetanse i industri 4.0

Kapittel 6: Her vil jeg redegjøre for valg av forskningsdesign og hvordan jeg har arbeidet med datainnsamling.

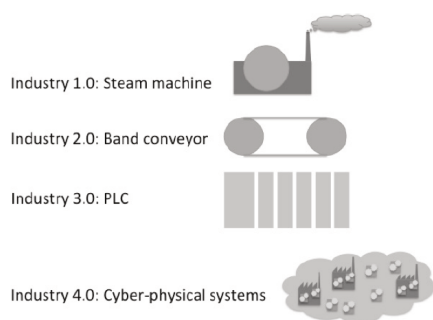
Kapittel 7: I kapittel 7 vil jeg gå igjennom innsamlet data og presentere de tre ulike case-studiene mine.

Kapittel 8 og 9: Her vil jeg drøfte funnene mine før jeg vil lede dem frem til en konklusjon.

2 Industri 4.0

I dette kapitlet vil jeg gi en introduksjon av begrepet Industri 4.0. Begrepet Industri 4.0 ble første gang lansert i 2011, og er et begrep som fremdeles er under utvikling [6]. Senere i kapitlet vil jeg redegjøre for hvilken definisjon som har ligget til grunn for studie. Det er svært mange og ulike definisjoner av Industri 4.0, og det kommer fram av intervjuene jeg har utført i forbindelse med denne studien at forskjellige aktører legger ulike betydninger i begrepet. Det kan derfor være hensiktsmessig å starte med å se på elementene som inngår i

Industri 4.0 og sette begrepet inn i et større perspektiv før jeg begir meg inn på definisjoner.



2.1 Veien til Industri 4.0

For å sette Industri 4.0 i kontekst vil jeg begynne med å gå gjennom kjennetegn for industri fra begynnelsen av 1800 tallet og fram til i dag.

Figur 1: Illustrasjon av den industrielle utviklingen fra 1.0 til 4.0 [8]

2.1.1 Industri 1.0

Rundt århundreskiftet fra det 18. til 19. århundre endret oppfinnelsen av dampmaskinen økonomien. Fra å være basert på et jordbrukssamfunn ble det i stedet basert på et industrielt samfunn. Sentralt sto dampmaskinen og bruk av vann- og dampdrevne produksjonsfasiliteter [6]. Markedet i Industri 1.0 hadde bare én dimensjon – produktvolum. Dette kalles det enkle markedet. Tilbudet var lavere enn etterspørselen, noe som førte til et fokus på å produsere volum. Sentrale ideer i Industri 1.0 kom fra Adam Smith's "Wealth of Nations", hvor pris ble beskrevet som en enkel funksjon av tilbud og etterspørsel. [7]

2.1.2 Industri 2.0

Fra slutten av det 18. århundre fram til ca. 1980 hadde markedet to dimensjoner: volum og varians. Dette karakteriseres som et stabilt marked. En av de viktigste teknologiene som førte til dette, var innføringen av elektrisitet, elektronikk og større bruk av maskiner i produksjon. En av de ledende filosofene i denne epoken er Fredrik Taylor. Hans "The principles of scientific management" var en av de første publikasjonene innen moderne produksjonsteori. To av de ledende innovatørene i denne perioden var Henry Ford, som løste problemet knyttet

til å produsere store volum ved hjelp av samlebåndsproduksjon, og Taiichi Ohno som løste problemer knyttet til varians (produktvariens) i produksjonen ved å utvikle Toyota Production System (TPS) [7].

2.1.3 Industri 3.0

Den tredje industrielle revolusjonen startet rundt 1960 og er fremdeles gjeldende i dag. Her var det bruk av elektronikk og IT til mer avansert automasjon som stod sentralt [8]. Produksjonen kjennetegnes av teknologiske innovasjoner, som endring fra analog til digital produksjon, noe som har hatt stor innvirkning for elektronikkindustrien. Produktene har i stor grad endret seg fra integrerte til modulbaserte produkter, og en ser en nedgang i produktlivssyklusen. Markedet karakteriseres av tre dimensjoner – Volum, varians og leveringstid, dette kalles et ”volatile market” [7].

2.2 Hva kjennetegner Industri 4.0

Industri 4.0 er et intelligent system som er i stand til å bruke data og informasjon den får i det integrerte nettverket til å lage en plan eller ta avgjørelser gjennom intelligente teknologier som avansert data mining og Big data analyser [8]. Som vi skal se, finnes det flere ulike definisjoner av begrepet Industri 4.0. Det er viktig å avklare dette når en arbeider med problemstillinger knyttet til industri 4.0. I dette avsnittet vil jeg ta for meg ulike definisjoner og måter å definere Industri 4.0 på.

Etter analyse av artikler knyttet til Industri 4.0, har jeg oppdaget at artiklene faller innenfor en eller flere av fire kategorier når det kommer til definisjon av Industri 4.0. De ulike kategoriene er:

- Ingen definisjon (ingen tilnærming til forklaring av begrepet, tar det for gitt at leseren er kjent med begrepet)
- Klar definisjon (Innleder med: Industri 4.0 kan defineres som.....)
- Kontekstuell definisjon (Ofte forklaring av industri 1.0 til 4.0 med fokus på utvikling, eller gjennomgang av ulike muligheter som ligger i Industri 4.0)
- Teknologisk definisjon (Industri 4.0 består av teknologi X, teknologi Y osv.....)

Et eksempel på en klar definisjon er hentet fra “Developing of Industry 4.0 applications” [9] som låner sin definisjon fra “Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review” [10]

“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, Cyber-Physical Systems (CPS) monitor physical processes, create a virtual copy of the physical world and make decentralized decisions. Over the IoT (Internet of Things), CPS communicate and cooperate with each other and humans in real time. Via the IoS (Internet of Services), both internal and cross-organizational services are offered and utilized by participants of the value chain” Industry 4.0 is an initiative with technology innovations such as internet of things (IoT), big data, electric vehicles (EV), 3D printing, cloud computing, artificial intelligence and cyber-physical systems. Industry 4.0 has attracted attention from governments, industries and researchers. Many aspects of Industry 4.0 are unknown and uncertain, such as the demand dimensions of customers and the future product architecture of electric vehicles. The next section provides a literature review on the evolution of production systems.” [10]

Jeg synes denne definisjonen er god, men den blir uklar og for spesifisert til at jeg kan bruke den på en god måte i denne oppgaven.

En annen definisjon er hentet fra Frauke Muth i Innovasjon: “Begrepet Industri 4.0 beskriver den fjerde industrielle revolusjonen, en utvikling der internett smelter sammen med produksjon og produkter. Mange har vel allerede hørt om «the internet of things» hvor f.eks. mobilen kommuniserer med kjøleskapet eller sentralvarmen. Dersom dette prinsippet overføres til industriell produksjon, så betyr det at maskiner ikke lenger bare prosesserer produktet, men at produktet selv kommuniserer med maskinene for å gi dem instruksjoner. På denne måten vil fremtidens maskiner organisere seg selv, leverandørkjeder vil sette seg selv sammen og bestillinger fra kunder vil bli direkte konvertert til fabrikkinstruksjoner. Fremtidens fabrikker eller produksjonslokaler vil være så fleksible at hvert enkelt produkt kan skreddersys etter kundenes behov, uten at det koster mer enn storskala produksjon.” [5]

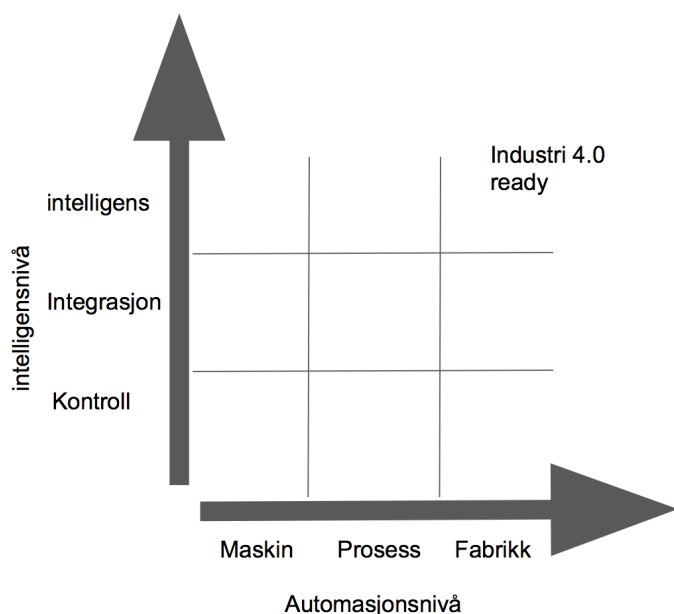
Her definerer Innovasjon Norge Industri 4.0 med å sette det inn i en kontekst. Her kunne jeg dekontekstualisert definisjonen, men da hadde jeg endt opp med en for uklar og for spesifikk definisjon igjen

Et eksempel hvor teknologier brukes for å definere Industri 4.0 er hentet fra “Developing of Industry 4.0 Applications” [9] Her deles Industri 4.0 opp i fire fundamentale underliggende teknologier:

1. Smarte fabrikker
2. CPS (Cyber Physical Systems)
3. IOT – Internet of things
4. IOS – Internet of service

Utfordringen med å definere Industri 4.0 basert på teknologier er at de ulike kildene ikke er samstemt om hvilken teknologier som er definerende.

En abstrakt måte å forklare Industri 4.0 på er å si at Industri 4.0 er høy grad av (kunstig)intelligens kombinert med høy grad av automatisering. I figur 2 hentet fra “A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond” [11] presenteres følgende vindusmatrise, som viser utviklingen mot Industri 4.0 og samtidig kategoriserer nivået aktørene er på.



Figur 2: Utviklingen mot Industri 4.0 [11]

For å finne ut av begrepsbruk har jeg gjort en analyse av hvordan begrepet industri 4.0 defineres i forskning. Jeg benyttet 17 ulike artikler med ulike definisjoner og analyserte hva som kjennetegner de ulike definisjonene. I “Vedlegg 2: Tabell ulike definisjoner av Industri

4.0” har jeg lagt ved en tabell som viser hvordan ulike kilder definerer Industri 4.0 enten med direkte definisjon, involvert teknologi, eller kontekstuel. Jeg vil i dette avsnittet gå gjennom funnene fra denne analysen.

Kontekstuelle beskrivelser av Industri 4.0

Beskrivelsene er gjort med ulik grad av abstraksjon, og jeg har derfor funnet det nyttig å sortere dem i tre abstraksjonsnivå i tabell 2. For eksempel har jeg valgt å tolke at å “oppdage sammenhenger og ta avgjørelser” dekkes av “intelligent produksjon” og at de således er på ulike abstraksjonsnivå. Målet med analysen har vært å se bredden av ulike definisjoner. I denne analysen har jeg derfor ikke tatt med noen form for vektning av antall ganger noe er beskrevet, eller av hvem som beskrev dem. Jeg har også vært ukritisk til hvilke beskrivelser jeg har inkludert.

Kontekstuelle beskrivelser av Industri 4.0		
Svært abstrakt:	Abstrakt	Spesifisert
- Smarte fabrikker	<ul style="list-style-type: none"> - Fleksibilitet - Økt produktivitet og effektivitet - Flere muligheter i produksjon (som følge av mer komplekse prosesser) - Intelligent produksjon - Gjennomsiktig (datainnsamling i produksjon) 	<ul style="list-style-type: none"> - Optimaliserte avgjørelser - Produkter vil i stor grad kontrollere sin egen produksjonsprosess - Oppdage sammenhenger - Produksjonen vil ta avgjørelser - Produksjonen vil sørger for handlinger uavhengig og intelligent - Forkortede utviklingsperioder (tid til marked) - Individualisering muligheter uten behov for storskalaproduksjon - Desentralisering - Bedre kvalitet på produkter - Selvorganiserende - Uavhengig produksjon (selvgående)

Tabell 1: Kontekstuelle beskrivelser av Industri 4.0

Begrepene jeg har satt i kategorien “abstrakt” har flere beskrivelser som omhandler effektene av Industri 4.0. De begrepene som sier noe om hvordan produksjonen vil foregå er “*intelligent*” og “*gjennomsiktig*” (i den konteksten den er hentet fra betyr det at en har data tilgjengelig fra hele produksjonen i sanntid). I kategorien “spesifiserte” så er det beskrivelser som enten hører til under disse to kategoriene, eller beskriver effekter. Jeg mener at evnene til å samle inn data fra hele produksjonen og intelligent produksjon er nøkkelordene en sitter igjen med basert på de beskrivelsene jeg har benyttet.

Teknologiske beskrivelser av industri 4.0

Jeg har også her sett på bredden av det som blir benyttet og derfor oppsummert teknologiene ukritisk og ikke tatt med noen form for vektning av antall ganger en teknologi er beskrevet, eller hvem som beskrev dem. Jeg vil bruke denne listen som utgangspunkt i neste avsnitt hvor jeg vil gå nærmere inn på ulike komponenter i Industri 4.0.

De teknologiske elementene som er brukt til å beskrive Industri 4.0 er:

- Smarte fabrikker
- CPS systemer (Cyber fysiske systemer)
- Internet of things (IoT også i denne sammenheng Machine to Machine Communication)
- Internet of service (IoS)
- Sensorer
- Big data & analytics
- Cloud computing
- Kunstig intelligens (AI)
- Automatisering
- (Autonome) Roboter
- 3D printing
- Elektriske vehicles (tolker som selvgående/automatisk transport)
- Self organising machines
- Smartphones
- Miniatyrisering
- Simulering
- Virtual reality
- Cyber security

Jeg velger derfor å ta med store deler av de teknologiene som er nevnt i arbeidet videre. Jeg tar vekk security som en definerende teknologi fordi sikkerhet er en konsekvens av de andre teknologiene og dermed ikke egnet til å være en definerende teknologi i denne sammenheng. Videre tar jeg ikke med smarttelefoner som en definerende teknologi fordi smarttelefoner vil være et brukergrensesnitt til de andre telefonene, og dermed heller ikke definerende. Til sist har jeg fjernet miniatyrisering fordi det er en teknologi som ikke kobles direkte til produksjonen. Til sist har jeg tolket at IoS og Machine to Machine Communication er ivare tatt med inkludering av IoT.

2.2.1 Definisjon av industri 4.0 i denne oppgaven

Jeg har på bakgrunn av abstrakte-, teknologiske-, og tidligere brukte måtene å definere industri 4.0 på, kommet fram til en definisjon som tar for seg begrepet industri 4.0, og hvilke elementer som er relevante i denne studien. Jeg at sensorer er ivaretatt ved at definisjonen nevner mulighet for innsamling av data.

Min definisjon blir:

“Industri 4.0 er produksjon med høy grad av intelligens og autonomi, samt har mulighet for å samle inn data fra hele eller deler av produksjonen. Industri 4.0 har som mål å øke fleksibiliteten, produktiviteten og effektiviteten i produksjonen og gi nye og mer avanserte muligheter for verdiskapning. Industri 4.0 bruker en eller flere, men er ikke begrenset til følgende teknologier: Smarte fabrikker, CPS systemer, IOT, Big data & Analytics, Cloud Computing, Artificial Intelligence, Automatisering, (Autonome) roboter, 3D printing, selvgående/automatisk transport, selvorganiserende maskiner, miniatyrisering, simulering, og/eller Virtual Reality. “

Ved bruk av denne definisjonen har jeg en bred definisjon som gjør det mulig å inkludere de forskningsartiklene jeg har funnet, samtidig som den gir meg en klar definisjon i det videre arbeidet på hva som inngår i industri 4.0, og hva som ikke gjør det. Til sist muliggjør den vide inkluderingen av ulike teknologier at jeg kan dra inn data fra kilder som omhandler ulike teknologier og vekke dem opp mot hverandre i hvordan de påvirker det store bildet.

2.3 Komponenter i Industri 4.0

I dette avsnittet vil jeg ta for meg ulike elementer innen Industri 4.0. Merk at mens enkelte av disse elementene er klart definerte, er det også elementer som ikke er entydig definert på samme måte som Industri 4.0. Det er også vanskelig å tegne et uttømmende bilde, da det ikke foreligger noen klar definisjon eller uttømmende liste over hvilke elementer som inngår i Industri 4.0. Denne listen blir derfor en liste over de viktigste teknologiene som brukes i videre arbeid med denne studien. Jeg har i dette avsnittet hentet fram de mest hensiktsmessige definisjoner og forklaringer uten å legge vekt på å vise variasjoner i definisjonene. På denne måten unngår jeg en lang oppramsing som ikke tilfører viktig informasjon. Hensikten med avsnittet er å vise hva som er med å utgjøre Industri 4.0. Variasjon i definisjoner av begrepene er ikke avgjørende for studiens kvalitet.

2.3.1 Cyber fysiske systemer (CPS)

CPS er en integrasjon av cyber og fysiske prosesser, som benytter seg av IT-nettverk og kontroll av den fysiske prosessen. Det kan enkelt forklares som en sammensmelting av den digitale og fysiske verden. [12]

2.3.2 Tingenes internett (IoT)

IoT refererer til nettverkskommunikasjon mellom hverdagslige objekter. Et av målene med IoT er at objekter kan samhandle og samarbeide med andre objekter for å oppnå felles mål. [9]

2.3.3 Smarte fabrikker

Smarte fabrikker er en vesentlig del av Industri 4.0. I disse systemene vil mennesker, maskiner og ressurser kommunisere med hverandre naturlig, på en måte som emulerer et sosialt nettverk [7]. Smarte fabrikker kan defineres som fabrikker hvor CPS kommuniserer gjennom IoT og assisterer mennesker i utførelsen av oppgaver. [11]

2.3.4 3D printing (Additive manufacturing)

3D printing kan defineres som prosessen å sette sammen materialer for å skape objekter fra en 3D- modell, vanligvis gjort lagvis. [13]

2.3.5 Big data

Big data er en samling av data og teknologi som gir tilgang til, integrerer og rapporterer all tilgjengelig data ved å filtrere, korrelere og rapportere innsikt. Big data skiller seg fra tradisjonell analyse på den måten at data er behandlet og tilgjengelig i større volum, hurtigere og mer variert enn tidligere. [12]

2.3.6 Cloud computing

En modell for tillate allestedsnærværende praktisk “on-demand” nettverkstilgang til en delt nettressurs (nettverk, servere, lagring, applikasjoner og tjenester) som kan hurtig tilpasses og tilgjengeliggjort med minimalt administrativt arbeid eller tjenestetilbyder innblanding. [14]

2.3.7 Virtual reality / Augmented reality

Virtual reality / Augmented reality kan brukes for å assistere innen logistikk, fabrikkering, vedlikehold og ved opplæring i en industriell kontekst. Bruken av augmented reality kan kombineres med informasjon fra den fysiske verden for å assistere arbeidere. [12]

2.3.8 Collaborative robots

Flere produsenter har de siste årene sluppet en ny generasjon av robotarmer kalt samarbeidende roboter, disse robotene har sikkerhetsfunksjoner som gjør at det er trygt å bruke dem nærhet til mennesker. [15]

2.4 Hvordan vil Industri 4.0 forandre industrien?

I følge den første rapporten om mulighetene i Industri 4.0 vil smarte fabrikker føre til at alle kvanta og spesialiseringer av produkter kan produseres med lønnsomhet [11]. Industri 4.0 vil føre til dynamiske forretnings- og ingeniørprosesser som tillater “tolvte time” forandringer i produksjonen og som gir evnen til å respondere på disruptjoner og problemer. Avgjørelsesprosessene kan optimaliseres ved bruk av moderne teknologier [11]. Industri 4.0 vil skape nye forretningsmodeller, som følge av nye produksjonsmuligheter. Teknologier knyttet til Industri 4.0 kan bidra til å løse problemer med energieffektivitet, urban produksjon og demografisk forandring. I rapporten trekkes det fram at med Industri 4.0s produksjonsmetoder vil økonomier med høye kostnader, bla. høye lønnskostnader, fremdeles være konkurransedyktige. [11]

2.5 Kategorisk rammeverk for produksjon i Industri 4.0

Utviklingen til Industri 4.0 er drevet av teknologiske fremskritt. Det er mulig å se på hvordan disse fremskrittene vil påvirke rammeverket i Industri 4.0. I artikkel “A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond” [11] deles disse elementene opp i fabrikk, forretningsmodell, produkt og kunde.

2.5.1 Fabrikken

I Industri 4.0 vil fabrikken bli mer intelligent. I tillegg vil mange produksjonsprosesser bli simulert som moduler som så kobles sammen, slik at de blir styrt desentralisert og uavhengig. [11]

2.5.2 Forretningsmodeller

Industri 4.0 impliserer at hver del av verdikjeden kan optimalisere sin konfigurering på et øyeblikk basert på status og behov i nettverket. Dette vil øke profitten til alle i nettverket, sammen med redusert sløsing (av ressurser) og reduserte kostnader. [11]

2.5.3 Produkt

En av fordelene med Industri 4.0 er nye typer produkter som er utviklet med sensorer og identifiserbare komponenter. Informasjon og kunnskap kan føres fra produktene tilbake til produksjonssystemet hvor det blir analysert og anvendt. [11]

2.5.4 Kunde

En ny innkjøpsmetode vil bli gitt til kunden. Dette gir kunden mulighet til å skreddersy produktet med ønsket kvantum, selv så lavt som en enhet. Kunden vil også ha mulighet til å endre bestillingen så sent som rett før levering. [11]

2.6 Hvordan vil Industri 4.0 endre administrasjon i industrien?

I “The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0” presenteres det at Industri 4.0 kan deles i fire områder som til sammen utgjør administrasjon. De fire er overvåking, kontrollering, optimalisering og autonomi [16]

Overvåking – Ulike elementer av et systemet kan gi advarsler om en situasjon forandres eller om det er unøyaktigheter eller variasjon i oppnådd ”performance”.

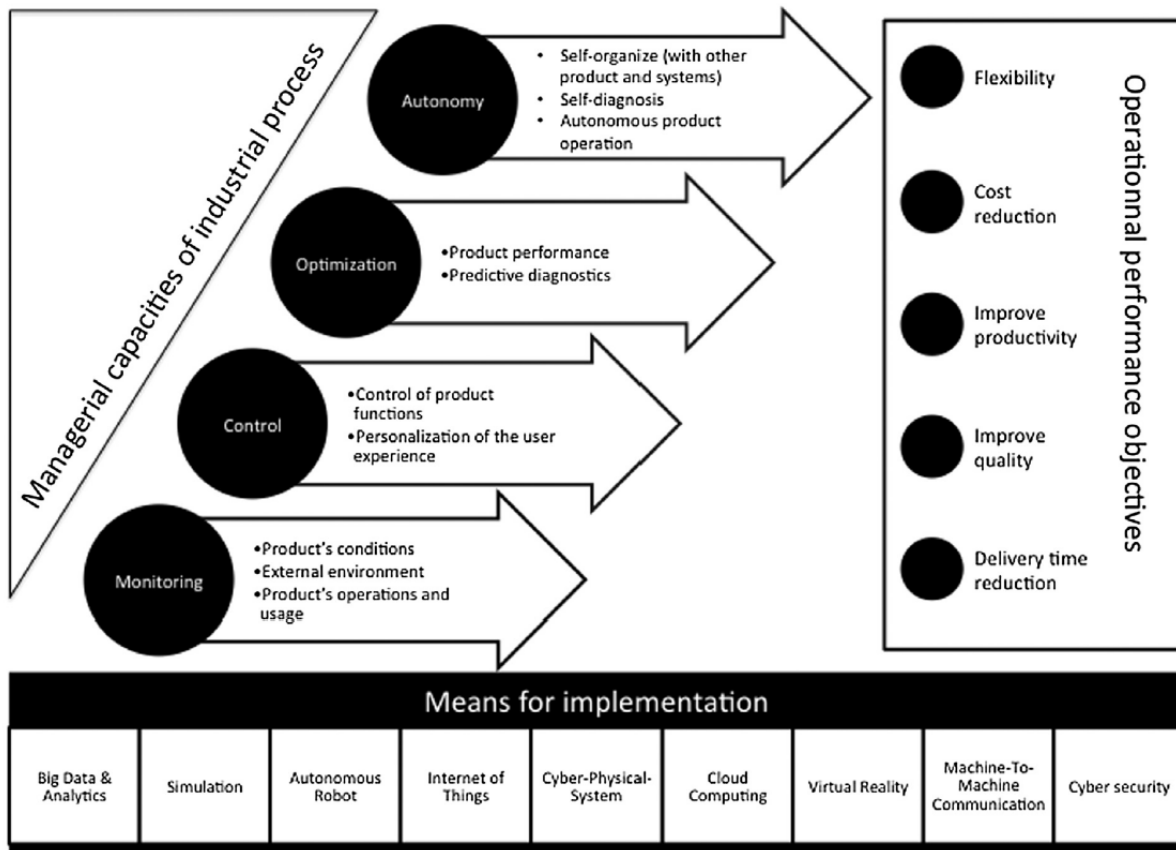
Kontrollering – Basert på historiske data kan en definere ”standard” oppførsel i systemet, som kan brukes til å oppdage en situasjon som trenger en avgjørelse.

Optimalisering – Gjennom å overvåke data og ressurser i ”sanntid” og synkronisere med alle aktørene rundt nettverket, mennesker en optimalisere produksjonssystemet og ressursene.

Autonomi – Overvåkningskapasitet, kontroll og sanntidsoptimalisering kan kombineres til å oppnå økt autonomi. I teorien går det an å utvikle et system som er i stand til å lære autonomisk fra egen oppførsel og tilpasse seg.

2.7 Nye muligheter for produksjonsplanlegging og kontroll

I artikkelen “The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0” [16] presenteres en modell for hvordan ulike nye muligheter kan forstyrre (disrupte) den tradisjonelle tilnærmingen til produksjonsplanlegging og kontroll. Disse elementene er tatt fram og beskrevet i modellen som er vist under.



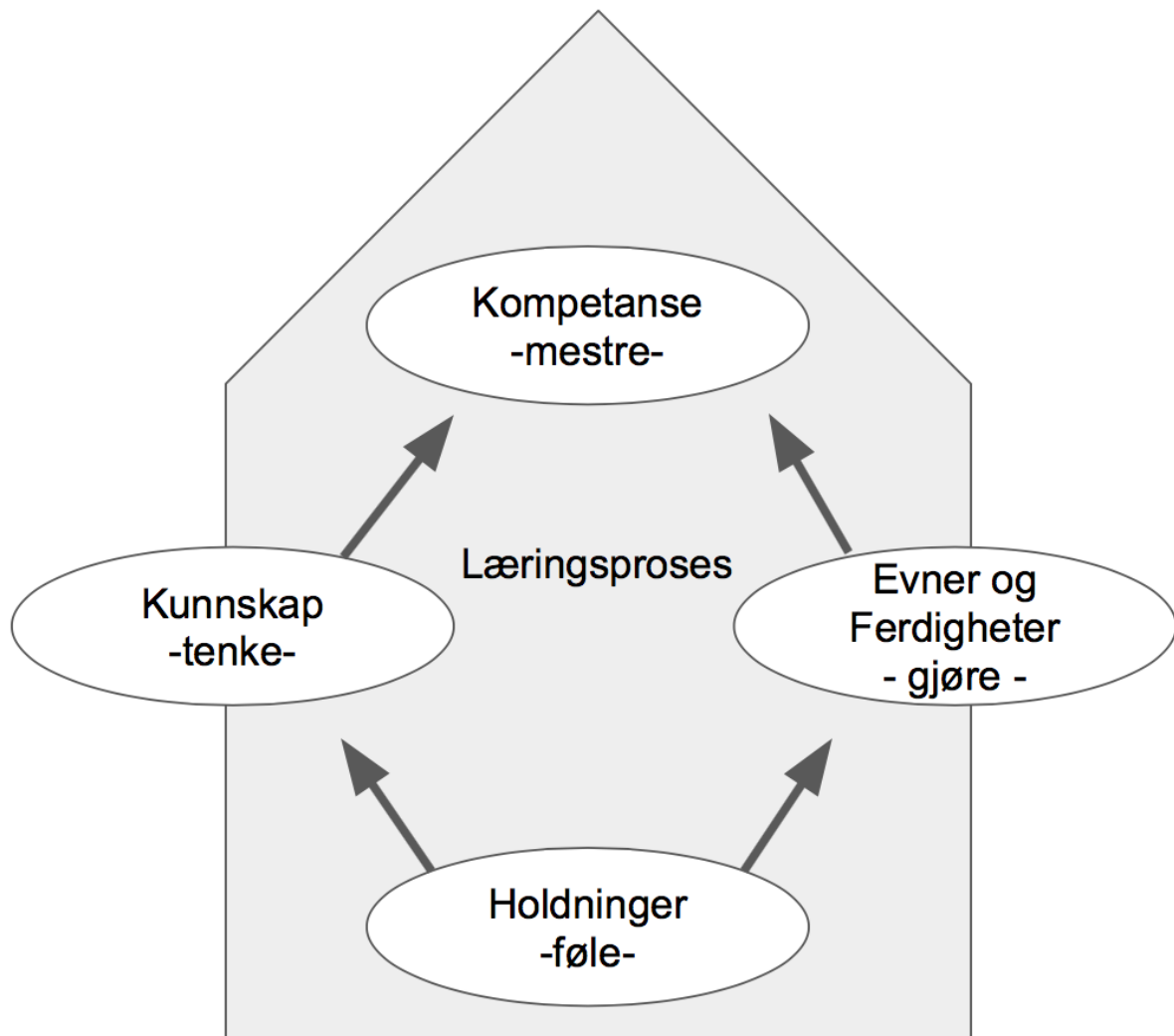
Figur 3: Endringer i produksjonsplanlegging og kontroll av prosesser [16]

3 Hva er kompetanse?

Senere i dette kapitlet vil jeg diskutere metoder for å samle inn informasjon om kompetanse. De blir i stor grad også gjeldende for kapitlet om metode og forskningsdesign også. I dette avsnittet vil jeg gå gjennom teori som er anvendt for å setter rammene for kompetansebegrepet knyttet til industri og teknologi, ettersom det er mest relevant for studiet.

Begrepet kompetanse har ingen bredt akseptert enhetlig definisjon [17]. Innen forskning og praksis har det utviklet seg flere ulike betydninger som tjener ulike formål for arbeid med kompetanse [17]. Det finnes tre hovedtilnærminger til å definere kompetanse, det er basert på enten målbar prestasjon, standardkvaliteten på resultatet av en persons prestasjon eller de underliggende egenskapene til en person [17]. I arbeidet med denne studien er den sistnevnte tilnærmingen best egnet. Denne tilnærmingen fokuserer på det som skal utføres og her et fokus på de underliggende egenskapene til personen for å kunne utføre noe [17]. Innenfor denne rammen er det vanlig se på de underliggende egenskapene til en person som kunnskap og ferdigheter eller evner [17]. Jeg har derfor lånt en modell (fra “Manufacturing Systems: Skills & Competencies for the Future” [18] hvor kompetanse videre inn i kunnskap og evner/ferdigheter¹. I tillegg vil individets holdning påvirke læringsprosessene knyttet til disse faktorene [18]. Kunnskap og evner/ferdigheter er en vesentlig byggestein for læringsprosesser. I modellen benyttes følgende definisjon på kompetanse: “Kompetanse er individets kapasitet til å håndtere situasjoner eller gjøre en jobb (innen visse formål og/eller kriterier)”

¹ I den opprinnelige kilden brukes “skill” det er en utfordring å oversetter hele betydningen. Jeg har ut fra kontekst i de anvendte kildene tolket at evne og ferdighet sammen best ivaretar den opprinnelige betydningen



Figur 4: Kompetanse som læringsprosess [18]

3.1 Evner og ferdigheter

Evner og ferdigheter er individets mulighet for å anvende kunnskap og “know-how” for å løse en definert oppgave. [18] Det identifiserer at et individ er istand til å gjøre noe innen en spesifisert kontekst. Evner er kognitive (logisk, intuitiv, kreativ) og ferdigheter er praktiske (manuelt håndlag i bruk av materialer, verktøy og metoder)². [18]

I en læringsprosess utvikler evner seg som oftes langs følgende nivåer [18]

- Observasjon og refleksjon av handlinger.
- Reproduksjon av handling fra instruksjon eller minne.
- Pålitelig utførelse uten hjelp.

² Her sier originalkilden at begge beskrivelsene hører til under “skills” jeg har tolket det som at evner er kognitive og ferdigheter praktiske.

- Tilpasning og integrering av ekspertise som behøves for å møte krav.
- Automatisert administrasjon av aktivitet.

3.2 Kunnskap

Det europeiske parlamentet definerer kunnskap som “kunnskap betyr utfallet av assimilerede informasjon gjennom læring. Kunnskap er summen av fakta, prinsipper og erfaring som er relatert til et arbeids eller studieområde. [19]

3.3 Holdninger

Store norske leksikon definerer holdning som: “Holdning betyr innstilling og er en betegnelse på en vedvarende beredskap til å reagere positivt eller negativt overfor spesielle objekter, ideer og verdier.” [20]

3.4 Hvordan analysere behov for kompetanse i Industri 4.0

For å få til en grundig analyse av framtidige utfordringer og behov for kompetanse, trengs en modell som tar innover seg det komplekse samspillet mellom teknologisk og samfunnsmessig utvikling [21]. Her vil jeg støtte meg på “Doing competencies well: best practices in competency modeling“ som skriver om hvordan en går fram for å identifisere kompetanse på bedriftsnivå. Artikkelen trekker fram punkter som er relevant for å lage en kompetansmodell. Under har jeg tatt med punktene som omhandler identifisering av kompetanse:

- Ta organisatorisk kontekst i betraktning

Modellene skal helst skreddersys til organisasjonen. Selv om mange bransjer kan ha tilnærmet like kompetansekrav, vil det være store forskjeller i hvordan bedrifter verdsetter kompetanser som relaterer seg til bedriftsstrategier. (Eksempler kan være evne til å omstille seg, teknisk dybdekompetanse osv) [22]

- Koble kompetansmodellene til organisasjonens mål

For å møte “best practice” bør en ofte starte med å definere organisasjonenes mål. Teorien definerer dette som en organisasjons mål, men i denne studiens hensikt tolker jeg det som industriens mål. [22]

- Starte på toppen og arbeide nedover

Det er ofte best å begynne å lage en kompetansemodell med informasjon som er samlet inn hos ledelsen. [22] skriver at dette er fordi det er viktig å få med støtte ovenfra når man skal lage en kompetansemodell. I denne oppgavens sammenheng er det fordi ledere har en bedre forutsetning for å bruke riktige organisasjons- og faguttrykk, og fordi ledelsen har større forutsetninger for å se på framtidige krav til arbeidet.

- Se på framtidige krav til arbeidet

Det er viktig å se framover med hensyn på hvilken krav som stilles til kompetanse. Det finnes mange måter å gjøre dette på, men en enkel måte er å utføre et litteraturstudie av kommende forretningsmodeller og deres tilhørende kompetansekrav. En annen er ved intervju og fokusgrupper med fokus på fremtidens krav og behov. Artikkelen lister opp flere alternative framgangsmåter som vi ikke går inn på her. [22]

- Bruke andre unike metoder

Det finnes også andre modeller for å tilegne seg kunnskap om kompetanse. Det kan være arbeidsgiver spørreundersøkelser hvor en f.eks ber om å rangere viktigheten av kompetanse i framtiden, kontra nåtid. [22]

4 Litteraturstudie kompetansekrav i Industri 4.0

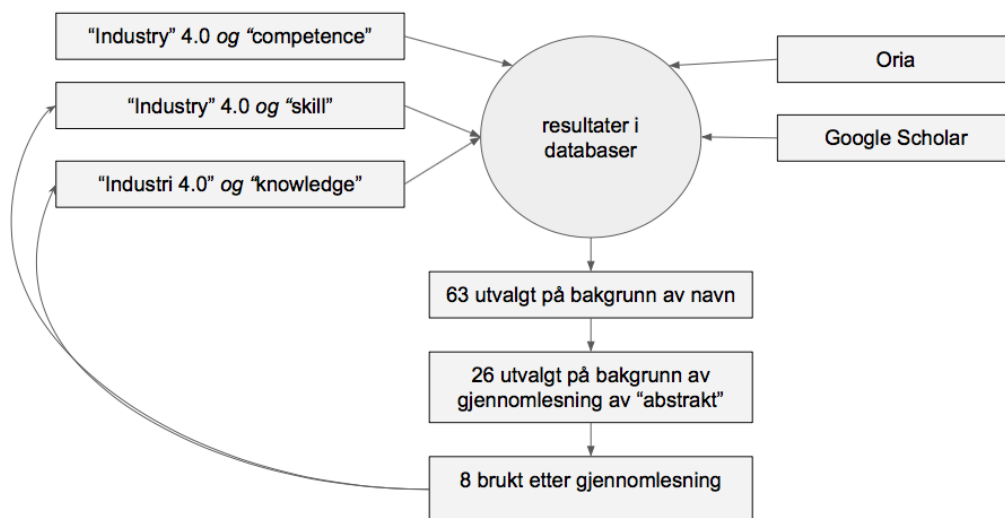
En litteraturstudie er i sin enkleste form å gjennomgå det som allerede er blitt skrevet innen et emne [23, s.108] Dette gjøres for å få innsikt i hva som finnes av kunnskap og for å tolke, peke ut motsetninger og finne huller i eksisterende kunnskap [23, s.10]. Det finnes ingen helhetlige teorier som sier hvordan kompetanse vil utvikle seg innenfor industri 4.0. Derfor har litteraturstudien vært sentralt i arbeidet med å finne eksisterende kunnskap i denne studien.

Litteraturstudier kan variere i format, stil og omfang [23 s.15]. I denne oppgaven har formålet først og fremst vært å gi innsikt i det som allerede finnes av kunnskaper rundt kompetanse i og utvikling av kompetanse i Industri 4.0. Forskningsspørsmålet jeg har brukt i litteraturstudien har vært “Hva sier forskning om kompetanse i Industri 4.0?” Arbeidet startet som en tradisjon tradisjonell litteraturstudie, som er en ustrukturert og udefinert tilnærming til forskningsspørsmålet [23 s.10]. Utifra resultatene endret jeg metode til en hermeneutisk litteraturstudie. I et hermeneutisk litteraturstudie går forskeren gjennom en sirkel med ulike steg for å tolke og så finne mer litteratur på bakgrunn av økt forståelse [24]. Dette ble gjort fordi de første søkene jeg gjorde ikke ga mange gode kilder. Jeg brukte også kildelistene til artikler som jeg fant, for å finne flere relevante artikler. Etterhvert opparbeidet jeg meg også bedre innsikt i hvilken kilder som var relevante og hvilken som ikke var det.

Ved å også se gjennom kildelisten fra de relevante artiklene som ble funnet i søket, fant jeg også flere artikler som belyste problemstillingen, og som dermed førte til større innsikt. Den såkalte snøballmetoden er når forskeren starter med noen som møter kriteriene for inkludering i en studie, og så spør dem om å navngi andre som også kan passe inn [25]. Denne metoden ble også anvendt i søk etter artikler og passet godt inn i den hermeneutiske framgangsmåten. En utfordring ved bruk av denne metoden er selvfølgelig være at jeg forhindres fra å finne kritiske artikler, alternative teorier og konklusjoner, da dataene jeg samler inn ofte henger sammen og bygger på hverandre. Alt i alt mener jeg at studiene jeg har benyttet i min analyse er relevante og dekkende.

Innhenting av litteratur er primært gjennom søk i oria som gir mulighet til å søke i Høgskulen på Vestlandets samlede bibliotekdatabase. I de tilfellene jeg har lett etter en kilde som ikke ligger i denne databasen, har jeg benyttet Google Scholar for å finne artikkelen eller Google til å finne riktig database. Søk har vært på engelsk og ble gjort med vekt på nøkkelordene i forskningsspørsmålet mitt, altså *Industri 4.0* og *competence*. Dessverre gav søkene et ganske unøyaktig bilde. Jeg la derfor til søket “Industry 4.0” og “skills” etter å ha sett at skills var et ord som gikk igjen i flere relevante artikler, og etterhvert “industry 4.0” og “knowledge”. Jeg satt datoen fra 2010-2018 siden Industri 4.0 er et begrep som er relativt nytt (lansert 2011). Det gav et noe bedre resultat, men fremdeles var det langt mellom gode relevante artikler. Som en første kvalitetssikring, brukte jeg fagfellevurderte tidsskrift i begynnelsen. Mot slutten benyttet jeg meg også av såkalt “grått materiale”, ettersom jeg hadde sammenligningsgrunnlag. En vanlig tilnærming i en litteraturstudie er å selektere på antall siteringer, men det ble ganske fort klart at antall siteringer korrelerte med problemstillinger innen Industri 4.0 som ikke var direkte relevant for denne studien. Jeg har derfor måttet lete ganske langt ned på søkelistene. Et moment er også at ettersom Industri 4.0 er en relativt nytt begrep og i stadig utvikling, er det store muligheter for at de meste relevante artiklene enda ikke har rukket å samle opp mange siteringer. Oppgaven er strukturert slik at en del omhandler hva Industri 4.0 er, og en del knytter sammen kompetanse og Industri 4.0. Kilder som er hentet inn for å belyse den første delen altså bare Industri 4.0, er ikke tatt med i denne litteraturstudien.

I løpet av litteraturstudiet mitt ble 63 artikler hentet fram som mulig relevante, etter en gjennomlesning av “abstrakt” ble så 26 gjennomlest og 8 brukt i arbeidet videre. En fullstendig liste over gjennomgåtte artikler finnes i Vedlegg 3: liste over gjennomgåtte artikler i litteraturstudie om kompetanse i industri 4.0. En sammenstilling over de viktigste funnene i hver artikkel finnes i Vedlegg 4: Sammenligning kompetansefunn i litteraturstudie



Figur 5: Litteratursøk

4.1 Kompetansebehov med individet i sentrum i Industri 4.0

I “Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production” [26] skriver forfatterne om å lage en læringsfabrikk for arbeidere som skal jobbe med Industri 4.0. Som en del av artikkelen, har forfatterne gjort en prosess for å finne fram til ulike kompetansebehov for Industri 4.0 som læringen skal dekke.

For ansatte vil det kompetansebehov i stor grad handle om kreative, kommunikative og innovative oppgaver. Basert på dette ble det utført et litteraturstudie hvor funnene ble systematisk gjennomgått. Ut fra dette ble det laget en modell med utgangspunkt i individet. Det skilles også mellom ulike kompetanser på ulike nivåer i en organisasjon. Kompetansene er delt inn i fire hovedområder her vil jeg referere funnene innen hvert område:

Personlig kompetanse

På operatørnivå vil det være viktig å kunne å kunne forstå, men være kritisk til teknologi. Det vil være viktig å kunne se det store bildet for samfunnet altså å kunne forstå ressursproblematikk og andre sammensatte utfordringer.

Sosial kompetanse

Arbeidere vil få ansvar for et større område og må derfor forstå relasjoner mellom ulike prosesser, informasjonsflyt og mulige forstyrrelser så vel som mulige løsninger. Ledere må være i stand til å skape sosiale prosesser for hele nettverket.

Handlingsrelaterte kompetanser

Gode analytiske evner og egenskaper og evnen til å finne gode og praktiske løsninger vil være viktig. Ledere må være istand til å bryte ned komplekse konsepter i realistiske arbeidspakker, samt å finne riktige mennesker og team og delegere til dem.

Domene-relaterte kompetanse

Digitalt ledede prosesser gjør at det er et behov for arbeidere med grunnleggende nettverks- og IT-kompetanse. Arbeidere trenger å kunne evaluere om systemer fungerer som de skal, og de må kunne samhandle med systemene. For ingeniører vil det være viktig med en tverrfagelig forståelse spesielt innenfor data-, mekanikk- og elektrofeltene.

4.2 Human resources Industri 4.0

I artikkelen “Holistic approach for human resource management in Industry 4.0” [27] har forfatterne Hecklau, Galeitzke, Flachs og Kohl brukt PESTEL modellen for å se hvilken faktorer som spiller inn på menneskelige ressurser i Industri 4.0. Dette kan brukes for å forklare ytre faktorer og hvordan de spiller inn på menneskelige ressurser i Industri 4.0, som igjen kan være med å tegne et bilde av hva de ytre rammene for kompetanse kan komme til å være.

Disse funnene brukes til å identifisere en oversikt over ulike kompetanser som trengs innen Industri 4.0. Kompetansene er delt inn i fire hovedkategorier som er teknisk kompetanse, metodologisk kompetanse, sosial kompetanse og personell kompetanse. Under er en tabell som gir en oversikt over kompetanseområdene slik de ble presentert i artikkelen.

Category	Required competencies	Context	Comparative references
Technical competencies	State-of-the-art knowledge	Due to increasing job responsibility knowledge is getting increasingly important	[26, 27]
	Technical skills	Comprehensive technical skills are needed to switch from operational to more strategic tasks	[26, 28]
	Process understanding	Higher process complexity demands a broader and deeper process understanding	[27, 29, 30]
	Media skills	Increasing virtual work requires employees to be able to use smart media, e.g. smart glasses	[26, 28, 31]
	Coding skills	Growth of digitized processes creates a higher need for employees with coding skills	[26, 31, 32]
	Understanding IT security	Virtual work on servers or platforms obligates employees to be aware of cyber security	[27, 30, 31]
Methodological competencies	Creativity	Need for more innovative products, as well as for internal improvements, requires creativity	[26, 31, 32]
	Entrepreneurial thinking	Every employee with more responsible and strategic tasks has to act as an entrepreneur	[26, 31, 33]
	Problem solving	Employees must be able to identify sources of errors and be able to improve processes	[26, 28, 31]
	Conflict solving	A higher service-orientation increases customer relationships; conflicts need to be solved	[26]
	Decision making	Since employees will own higher process responsibility, they have to make their own decisions	[26, 28, 31]
	Analytical skills	Structuring and examining large amounts of data and complex processes becomes mandatory	[26, 31, 33]
	Research skills	Need to be able to use reliable sources for continuous learning in changing environments	[31]
	Efficiency orientation	Complex problems need to be solved more efficiently, e.g. analyzing growing amounts of data	[29, 33]
Social competencies	Intercultural skills	Understanding different cultures, especially divergent work habits, when working globally	[28, 32]
	Language skills	Being able to understand and communicate with global partners and customers	[32]
	Communication skills	Service-orientation demands good listening and presentation skills, whereas increasing virtual work requires sufficient virtual communication skills	[26, 32, 33]
	Networking skills	Working in a highly globalized and intertwined value chain requires the knowledge networks	[26, 31]
	Ability to work in a team	Growing team work and shared work on platforms expects the ability to follow team rules	[26, 30, 31]
	Ability to be compromising and cooperative	Entities along a value chain develop to equal partners; every project needs to create win-win situations, especially in businesses with increasing project work	[26, 31]
	Ability to transfer knowledge	Companies need to retain knowledge within the company; especially with the current demographic change, explicit and tacit knowledge needs to be exchanged	[26, 30, 31]
	Leadership skills	More responsible tasks and flattened hierarchies make every employee becoming a leader	[27]
Personal competencies	Flexibility	Increasing virtual work makes employees become time and place independent; work-task rotation further requires employees to be flexible with their job responsibilities	[26, 31–33]
	Ambiguity tolerance	Accepting change, especially work related change due to work-task rotation or reorientations	[26, 30, 33]
	Motivation to learn	More frequent work related change makes it mandatory for employees to be willing to learn	[30, 33]
	Ability to work under pressure	Employees involved in innovation processes need to cope with increased pressure, due to shorter product life cycles and reduced time-to-markets	[31]
	Sustainable mindset	As representatives of their companies, employees also need to support sustainability initiatives	[26]
	Compliance	Stricter rules for IT security, working with machine, or working hours	[31, 32]

Figur 6: Kompetansefunn “Holistic approach for human resource management in Industry 4.0” [27]

Denne oversikten brukes så til å bygge en kompetansemodell som viser viktigheten av hver kompetanse og dermed en vektig av kompetanser mot hverandre. Det framkommer at det er klart størst behov for alle former for teknisk kompetanse, men interessant nok ikke evnen til å kode. Personlig og metodologisk kompetanse er vektet lavere men anses fortsatt som viktig. Her er det evnen til å utføre, evnen til å jobbe under press, fleksibilitet, problemløsning, effektivitet orientering og evnen til å undersøke problemer som er verdsatt. Modellen viser også at det er sosiale kompetanser som er minst viktig. Her er det ingen som scorer over 3 på en skala fra 1 til 5. De som kommer høyest ut innen denne kategorien, er evnen til å kommunisere og evnene til å bygge nettverk.

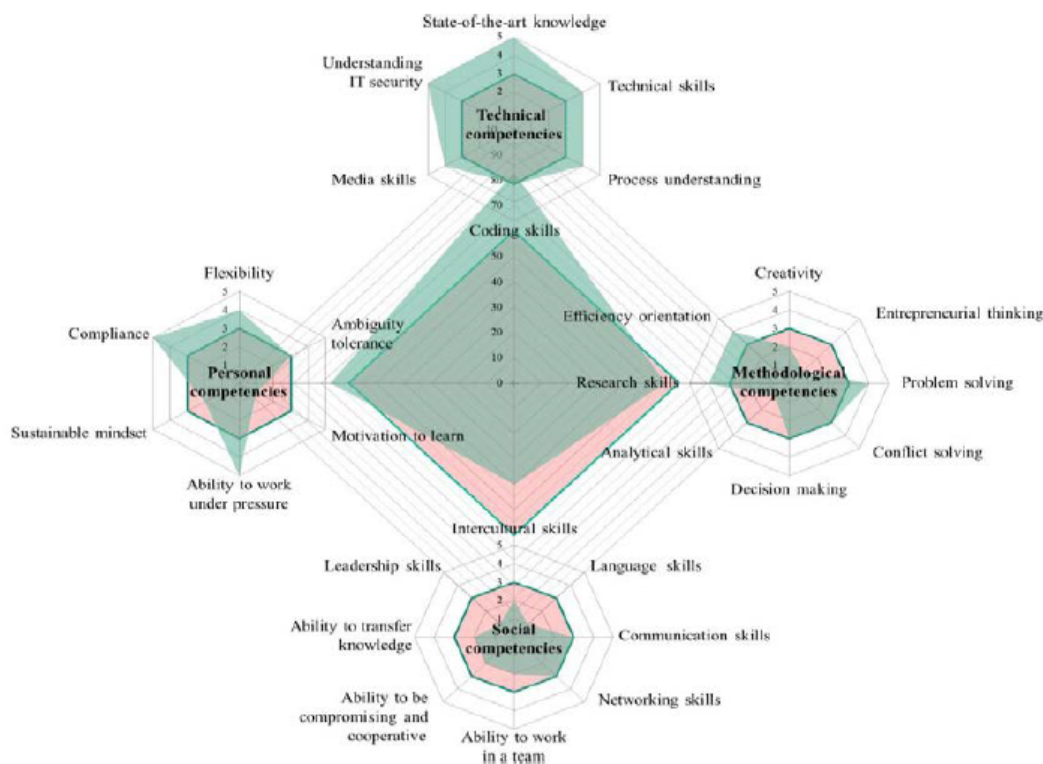


Figure 2: Visualized competence model

Figur 7: Vekting av kompetansefunn “Holistic approach for human resource management in Industry 4.0” [27]

4.3 Menneske og maskin samhandling i Industri 4.0

I “Human-Machine-Interaction in the Industry 4.0 Era” [28] tar artikkelforfattere Dominic Gorecky, Mathias Schmitt, Matthias Loskyll og Detlef Zühlke for seg problemstillinger knyttet til hvordan mennesker og maskiner vil samhandle i Industri 4.0. Artikkelen drøfter i utgangspunktet ulike systemer og brukergrensesnitt som kan brukes i Industri 4.0. Artikkelen trekker i tillegg fram flere interessante poeng og forutsetninger knyttet til kompetanse i Industri 4.0. Artikkelen starter med å trekke fram at primærfunksjonen til arbeideren i Industri 4.0 blir å diktere en produksjonsstrategi og overse implementeringen av denne i en selvorganiserende prosess. Videre må vi anta at innen Industri 4.0 vil hver individuelle arbeider ha et bredt spekter av problemer som skal løses. Disse vil for det meste, men ikke alltid, bli karakterisert av konstruktive planleggingsprosesser. Det er et mål å utvikle systemer som kan støtte arbeiderne i vanskelige og ukjente situasjoner. Det vil være et behov for at arbeidere har en forståelse av informasjon og verdiskapning, og at kunnskap om metoder og teknologier er det som ligger til grunn for CPS-baserte produksjonssystemer. Målet med menneske/maskin interface må være at mennesker kan strategisk kontrollere og forstå hendelser, å få presentere omfattende data enkelt og visuelt og for å planlegge vise flyten av produksjonsprosessen sammen med kvalitetskontroll, slik at status kan presenteres i CPS. Til

sist trekkes det fram at Industri 4.0 vil følges av en forandring i arbeidernes ansvar og oppgaver. Hver arbeider vil være nødt til å gjøre mange forskjellige oppgaver, som stort sett vil være knyttet opp mot strategien i det CPS-baserte produksjonssystemet. CPS vil føre til at arbeidere får et større fokus på å ta strategiske avgjørelser i produksjonen.

4.4 Arbeid og kompetanse i Industri 4.0

I “Jobs and Skills in Industry 4.0: An Exploratory Research” [29] presenteres et forskningsprosjekt utført ved Department of management Engineering ved Politecnico di Milano. Her illustreres hvilken teknisk kompetanse det er behov for i Industri 4.0. Studien ble gjennomført ved bruk av litteraturanalyse, fokusgrupper og dybdeintervju. Studien starter med å kategorisere kompetanse i fem ulike organisasjonsområder: Operasjonsledelse, Supply chain management, Product-Service Innovasjonsledelse, Datavitenskapelig ledelse og Informasjonsteknologi-operasjonsteknologi (IT-OT) integrasjonsledelse. Under hver kategori ble sentral kunnskap og evner samlet inn og satt opp i en liste sortert under disse punktene. I undersøkelsen er data og kompetanse som det er behov for i dag vektlagt. Her er det ganske spesifikke oppgaver/kompetansekrav som kommer fram. Jeg har her tatt med bare de funnene i artikkelen som viser til kompetanse knyttet til produksjon. Artikkelen trekker fram at det blir viktig å forstå utvikling av teknologi egnet for kontinuerlig forbedring. Arbeidere må kunne forstå og bruke analytiske modeller og prediksjon. Videre må de ha kompetanse nødvendig for å skape, samt drift og vedlikehold av produksjonssystemer. De må også kunne overvåke og forstå prosesser. Ledere må ha god evne til bruk av digitale hjelpemidler for å kunne utøve god personalledelse.

4.5 Kompetanseutvikling i fremtidig produksjon

I “Manufacturing Systems: Skills & Competencies for the Future” [18] ser forfatterne på framtidige kompetansebehov i Industri 4.0. Her presenteres ideen om en lærings fabrikk som tar fabrikken inn i klasserommet. I artikkelen hevdes det at utdanning til produksjon vil møte store utfordringer i årene som kommer. Nye evner/ferdigheter vil være nødvendig for fremtidige arbeidere. Ingeniører og arbeidere vil ha behov for livslang utdanning, dvs. være tilpasnings villige for å kunne følge med i utviklingen. Den hurtige utviklingen innen produksjon og kommunikasjonsteknologi setter store krav til kontinuerlig oppdatering av kunnskap. Artikkelen hevder også at individuelle evner har stor påvirkning på et samfunns økonomiske vekst og innovasjonsprosesser samt industriell konkurranseevne.

4.6 Ingeniørkompetanse i Industri 4.0

I “The challenge of integrating Industry 4.0 in the degree of Mechanical engineering” [30] ser artikkelforfattere Fernández-Miranda, Marcos, Peralta og Aguayo på hvor hvordan det mekaniske ingeniørfaget skal ta inn over seg nye kommende teknologier for å møte etterspørsel. I følge artikkelen trenger nyutdannede ingeniører i stor grad evnen til å kombinere de klassiske mekaniske fagene med IT-kompetanse. Videre trengs det kompetanse for å kontinuerlig kunne tilpasse produksjonssystemet. Arbeidere vil bli mer autonome. Det vil være behov for arbeidere som er kreative og med god evne til problemløsning. Forfatterne trekker frem verdien av kunnskap i innovasjonsprosesser. De konkluderer med at mekaniske ingeniører trenger å ha høy utdanning og ferdigheter.

4.7 Krav til utdanning og kvalifikasjon for mennesker i industri 4.0

I “Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0” [31] tar utgangspunkt i at kun kvalifiserte og høyt utdannede ansatte vil kunne styre teknologiene knyttet til industri 4.0. Veien mot industri 4.0 vil skje i ulike faser med ulike krav til arbeiderne. Den første fasen handler om å få på plass innsamling av data i sanntid fra hele fabrikken. Her er det behov for ingeniører med høy kunnskap om kartlegging av prosesser. Det vil også være behov for spesialister med kompetanse på implementering av cloud systemer og brukerstøtte av systemet. I den andre fasen vil det komme nye maskiner som gjør at alle arbeidere må ha ny opplæring. I den tredje fasen vil det settes inn sofistikerte måter å behandle dataene som er samlet inn. Her vil det være behov for folk som kan analysere data. Artikkelen hevder at det ikke vil være mulig å benytte eksisterende ansatte til dette, selv ikke med videre opplæring, fordi dataanalyse krever spesialisert kompetanse. Den fjerde fasen handler om innføring av selvstyrende produksjon og logistikk. Her vil det kun være behov for operatører, vedlikeholdsarbeidere, dataanalytikere, prosessingeniører osv. Artikkelen sier lite om kompetanse i denne fasen bortsett fra at språk vil være en viktig kompetanse fordi store selskaper vil ha behov for evnen til å kommunisere med andre fabrikker over hele verden.

Artikkelen går i dybden på kompetansekrav for IT og produksjonsjobber. Innen IT vil det være viktig med kunnskaper om prosessen for å behandle data. Det er også behov for gode kunnskaper innen programmerbare logiske kontrollere (PLC) slik at det kan utvikles automatiserte systemer. For produksjonsrelaterte arbeidere vil krav variere med hvilken rolle de innehar. Teknikere vil trenge kunnskaper om hydraulikk, elektronikk PLC, elektronikk og

mekaniske deler samt gode praktiske ferdigheter for å kunne drive vedlikehold. Prosessingeniører vil trenge å kunne analysere og forbedre prosessene.

4.8 Kompetansebehov for cyber fysiske systemer i produksjon

I en artikkel publisert ved The University of Stuttgart “Competences for cyber-physical systems in manufacturing – first findings and scenarios” [32] bruker Bernd Dworschak og Helmut Zaiser teknologi-spådommer og forskning til å se på kompetanse for cyber fysiske systemer i produksjonen.

Forfatterne hevder blant annet at graden av CPS-implementering i produksjon er lav per tid og at CPS ennå er på utviklingsstadiet. Det er i følge dem derfor fortsatt åpent hvordan CPS vil utvikle seg og hvilken kompetanse som vil trenge i produksjonen som følge av dette. Artikkelen tar for seg hvordan kompetansekrav kan endre seg med tiden. Forfatterne fremhever at CPS vil øke automatiseringspotensialet i industrien og vil i teorien øke trenden mot høyere jobbtintensitet i betydningen mer krevende arbeid. CPS vil med all sannsynlighet bety en reduksjon av såkalte “low skilled” jobber, som er enkle å erstatte med CPS automatiseringsteknologier. Videreutvikling av kompetansebehov knyttet til CPS vil derfor være avhengig av hvilken kombinasjon av teknologier som vil dominere innen ulike bransjer. Disse variasjonene vil ha størst påvirkning på kompetansekravene hos ansatte på mellomnivået hvor en stor del av kontrolloppgaver sannsynligvis vil bli redusert eller forsvinne som følge av substitusjon eller automasjon. Det vil likevel finnes aktiviteter som er vanskelig å automatisere, gjerne fordi de består av en krevende prosesser som krever prosesskunnskap og erfaring som er typisk for ansatte på mellomnivået. Krevende vedlikeholdsarbeid er et eksempel på slike oppgaver.

Når det kommer til teknisk kompetanse vil Industri 4.0s krav om økt automatisering og nettverkskobling mellom maskiner kreve mer dybdeforståelse av IT, elektronikk og mekaniske systemer for å kunne reagere og sette i gang riktig håndtering ved produksjonsavbrudd. Kontroll og vedlikehold krever avansert og spesialisert kompetanse.

Med mer kompliserte prosesser kommer større behov for kompetanse som går over flere disipliner, som evnen til å organisere problemløsningsprosesser og bruk av nye kommunikasjonskanaler. For å oppfylle disse kriteriene, er kompetanse til å analysere og

håndtere abstrakt informasjon så vel som kunnskap om metoder til å få rask oversikt over produksjonsprosesser, nødvendig.

Artikkelen presenterer to mulige scenarier for videre CPS-utvikling. Den første er basert på at de fleste avgjørelser vil bli tatt av et selskaps sentrale IT-funksjon i form av algoritmer. Dette vil minimere behovet for menneskelige avgjørelser og vil lede til lite menneskelig frihet i alternativene knyttet til arbeidet. Her vil avgjørelser flyttes til IT-funksjoner selv om erfarne arbeidere vil kunne ta de samme avgjørelsene selv. Dette vil igjen føre til en reduksjon i kompetansebehovet hos arbeidere som må handle bare dersom prosessene ikke fungerer, men som ikke vil utvikle sin kompetanse når prosessene fungerer.

I det andre scenarioet vil teknologiene tjene som assistenter eller støtte til å ta avgjørelser for ansatte. For å få til dette, må ansatte utvikle spesifikk prosesskunnskap for å kunne ta avgjørelser eller handle ved produksjonssvikt. I motsetning til det første scenarioet vil dette berike og utvide kompetansenivået på tvers av en fleksibel arbeidsstyrke gjennom høye kompetansekrav. De fleste av oppgavene som eksisterer i det første scenarioet eksisterer i det andre scenarioet også, men i det andre scenarioet blir de utført av arbeidere med høy kompetanse (produksjonsmanager, prosessingeniører, software ingeniører) når de ikke utføres av CPS systemet selv. De faktiske ferdighetsbehovene i CPS vil være avhengige av systemets valg av design. (dvs. teknologi og arbeidsorganisasjon).

Forfatterne hevder at vi beveger oss mot ett av de to scenarioene, som de refererer til som *verktøy*-scenarioet og *automatikk*-scenarioet som henspiller på om CPS vil bli et verktøy eller tar over for menneskers avgjørelser. De to scenariene stiller altså ulike krav til kompetanse og kompetanseoppbygging og kan beskrives slik:

Verktøy scenario

CPS er i det sentrale domenet drevet av arbeidere med høy kompetanse, CPS systemet støtter avgjørelsesprosessen til arbeiderne. En vellykket prestasjon krever at man får nødvendig og passende informasjon og gir økt krav for IT, elektronikk og mekanisk kunnskap.

Automatisert scenario

I et automatisert scenario hvor CPS leder arbeiderne, er arbeidet bestemt av teknologi og autonomien til arbeiderne er dermed begrenset. I dette scenarioet vil det vokse fram et

kompetanseskiller mellom arbeiderne. Arbeidere knyttet til selve produksjonen vil ikke lenger kunne utvikle seg eller bygge opp kunnskap om hvordan de kan løse problemer. Høyt kompetente arbeidere vil ha ansvaret for installasjon, modifikasjon og vedlikehold av CPS.

4.9 Grå kilder

Grå kilder er ikke akademiske kilder som ikke er fagfellevurdert [23, s. 20].

4.9.1 Kompetansebehov og forandringer i nyere tid

Ifølge en artikkel publisert i Harvard Business Review "The Great Recession Drastically Changed the Skills Employers Want" [33] har det amerikanske arbeidsmarkedet i løpet av de siste 30 årene endret seg fra yrker som trenger "mid level" skills til de som trenger "low level" eller "high level". Forskning viser at grunnen til dette ligger i rutinebasert teknologisk forandring hvor nye teknologier erstatter repetitive "medium skilled" arbeid og komplementerer analytisk "high skill" jobber. Prosessen ligner på hvordan tekstbehandlere erstattet sekretærer og hvordan Autocad har forandret hvordan ingeniører arbeider.

4.9.2 Arbeidskraft i Norge 2014 til 2035

SSB-rapporten: "Education-specific labour force and demand in Norway in times of transition" [34] Tar for seg behovet for arbeidskraft i Norge mellom 2014 og 2035, inkludert spørsmålet om dette henger sammen med sammensetningen av arbeidsstyrken generelt. Her trekkes det fram at krav som stilles til ulike jobber sannsynligvis vil øke med ny kunnskap. Det stilles flere krav til vanlige arbeidstakere for eksempel som følge av miljøkrav eller krav til effektivitet.

5 Funn i litteraturstudie

Litteraturstudiet hadde først og fremst til hensikt å skaffe et grunnlag for videre arbeid. Selv om jeg ikke har funnet veldig mange kilder, kan det like fullt trekkes mye verdifull informasjon ut fra de gjennomgåtte artiklene. Kildene gir et innblikk i hvordan Industri 4.0 kan endre kompetansebehov. Jeg har valgt å dele funnene opp i tre deler for videre arbeid. Først har jeg har jeg forsøkt å systematisere hva kildene sier om kompetanse i Industri 4.0. Så har jeg har jeg tatt for meg det kildene sier om mulige forklaringer og spådommer for kompetanse innen Industri 4.0. Til sist har jeg forsøkt å trekke frem relevante områder innen problemstillingen, som funnene jeg har gjort ikke dekker.

5.1 Hva sier kildene om kompetanse i Industri 4.0

Kildene jeg har benyttet har ulike måter å bryte ned kompetanse på.

“Holistic approach for HR management in Industry 4.0” og “Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production” deler kompetanse opp i teknisk/domene, metodologisk/handling, sosial og personlig kompetanse.

5.1.1 Kunnskap

Om vi ser på hvilken kunnskapskrav som kommer fram, ser vi at tekniske kunnskaper, kunnskap om metoder og teknologier spesielt innen IT, elektronikk og mekaniske systemer er viktig. Kompetanser som inngår i å skape, drift, vedlikehold og tilpasning av produksjonssystemet. Kontroll og vedlikehold vil kreve avansert og spesialisert kompetanse. For å kunne evaluere om systemer fungerer som de skal, må Operatører kunne forstå relasjoner mellom ulike prosesser, informasjonsflyt og mulige forstyrrelser, så vel som mulige løsninger. Ledelsen må kunne diktere en produksjonsstrategi og kunne bruke analytiske modeller og prediksjon. Kunnskaper om ulike teknologier vil være svært viktig i innovasjonsprosesser.

5.1.2 Evner/ferdigheter

Artiklene trekker fram flere evner/ferdigheter som er viktig i Industri 4.0. Evnen til problemløsning og til å se tverrfagelige problemstillinger går igjen i flere av kildene, spesielt trekkes evnen til å kombinere mekaniske og IT-relaterte kompetanser sammen. Å kunne forstå utvikling av teknologi trekkes fram som viktig for arbeid med kontinuerlig forbedring. Evne til å jobbe under press og strategisk kontrollere og forstå hendelser vil også være viktig.

Operatører må kunne reagere og sette i gang riktig håndtering ved produksjonsavbrudd.

Ledere må være istand til å bryte ned komplekse konsepter i realistiske arbeidspakker samt å finne riktige mennesker og team å delegere dem til. De må kunne overvåke implementeringen av produksjonsstrategi i en selvorganiserende prosess. Ledelsesnivået må kunne løse kreative, kommunikative og innovative oppgaver. Det vil være viktig at ledere kan se store problemstillinger i sammenheng og dele dem opp i mindre problemer.

5.1.3 Holdninger

Artiklene er sparsomme i sine referanser til holdninger. Her nevnes autonomi, altså å kunne være selvgående, fleksibilitet, effektivitetsorientering, og at arbeidere må holde seg kontinuerlig oppdatert på kunnskap.

5.1.4 Spådommer og forklaringer på kompetansekrav i Industri 4.0

Det er kun et fåtall av kildene som sier noe om spådommer og forklaringer i Industri 4.0. CPS vil med all sannsynlighet bety en reduksjon av såkalte “low skilled” jobber, som er enklere å erstatte med CPS automatiseringsteknologier. De lanserer teorien om verktøy vs automatisert scenario hvor industrien går mot en framtid hvor mennesket suppleres av teknologi eller av teknologi suppleres av mennesket.

5.2 Mangler i kjent kunnskap

I et litteraturstudie skal forskeren være kritisk til om det finnes huller i den kjente kunnskapen som eksisterer. Et slikt hull kan være kunnskapen om hva som skjer med de som allerede er ansatt i industrien. Kildene jeg har gjennomgått er gode på å ta for seg hvilken kompetanse som kreves i Industri 4.0. Selv om enkelte kilder skildrer en trinnvis utvikling og hva som vil skje, er det lite i kildene som belyser hvordan bedrifter skal utvikle den kompetansen de har er i dag til der de trenger å være i industri 4.0. En del kilder sier for eksempel at det er behov for teknisk kompetanse i Industri 4.0, men lite om om type kompetanse, dvs. om det er den samme tekniske kompetansen som i dagens produksjon, eller om det er snakk om en annen form og verdsettelse av teknisk kompetanse. Det er også interessant at dataene sier veldig lite om holdninger knyttet til omstilling og kontinuerlig læring.

5.3 Hypoteser på bakgrunn av litteraturstudie

På bakgrunn av det som kommer fram i litteraturstudien har jeg laget noen hypoteser for videre arbeid. Dette er først og fremst rettet mot hva som vil skje framover. Hypotesene tar for seg hvordan kompetansebehov vil endre seg, hvordan arbeidsoppgaver vil endre seg og hvordan samspillet mellom maskin og menneske vil endre seg.

I den første hypotesen har jeg brukt funnene som relaterer seg til kompetanse som helhet. Store deler av dataene beskriver ulike faktorer som vil øke kompetansekrav, samtidig er det ingen funn som tilsier at noen av jobbene vil kreve mindre kompetanse. Dermed kan vi se konturene av en situasjon hvor Industri 4.0 vil skjerpe de totale kompetansekravene i industrien.

Hypotese 1: Industri 4.0 vil redusere eller erstatte lav kompetanse-jobber som vil føre til høyere kompetansekrav i industri totalt sett.

I den andre hypotesen har jeg tatt med det som omhandler hvilken rolle arbeiderne kommer til å ha i produksjonen under Industri 4.0. Dette er relevant fordi det sier noe om hvilke arbeidsoppgaver som må oppfylles og dermed hvilke nivå arbeidere trenger kompetanse på. Flere av kildene legger vekt på overvåkning og styring av prosesser framfor arbeidsoppgaver som del av prosessen. På bakgrunn av dette har jeg laget en hypotese om at mennesker kommer til å styre og overvåke prosessene, men ikke være en direkte del av dem.

Hypotese 2: Arbeidere i Industri 4.0 vil overvåke, vedlikeholde og strategisk styre industri prosessene, og ikke ha direkte befattning med selve produksjonen som utføres av maskiner.

Til sist tar jeg med “verktøy” VS “automatisering”, problemstillingen fra “Competences for cyber-physical systems in manufacturing – first findings and scenarios” [32]. Dette er en interessant problemstilling fordi den tar for seg hvem som skal styre hvem av maskin og menneske. Som det blir vist i artikkelen så vil de to scenarioene utgjøre store forskjeller i kompetansebehov for arbeiderne. Det er interessant å se om casestudiene sier noe om denne problemstillingen. Her er det to ulike mulige utfall, og jeg har derfor delt hypotese 3 opp i: A) Verktøy og B) Automatisering

Hypotese 3 A: *Industri 4.0 vil i hovedsak føre til støtte i avgjørelsesprosess og dermed føre til behov for høy kompetanse med inngående forståelse av prosesse.r*

Hypotese 3 B: *Industri 4.0 vil i hovedsak erstatte menneskelige avgjørelser og dermed senke kompetansebehovet (i industri).*

6 Forskningsdesign og metode

I dette avsnittet vil jeg gå gjennom hvilken metode og forskningsdesign som er benyttet i arbeidet med denne studiet. Har vil jeg også grunngi de valgene jeg har tatt, der jeg mener at det er relevant. Forskningsdesignet er hvordan forskningsprosessen skal gjennomføres, hvilken modeller og metoder som skal benyttes og hvordan jeg vil trekke konklusjoner ut av studiet.

Industri 4.0 er et nytt begrep, uten en klar definisjon innenfor et fagfelt som er i stadig utvikling. Da jeg startet arbeidet var det vanskelig å finne kunnskapsfronten og dekkende teorier innenfor problemstillingen jeg arbeidet med. Derfor har jeg valgt et induktivt eksplorativt design med bruk av kvalitative metoder hvor målet har vært å få gradvis økt innsikt. En eksplorativ metode er en ‘bottom-up’ strategi, uten fordommer, teorier eller antagelser. [35, s. 136] I situasjoner hvor “hvordan” er en del av forskningsspørsmålet kan det være hensiktsmessig å utføre casestudie [35, s. 2]. Casestudier er nyttige for å gå i dybden på et fenomen [35, s. 16]. Problemet med å utføre en ren casestudie er at det var vanskelig å tilegne seg god nok innsikt og få tilgang til gode nok teoretiske kilder til å vite hvordan jeg skulle tilnærme meg problemet på en god måte i en casestudie. Ved å starte med litteraturstudie kunne jeg undersøke eksisterende kunnskap og analysere teorier og sentrale problemstillinger før jeg begynte med casestudiet. Dette gjorde at jeg i arbeidet med casestudie kunne gå i dybden på sentrale problemstillinger og utforske funn fra litteraturstudie.

6.1 Utvalg av bedrifter og informanter

Industri 4.0 er i stadig utvikling, derfor fikk jeg muligheten til å studere fenomenet på flere stadier. Jeg mener at tre case ville gi nok bredde samtidig som jeg kan gå i dybden på forskjellene. Ved å få perspektivet fra noen som ikke benytter seg av industri 4.0, noen som bruker industri 4.0 og noen som utvikler industri 4.0-løsninger, håper jeg komparativt studie å kunne få fram endringer og hvordan endringene kan komme til å se ut. I en konstruktiv tilnærming slik jeg har valgt er det vanlig å velge et lite antall case som har relevans for studien [36, s. 53]. En konstruktiv tilnærming betyr at forskeren er en del av det studien og at målet med studien er å forstå og å fortolke. [36, s. 59].

Jeg har brukt informanter som hadde god kjennskap til bedriften og problemstillingene

knyttet til produksjon. De som ble valgt forstår både teknologien knyttet til industri 4.0 (i de to relevante bedriftene) og vært med på endringer i produksjon slik at de kunne belyse ulike konsekvenser av forandringer.

Casebedriftene ble valgt fordi jeg mente at de var gode eksempler for hver av de tre perspektivene. Den første jeg valgte var Novo Nordisk sin fabrikk 25D, som er en stor produksjonsfabrikk i et verdensomspennende selskap. Fabrikken er ut fra mine observasjoner svært avansert uten at de benytter noen industri 4.0 elementer. På denne fabrikk var jeg først på besøk og omvisning, før jeg intervjuet en senior prosjektleder som har ansvaret for oppdateringer og forbedringer i produksjonslinjen. Det gjør at informanten er godt egnet til å kunne si noe om hvordan produksjonen foregår og hva som er utfallet av endringer i produksjon.

Den andre bedriften jeg tok for meg er Lobas, som er en norsk produksjonsbedrift. Jeg har tidligere vært på omvisning i produksjonen og skrevet oppgave knyttet til kompetanse i produksjonen deres. På den måten kjente jeg noe til produksjonen og fabrikk fra før, i tillegg til de dataene jeg hentet inn i arbeidet med studien. Fra tidligere oppgaver har jeg sett på hvordan de ligger foran på den teknologiske utviklingen og at en av fabrikkene deres benytter Industri 4.0 i produksjonen sin. Jeg intervjuet prosjektingeniøren som har hatt ansvaret for deres Industri 4.0 satsning og Industri 4.0 fabrikk.

Til sist intervjuet og snakket jeg med Rocketfarm som utvikler framtidige løsninger innen Industri 4.0 for industri. Her intervjuet jeg med daglig leder som kjenner selskapet og domenet deres godt. Jeg hadde ingen tidligere kjennskap til bedriften og har ikke brukt andre data en intervju når jeg har tatt for meg deres perspektiver.

6.2 Objektivitet

Det er viktig at jeg i arbeid med oppgaven er klar over problemstillinger knyttet til egen objektivitet og synliggjør dette i studien. Dette gjør at jeg i større grad har vært med å definere hva som er viktig og tolke sammenhenger. Det at industri 4.0 har vært bredt definert betyr at det har vært meg som i stor grad styrer hva jeg mener er relevant og ikke relevant når jeg har sett på eksisterende kunnskap som jeg har brukt i oppgaven. Dette gjør at selv om jeg

prøver å ha et åpent sinn så vil jeg ta med egne forutinntattheter når jeg ser på hvilken data som er relevant.

Jeg har valgt et intensivt opplegg hvor jeg går i dybden på noen få problemstillinger. Selv om jeg hadde en konstruktivistisk tilnærming med mål om å forstå og fortolke hva som skjer, tillot jeg meg å sette opp noen hypoteser basert på litteraturstudiet som jeg brukte i arbeidet med utforming av intervjuguide. Således har jeg utført en induktiv studie med deduktive innslag.

6.3 Datainnsamling

Av Yins seks former for datainnsamling har jeg benyttet meg av observasjon og intervju [35, s. 105] Grunnen til at disse to formene er valgt, er problemstillingen som i stor grad handler om hva som har skjedd og hva som kommer til å skje. Således er data fra de som sitter i ledelsen det som er interessant. Datainnsamlingen er i tråd med “Doing competencies well: best practices in competency modeling” [22] prinsipper for identifisering av kompetanse. Jeg hadde lenge et ønske om å se på stillingsutlysninger som dokumentasjon på endring i kompetansekrav, men arbeidsmengden ville da kommet i konflikt med dybden og forklaringene jeg kunne få fra intervjuer.

Intervjuguiden, jfr. vedlegg, har stort sett vært utformet med åpne spørsmål, med unntak av et krysskjema om teknologier. Jeg valgte metoden “semistrukturerte intervju” [36, s. 139] fordi det ville gi meg muligheten til å gå dypere inn i data som kunne dukke opp under intervjuet, samtidig som jeg var sikker på å få belyst de problemstillingene jeg ønsket å belyse. Dette passer godt med den åpne tilnærmingen jeg har benyttet. Jeg har valgt å legge samme intervjuguide til grunn i alle intervjuene, dvs. at spørsmålene har vært like, men tilpasset til hvert enkelt intervju.

Spørsmålene har vært strukturert slik at vi har startet med å snakke om teknologi og de teknologiene og oppgavene som informanten arbeider med. Videre har vi gått inn på Industri 4.0 og de endringene i kompetanse som informanten opplever knyttet til Industri 4.0. Til sist har jeg stilt spørsmål som er ment å skulle få informanten til å snakke om veien videre og hvordan ting vil utvikle seg.

I denne studien har jeg hatt en engasjert fremgangsmåte fordi jeg selv har vært med på å både skape prosessen med klassisk litterær analyse hvor jeg i stor grad ikke har gått systematisk frem, men vurdert hva jeg mener er relevant ut fra subjektive kriterier. Innen kvalitativ metode er interaksjonen mellom forsker og respondent viktig. [25, s. 129] Dataene skapes gjennom tolkning og forskeren har ofte en rolle i utviklingen og bruken av dataene.

I selve intervjusituasjonen har jeg vært engasjert i stor grad, spesielt fordi jeg enkelte ganger har gått utenfor intervjuguide, fulgt opp spørsmål, og til en viss grad variert spørsmålene etter ulike informanter. Jeg har også anerkjent svarene jeg fikk av respondenten, selv om jeg selv mener at jeg har unngått å lede svarene deres i noen retning.

6.4 Innsamlede datas kvalitet

I dette avsnittet vil jeg drøfte kvaliteten på innsamlet data med hensyn på Validitet, Reliabilitet og overførbarhet

6.4.1 Validitet

Validitet er vurderingen av datamaterialets gyldighet (Grønmo). Ganske tidlig etter at jeg begynte datainnsamlingen ble det klart at det er ganske store sprik i hvordan ulike kilder definerer Industri 4.0. Det er et problem når det ikke er samme avgrensninger på datamaterialet, fordi en ideelt sett skal sammenligne kilder som omtaler epler med kilder som omtaler epler og ikke appelsiner. Det er viktig å si hvilke data som har vært innenfor samme ramme for å gi en god validitet. Det er viktig å merke seg at datamaterialet og informantene alle legger ulike ting i hva de definerer som Industri 4.0. Jeg har gjort en ganske stor utredning av begrepet industri 4.0. På grunnlag av utredningen har jeg landet på en vid tolkning av begrepet, som tillater å bruke data som omfatter ulike deler det som ligger i begrepet industri 4.0 og ser på hvordan de belyser helheten. Det er klart at dette kan påvirke validiteten. For å øke begrepsvaliditeten har jeg bedt informantene selv om å forklare hva de legger i industri 4.0. Det ideelle hadde selvfølgelig vært en klar og entydig definisjon. Jeg mener likefullt at jeg har funnet en god definisjon som gjør at jeg kan inkorporere de ulike datamaterialene og sammenstille dem på en god måte.

Kommunikativ validitet handler også om samtaler og diskusjoner og hvor godt egnet materialet er til å belyse problemstillingen. I møte med informanter har det i enkelte spørsmål

vært utfordrende å være med på begrepsbruk. Jeg har blant annet ikke inngående kjennskap til alle teknologiene som spiller inn på Industri 4.0. Her er det viktig å huske at det sentrale spørsmålet i studien er knyttet til kompetanse. Ved å dele spørsmålene opp, har jeg oppnådd å klargjøre hvilke effekter teknologi har. For å øke validiteten, har jeg vært veldig bevisst på å ikke gå for mye i detaljer på forklaringer som kan komme av en teknologi, men stilt spørsmål til hvordan informantene opplever at kompetanse påvirkes.

Et annet viktig moment er kompetansevaliditet. En stor del av denne oppgaven er knyttet til mine forutsetninger for å gjøre datainnsamling. Dette bygger også i stor grad på erfaring. Jeg har i stor grad vært involvert i utvelging og tolkning av de dataene som benyttes. Industri 4.0 er en stor og komplisert problemstilling, og det er en utfordring å finne og belyse de sentrale punktene riktig. Innenfor dette området vil nok validiteten stige i takt med forskerens kompetanse. Jeg har derfor vært nøye med ikke å være forutinntatt. Jeg har bl.a. diskutert tankene mine med veileder underveis for å få andre perspektiver på funn.

6.4.2 Reliabilitet

Reliabilitet kan knyttes til troverdighet [25, s. 228]. Høy troverdighet oppnåes ved at det benyttes framgangsmåter for datainnsamling som er i tråd med utvalgets undersøkelsesopplegg [25, s. 229]. Med bakgrunn i metodevalgene vil det generelt være vanskelig for en annen forsker å få de samme resultatene om samme studien ble gjennomført en gang til. Jeg har derfor prøvd å oppnå troverdighet ved å lage egne holdninger og meninger til side og følge metoden og fremgangsmåten. Dette er i samsvar med forutsetninger for høy troverdighet [25, s. 229]. Samtidig har jeg lagt vekt på hele tiden å gjøre rede for hva jeg har gjort for å sikre etterprøvbarehet.

6.4.3 Overførbarhet

Casestudier er nyttig for å gå i dybden på et fenomen [35, side 16], og i visse tilfeller kan også resultatene generaliseres [35, side 42]. De generelle dataene i studien bør samsvare med lignende studium som tar for seg lignende bedrifter. Jeg mener at de casestudiene som er valgt, vil være godt egnet til å belyse bedrifter som henholdsvis ikke har innført industri 4.0, har innført industri 4.0 og utvikler industri 4.0 løsninger. I problemstillingen i denne studien medfører at i tillegg til å dokumentere hva som skjer så er man også opptatt av å se på mulige forklaringer på det som skjer. Casestudier er godt egnet til å belyse moderne fenomen [35,

side 16] De utvalgte bedriftene, sammen med teorien jeg har benyttet, er etter mitt skjønn, egnet til å belyse denne forandringen.

7 Intervjuer og casestudie

I dette avsnittet vil jeg presentere innsamlet data fra tre ulike bedrifter. De er presentert i rekkefølge slik at den første er den som representerer det fremste innen ikke-Industri 4.0 teknologi. Den mellomste er det jeg oppfatter som en ordinær norsk industribedrift, med klar satsing på Industri 4.0 og med Industri 4.0 elementer. Til sist har jeg tatt med Rocketfarm som har en svært fremoverrettet profil og som har et sterkt fokus på utviklingen framover.

7.1 Novo Nordisk

Novo nordisk omsette for 76 887 millioner danske kroner i 2017 og har ca 42 700 ansatte på verdensbasis [37]. Jeg observerte fabrikk 25A på Hillerød og intervjuet senior prosjektleder med ansvar for oppgraderinger i produksjonen. Jeg ble opplyst at der jobber det ca 600 mennesker. Under har jeg listet opp de dataene som er viktig for å belyse problemstillingen

I 25A fabrikk brukes ikke begrepet Industri 4.0 i dagligtale, men de er klar over at det er noe som kommer, og hvor alt sammen henger sammen i det store bildet. Fabrikk har mye teknologi som er 20 år gammel, som i var “state of the art” for 20 år siden, blant annet selvkjørende roboter.

Når de gjør endringer i produksjonen merker de at det påvirker det selvfølgelig arbeiderne, som skal lære seg kanskje et nytt system, eller en ny måte å håndtere det de allerede kjenner. Siden de er en pharma-virksomhet, så går de sinnsykt mye opp i å gå standard operating procedure. Det vil si at prosjekter som leverer en endring, skal også levere trening, og SUP for hvordan man skal håndtere det nye. Det regnes en del av leveransen (oppgradering av produksjonen).

Senior prosjektleder sier “Det at arbeidere ikke skal klare kompetansekrav ved forandringer er et issue som ikke har blitt brakt på banen, fordi at som regel, så gjør vi ting mindre komplisert. Hvis du tenker, altså Windows 3.1, er jo litt mindre intuitivt enn OS’et på din telefon. Og. Det meste av det nye, altså det IT-messige som kommer, det er jo mer og mer intuitivt. Altså, med trykkskjermer og alle de tingene der, og det er jo lettere for de fleste å forstå. Ja det er noe annet, men allikevel så er det lettere.”

De viktigste, kunnskapene og holdningene de ser etter jo å lese og forstå en standard og følge den. Senior prosjektleder sier “Fordi vi er en Pharma- virksomhet, så skal du aldri gjøre på den beste måten, du skal gjøre det på den avtalte måten, så det å kunne forstå en standard å følge den, det er det aller aller viktigste, man skal kunne, og ikke prøve å freestyle noe som man synes er smart.”

De som blir “top performance” er de som er god til systematisk problemløsning. Dersom et problem oppstår og linjen stopper, så må de hurtig klare å sette opp et systematisk problemløsningsprosess. Dette finnes en standard for. “high performer” klarer å komme til kjernen i problemet, sånn at de kan unngå at problemet oppstår igjen.”

Senior prosjektleder sier “Vi prøver jo helst at de skal erstatte menneskelige avgjørelser, så mye som mulig. Det er jo hele prinsippet i å ha ting automatisert.”

7.2 LOBAS

Lobas er en produksjonsbedrift som tilbyr taksikringsutstyr, takrenner og garasjeporter [38] De omsetter for ca 163 millioner kroner [39] og jeg har fått opplyst at de har ca 60-65 ansatte årsverk. Jeg intervjuet prosjektleder som har hatt ansvaret for industri 4.0 prosjektet deres. Lobas har en egen fabrikk som benytter industri 4.0 til produksjon av garasjeporter.

Prosjektleder sier “Industri 4.0 er at du har full kontroll over produksjonsprosessen at du kan styre maskinene. At du styrer maskinene automatisk, og at du kan endre måten de jobber på kjapt. Vi bruker Industri 4.0 på den måten at salgsavdelingen oppretter en konfigurasjon av produktet her oppe og så skjer resten automatisk. Alt fra hvilken materiale som skal velges til ferdigprodusert vare, så skjer alt automatisk, all bearbeiding. Industri 4.0 fører til mye mindre fysisk krevende arbeid, det blir mer overvåking og fokus på se at ting går som det skal. Med den delen av produksjonen som ikke er Industri 4.0 så er det mye manuelt arbeid, ting må henges på maskinene og det må taes av og det må pakkes og alt dette slipper en med Industri 4.0 systemet vårt.”

En av de viktigste holdningene nye må ha er evnene, eller viljen til å lære. Og være åpen for endring og være villig til å delta i de endringene. Logiske ferdigheter er viktig, og evnen til å være proaktiv og forutse problemer.

Erfaringene deres tilsier at innen Industri 4.0 må en ha en annen grunnleggende kunnskap, alt er automatisert, så om det da skjer noe, så er det ikke så enkelt å løse. I de tilfellene så må ansatte ha problemløsningsevner om hvordan de får produksjonen i gang igjen. Lobas ønsker seg ansatte med mere avansert kunnskap kunnskap om robotteknologi og programmering. Spesielt programmering er viktig for de har produsert systemene sine selv. Lobas har produsert et program som gjør mye av den logiske bearbeidingen i produksjonen. Ved nyansettelser i industri 4.0 produksjonen har de økt kompetansekravet ved at en skal kunne programmering av roboter, og helst kunne software programmering var i stillingsannonsen. Prosjektleder sier “Om man skal klare å følge opp alt som skjer, så er man nødt til å ha den kompetansen nødt til det for sin egen del også. Men det er en klar forskjell i ulike jobber, det er ulike krav og det trengs ulik kompetanse. Vi tror at software kompetanse vil være viktig i hele fabrikkens levetid.”

Prosjektleder sier “På styrenivå er det viktig å ha forståelse for (behovene) i styre og ledelse. Det krever en økt kunnskap hos dem. Det er de som setter rammene.”

Prosjektleder sier “På kort sikt tror vi at Industri 4.0 bare supplerer menneskelige avgjørelser. På lang sikt kan det tenkes at enkelte ting, på enkelte områder blir det erstattet. Men jeg ser ikke helt at vi skal ha bruk for mindre folk. Det er alltid noen som må passe på at dette går som det skal. I en eller annen form. Kanskje vi ikke trenger så mange operatører på gulvet, kanskje det blir kontrollrom og den typen ting, men vi har alltid bruk for mennesker tror jeg.”

7.3 Rocketfarm

Rocketfarm er et selskap i Sogndal som arbeider med å utvikle løsninger og utvikle prosesser for industrien. De omsatte for 13,6 millioner kroner [40] og jeg har fått opplyst at de har 11 ansatte. Jeg snakket med daglig leder og fikk et innblikk i hvordan et selskap som utvikler løsninger vil belyse problemstillingen.

Historisk sett så går det ca fire år fra Rocketfarm begynner å arbeide med en teknologi til den er ute av deres marked.

Rocketfarm har ikke klart definert hva de legger i begrepet Industri 4.0, har en aktiv forhold til problemstillingen, med interne workshops. De opplever at Industri 4.0 er i en tidligfase. De ser stor forskjell på de bedriftene som har en gjennomtenkt Industri 4.0 strategi som de har eierskap til, og de som bare har det fordi man må ha det. På spørsmål om hvordan de definerer Industri 4.0 trekkes det fram intelligent produksjon om datainnsamling og evnen til å predikere fremtiden basert på det man allerede vet og har gjort.

Erfaringene de henter i industrien er at de ser store variasjoner i holdninger (skepsis) på operatørnivå. Enkelte operatører ser på det som en trussel til egen arbeidsplass. Rocketfarm har et perspektiv at utfordringene for norsk næringsliv er mangel på arbeidskraft. Derfor burde man snakke mer om å øke produktiviteten. På styrerom opplever de usikkerhet knyttet til hvordan ting virker og hva det koster. Det er et problem at man endel ikke vet godt nok hvordan ting virker og hva som skal til for å lykkes, og hva som påvirker kostnadsrammer. De opplever at “syvende far i huset” er veldig skeptisk til Industri 4.0, og har en forståelse av teknologi som er noe utdatert, men blir veldig fort den største tilhengeren når ting virker.

Daglig leder forteller at han opplever at det stilles det andre krav, ny type logikk og forståelse til operatører. Det handler om å forstå robotenes begrensninger og styrker og hvordan det påvirker arbeidet. Dette varierer med grad av kompleksitet i prosessene. Det er også veldig sprikende hvilken krav som stilles til kompetanse på operatørnivå. Holdninger til omstillinger er viktig suksessfaktor.

Generelt ser de på kort sikt et stort behov for utviklere. På lang sikt så ser man behov for bedre beslutningstakere. Folk som kan identifisere roten til problemet og løse dette, ved å koble sammen kunnskaper og muligheter og være brobyggere mellom problem og muligheter (teknolog).

Det som skjer nå på ledelsesnivå er at blir ting mye mer komplekst. Det er kunnskapen om hvordan ting fungerer i sammenheng som utgjør om du lykkes med Industri 4.0. For ledelsen så handler det om omstillingsevne. Ledelsen må ha evnen til å se at ting som ikke var viktig, plutselig er blitt viktig og vica versa. Dette sammen med evnen til å se det store bildet er viktig. De som klarer seg godt forstår endring og hva som er nøkkelen i prosessene (kjernen i prosessene). Det er veldig viktig med holdning, noen har en holdning om at de aldri klarer å henge med, det er farlig. En trenger ikke nødvendigvis forstå teknologien men en må forstå

elementene, men det er utrolig viktig å vite hva man kan gjøre med teknologien. Menneske og teknologi er ingen motsetning, men man må forstå hvordan man kan jobbe sammen med dette.

Teknologi støtter mennesket. Det vil forandre, men ikke erstatte sånn sett støtter det oppom. Tror at menneskelige vurderingsevner blir mer viktig. Alltid behov for vurderingsevne, empati, emosjonell intelligens og det blir stadig viktigere. Men man kan erstatte praktisk intelligens. Man kan programmere en problemløsnings algoritme en gang og så kan den brukes 4 milliarder ganger etterpå. Bruker eksempel med bokføring. Fører til en omveltning av spillereglene, gir den lille mulighet til å bli synlig igjen. Fører til konkurranse på kvalitet. Reduserer menneskelige feil. Øker det menneskelige spillerommet, øker produktivitet eksponentielt. Selv er Rocketfarm opptatt av evne til å lære og motivasjon til å lære når de ansetter folk.

8 Drøfting

I dette kapitlet vil jeg drøfte de funnene jeg har gjort og forsøke å trekke fram det som er viktig å legge merke til i datamaterialet som er anvendt i oppgaven. Det må avklares på hvilket abstraksjonsnivå dataene skal anvendes og dermed på hvilket nivå jeg skal svare på problemstillingen. Spørsmålet kan med andre ord besvares på mange måter. Jeg ønsker med denne drøftingen å se på det store bildet, dvs. å se på hva som er de overordnede trendene, hvordan utviklingen går og hvordan primær dataene stemmer overens med sekundær dataene. Jeg ønsker å drøfte om empiri og teori stemmer overens.

8.1 Funn i Case studiene

Når en ser på case studiene kan en trekke fram en del likheter og ulikheter. En sammenstilling av funnene finnes i Vedlegg 4: Sammenligning kompetansefunn i casestudie. Jeg vil i dette kapitlet sammenligne funn knyttet til kompetanse i casene jeg har undersøkt. Et eksempel på hvordan de tre case studiene belyser samme problemstilling ulikt er f.eks når det kommer til hvordan de ser på viktigheten av IT-kunnskaper hos operatører. Hos Novo Nordisk var dette kunnskap som ikke var verdsatt. Hos Lobas ble det høyt verdsatt, og de mente at det var svært viktig. Rocketfarm mente at det ville være viktig i en periode, men så miste relevans etterhvert. Her tegnes det et bilde om en kompetanse som kommer fram med Industri 4.0, men som kan komme til å avta ved modning av Industri 4.0.

8.1.1 Ulike teknologier i bruk

Teknologien legger klare rammer for kompetanse og bruk av kompetanse i industrien. I tabell 3 er bruk av ulike teknologier i de tre casene listet opp. Om vi ser på hvor de tre casene skiller seg fra hverandre, kan vi begynne med IoT, kunstig intelligens og bildegjenkjenning (som av en av respondentene ble kalt en muliggjørende teknologi for kunstig intelligens). Det er et tydelig skille mellom Industri 4.0 bedriftene og Novo Nordisk. Forskjellene kan tyde på at det er intelligens og nettverk som skiller mellom Industri 4.0 og Industri 3.0. Videre ser vi at Rocketfarm som er den som presumptivt har det lengste tidsperspektivet, har satsning på Big data og maskinlæring, noe de to andre ikke har. Dette kan være et tegn på at industrien ennå ikke har tatt i bruk de mest avanserte teknologiene som er tilgjengelig, og at behovet for kompetanse vil bli høyere etterhvert som industrien blir mer avansert. Dette kommer også fram i intervjuene. Rocketfarm ser Industri 4.0 som noe som fremdeles er i utvikling. Det reflekteres ikke like godt rundt utvikling hos de andre.

Teknologi	Novonordisk	Lobas	Rocketfarm
IoT	Nei	Ja, kommer mer og mer	Ja, til en viss grad (snakket om samarbeidende roboter)
Kunstig intelligens	Nei	Ja	Ja, og i stadig større grad
Big Data	Nei	Nei	Ja
Robotteknologi	Ja	Ja	Ja “viktigste vi arbeider med”
Maskinlæring	Nei	Nei	Ja
3D printing	Nei	Nei	Nei
Selvkjørende transportmiddel/ automatisk lager	Ja	Kommer	Nei
Bildegjenkjenning	Nei	Ja	Ja “veldig opptatt av det” Muliggjør AI

Tabell 2: sammenstilling av benyttede teknologier i casestudiene

8.2 Kunnskaper

Om en ser på kunnskaper, så stilles det få krav til operatørene hos Novo Nordisk, mens Lobas ønsker seg forståelse av robotteknologi og IT. I intervjuet med Rocketfarm kommer det fram at dette kan ha en sammenheng med at en må forstå hvordan en skal samhandle med maskinene og hva som er deres styrker og begrensninger. Alle tre bedriftene trekker frem evnen til problemløsning som en viktig verdi. Det gjøre det litt vanskelig å tyde om problemløsning er noe som er viktig i industri generelt, og om det er noe som eventuelt blir enda viktigere og krevende i industri 4.0. Om vi trekker fram funn fra litteraturstudiet, finnes det forskning som støtter oppunder økt behov for problemløsning. Ut fra casestudiet er det imidlertid vanskelig å trekke en entydig konklusjon, siden Novo Nordisk vektlegger dette sterkt. Rocketfarm trekker fram evnen til å fatte gode avgjørelser som en viktig evne som vil bli viktig i industri 4.0. Både Rocketfarm og Lobas trekker fram evnen til å jobbe tverfagelig, mens det er noe som ikke blir nevnt i Novo Nordisk. Dette kan tyde på en tettere integrering mellom ulike tekniske (og ikke tekniske) disipliner i Industri 4.0.

8.3 Evner og ferdigheter

I analysen kommer det fram at det er en slags progresjon i kompetansekrav fra Novonordisk til Rocketfarm. Mens alle bedriftene understreker viktigheten av logiske ferdigheter hos operatørene, ser en at begge Industri 4.0 bedriftene er opptatt av at det er en forskjell fra slik de gjorde før og slik de gjør det i Industri 4.0. Slik jeg oppfatter det, ønsker de ikke å bruke begrepet høyere kompetanse, men understreker at det krever andre ferdigheter og kunnskaper en før. Selv om ingen av informantene brukte begrepet, er det nærliggende å konkludere med at det de refererte til var en forståelse som noen ganger refereres til som “Born digital”, altså at arbeiderene har vokst opp i en digital verden eller har vokst opp med digitale verktøy. Dette støttes av at Lobas er glad for at de står foran et generasjonsskifte i arbeidsstokken. De sa aldri klart at de var bekymret for at nåværende operatørene ikke vil klare overgangen til industri 4.0, men ser et slags generasjonsskille knyttet til noe av kompetansen som kreves i industri 4.0. Begge nevner evnen til å forstå hvordan maskinene fungerer og hva som er deres begrensninger. Ut fra dette kan en tolke et prinsipp om at mennesket må kunne evne å tilpasse seg maskinene, og ikke omvendt. Begge trekker også fram evnen til å se helheter og forstå sammenhenger som viktig.

8.4 Holdninger

Holdninger var det første og viktigste Rocketfarm og Lobas trakk fram på spørsmål om endring i kompetanse. Dette er ikke funnet som et viktig punkt hos Novo Nordisk. Holdning til å omstille seg og lære nye ting ble spesielt trukket fram som som ekstremt viktig. Andre funn i intervjuene kan tyde på at dette kan henge sammen med en utvikling som går stadig fortere. Rocketfarm snakker for eksempel om at de regner med å arbeide med en teknologi i ca. fire år før de tar i bruk en ny teknologi. Dersom dette er forklarende for utvikling i Industri 4.0 så setter det klare krav til å kunne lære og tilpasse seg. En forklaring kan være at det som operatørene må lære seg ikke nødvendigvis er så vanskelig, men at det handler om egen vilje til å tilegne seg mer kompetanse. Det er interessant at problemstillingen endring tas opp i kontekst av holdning “åpen for endring og villig til å delta i endringene” og ikke i kontekst som knyttet til kunnskap. Det kan tyde på at informantene ikke oppfatter de forandringene som de står overfor som banebrytende, men at det er innenfor det en arbeidstaker bør kunne lære seg. Kanskje ser en konturene av et mulig konfliktområde knyttet til omstilling. uten at dataene mine sier noe mer som kan belyse dette.

8.5 Kompetanse i styre og ledelse

Det er interessant å se at Lobas og Rocketfarm har sammen syn på kompetanse i styre og ledelse. Det kommer fram at de mener at det er svært viktig med god kompetanse i styre og ledelse. Begge problematiserer konsekvensene av manglende forståelse, men min tolkning er at det ikke er dyptgående teknisk innsikt de etterlyser, men viktigheten av å forstå de store linjene og muligheten. Rocketfarm går i dybden på dette og ser det som en utfordring dersom styret og ledelse ikke har nok innsikt til å se strategisk på teknologi og muligheter, og at dette kan føre til feilinvesteringer.

8.6 Menneskets rolle i industri 4.0

Det er interessant at Novo Nordisk sier direkte at målet deres er å erstatte mennesker i så stor grad som mulig. Et annet klart skille mellom Novo Nordisk og de to Industri 4.0-rettete bedriftene er hvordan de ser på behovet for arbeidere. Hos Rocketfarm eller Lobas er de mer opptatt av samspillet mellom mennesker og maskiner. Lobas trekker fram at det blir mindre manuelt arbeid, og at arbeidet blir mer krevende, men begge trekker klart fram at det er et stort behov for mennesker. Rocketfarm problematiserer dette ved å si at deres syn i utgangspunktet er at Norge har for få arbeidere. Lobas trekker fram at de på ingen måte er bekymret for å ikke ha jobb til arbeiderne sine i fremtiden, og at “de ikke ser på Industri 4.0 som noe som vil føre til færre arbeidstakere”. Rocketfarm forklarer at Industri 4.0 burde handle om å øke produktiviteten til hver arbeidstaker. Dette kan indikere at mennesker kommer til å ha en viktig rolle i Industri 4.0, og ut fra undersøkte bedrifter er det ingenting som tyder på at i overskuelig framtid vil være grunn til å frykte at dette vil endre seg.

8.7 Drøfting av hypoteser

Jeg vil i dette avsnittet drøfte hypotesene ut fra funn i case og litteraturstudien.

Hypotese 1: Industri 4.0 vil redusere eller erstatte lav kompetanse jobber som vil føre til høyere kompetansekrav i industri totalt sett.

Funnene mine viser at Industri 4.0 vil endre krav til kompetanse i industrien. De støtter også oppunder at denne forandringen vil bidra til å stille høyere kompetansekrav. Lobas viste til at de hadde oppdatert en stillingsannonse med høyere krav når de ansatte nye i produksjonen. Dette er kanskje ikke overraskende om en ser i et utviklingen historisk perspektiv. Dette

støttes også i litteraturanalsen min hvor flere av kildene viser til forventninger til kompetanseendring i industrien. Industri 4.0 bedriftene trekker frem at de forventer at medarbeidere kommer til å jobbe mer med feilsøking og problemløsning, og at det krever mer forståelse for systemer, logisk forståelse og forståelse for maskinenes begrensninger. Dette understøttes også av litteraturen som trekker fram behovet for analyse og strategiske avgjørelser i Industri 4.0. Like fullt viser intervjuene mine klart at de enklere jobbene vil bli erstattet av maskiner på det laveste kompetansenivået, og at det stilles andre og flere krav til arbeidere. De vil i så måte på mange måter fjerne arbeid som krever lite eller ingen kompetanse. Før intervjuene trodde jeg at vi ville finne at Industri 4.0 førte til en deling av kompetansekravene, hvor industrien hadde behovet for høy kompetanse og i tillegg behov for mennesker som kan gjøre de helt enkleste oppgavene som ikke krever noen kompetanse. Både Lobas og Rocketfarm sier at det er et stort sprik mellom hvilke krav som stilles til operatørene. Dette kan tyde på en deling av kompetansekravene, selv om det ikke tyder på at de reduseres.

Hypotese 2: Arbeidere i Industri 4.0 vil overvåke, vedlikeholde og strategisk styre industri prosessene, og ikke ha direkte befattning med selve produksjonen som utføres av maskiner.

Lobas så for seg at de etterhvert ville gå vekk fra manuelt arbeid. Dette kan ikke nødvendigvis forklares bare med bruk av Industri 4.0. For eksempel kom det fram i Novo Nordisk intervjuet at de ønsket å erstatte mennesker med maskiner i alle prosesser. Forskjellen er at mens Novo Nordisk fabrikken har vært operativ i 25 år og fremdeles har dette som målsetning, så snakker Lobas om dette som noe som vil skje i deres produksjon når de oppgraderer produksjonen. Lobas trekker erfaring fra den delen av produksjonen som allerede bruker Industri 4.0-elementer når de ser for seg dette. I Rocketfarms syn på fremtiden kom ikke dette synet like godt fram. For eksempel var noen av eksemplene de brukte om hvordan mennesker og maskiner samhandler til dels preget av at de ser for seg mennesker som arbeidet i prosessene. Selv om store deler av teoriene jeg har benyttet støtter oppunder denne hypotesen, har jeg ikke funn som entydig tyder på at hypotesen stemmer. En forklaring her kan være at det ennå er stor forskjell mellom Industri 4.0 som beskrevet i teori og forskning, og det som skjer i praksis. Det kan imidlertid også være at de casene jeg har valgt, er dårlig egnet til å belyse denne problemstillingen, og at studien også måtte omfattet fabrikk som var helt i front på teknologi for å belyse bedre om dette stemmer eller ikke.

Hypotese 3 A: *Industri 4.0 vil i hovedsak føre til støtte i avgjørelsesprosess og dermed føre til behov for høy kompetanse med inngående forståelse av prosesser.*

Hypotese 3 B: *Industri 4.0 vil i hovedsak erstatte menneskelige avgjørelser og dermed senke kompetansebehovet (i industri).*

Dette er på mange måter også et spørsmål om det er menneske eller maskin som er i førersetet i prosessene, eller om det er teknologien som er i førersetet. Her var det bare Lobas og Rocketfarm som var relevant for å belyse problemstillingen. De var begge veldig klare i sine svar om at på kort sikt er Industri 4.0 et verktøy som styres av mennesker. Disse funnene støtter A. Det kom også fram av intervjuene og besøkene at industrien har et stykke igjen før de kommer dit hvor beskrivelsene er i noen av forskningsartiklene innen emnet. Ut i fra undersøkelsene mine kan det dermed virke som om det er en stund før industrien er der teknologifronten er. På lang sikt er det vanskelig å si hva som skjer. Dersom den teknologiske utvikling fortsetter vil B være mulig på lengre sikt, men ut fra funnene mine i denne studien så er det en stund til det eventuelt skjer.

8.8 Forskjeller mellom Empiri og litteratur

I dette avsnittet vil jeg trekke fram enkelte av de tilfellene hvor jeg opplevde at det var avvik mellom litteraturen som jeg benyttet og de casene jeg har sett på. Her vil jeg begynne med å trekke fram holdninger til endring. Mens litteraturen nesten ikke nevner holdninger, så trekkes det fram som en av de viktigste faktorene for overgang til Industri 4.0 hos de bedriftene jeg har undersøkt. I litteraturen nevnes IT og evnen til å programmere som svært viktig av flere kilder. Dette trekkes også fram av Lobas som et område de trenger kompetanse på. Rocketfarm spår at programmeringskunnskaper er noe som det er stor behov for på kort sikt, men at etterhvert som systemene i industrien er på plass, vil det ikke nødvendigvis være like stort behov for dem. Det er et interessant poeng at kompetansebehovene vil være i utvikling i lengre perspektiv. Dette er et poeng som ikke støttes i litteratur eller i de andre casene. Utifra tilgjengelig data har jeg ikke forutsetninger for å si om dette er et mulig utfall eller ikke.

9 Konklusjon

9.1 Hovedkonklusjon

I denne studien har jeg sett på kompetansekrav knyttet til Industri 4.0. Jeg har undersøkt kilder for å finne eksisterende kunnskap innen emnet og på bakgrunn av dette laget hypoteser. Deretter har jeg utført en komparativ casestudie med tre ulike case som belyser problemstillingen fra ulike perspektiver. Gjennom dette har jeg funnet at det er sannsynlig at Industri 4.0 vil stille høyere krav til kompetanse i industrien. Samtidig viser funnene at Industri 4.0 vil stille andre krav til kompetanse enn i dagens industri. Her kan jeg trekke fram at tverfagelighet, evner til å løse problemer og fatte avgjørelser vil spille en større rolle. I oppgaven er det også funn som tilsier at evnen til å omstille seg og å forstå bruken av teknologi vil være viktig. Der jeg har sammenlignet teori og empiri er det stort sett god overensstemmelse mellom anvendt litteratur og empiri. En forskjell er holdninger blant arbeidstakere som i empirien framstår som viktigere enn det de gjør i relevant forskning og litteratur. Der nevnes nesten ikke holdninger. Funnene tyder også på at behovene i Industri 4.0 er i stadig utvikling, og at for å trekke endelige konklusjoner om hvor store endringene blir, bør utviklingen følges over tid.

9.2 Begrensninger i studien

All forskning har svakheter. I arbeidet med studien har det i stor grad vært slik at innsamlet data har stemt godt overens med hverandre og litteratur. Det er selvfølgelig positivt, men det gjør det vanskelig å finne mulige problemområder eller områder hvor en kan ha varierende forklaringer. Et moment som kunne vært belyst bedre er hvordan andre en ledelsen i bedriftene ser på kompetansekrav i industrien. Det er vanskelig å si om det ville gitt andre data, dersom studien også inkluderte “vanlige” ansatte som for eksempel operatører. I tillegg ville det være interessant å studere flere bedrifter for å få et bredere grunnlag, samt å følge bedrifter over tid. Det var det ikke rom for i denne omgang.

9.3 Implikasjoner for bedrift / Praktisk kunnskap

I denne oppgaven har jeg funn som viser viktigheten av digital forståelse. Det er viktig at arbeidere i Industri 4.0 har kompetanse som gjør at de forstår robotens begrensninger og styrker. Tverfagelig kompetanse, evnen til å ta avgjørelser og til å løse problemer er noe som kommer fram som viktig både i teori og empiri i Industri 4.0. Funn både i litteratur og i

empiri viser til hurtigere utvikling og enkelte kilder spår at industri 4.0 vil fortsette å utvikle seg. Evnen og viljen til omstilling kan trekkes fram som viktig kompetanse for industrien, og bør dermed også inngå i utdanningsløpet.

9.4 Forslag til videre forskning

Her vil jeg starte med å trekke frem at det er behov for å komme fram til en entydig forståelse av hva Industri 4.0 er. Det er også behov for et teoretisk rammeverk for kompetanseendring innen teknologi. Her er det behov for mer kunnskaper.

Basert på funnene i denne studien ville det være interessant å se på hvordan nordiske bedrifter skal møte Industri 4.0s krav til kompetanse. En problemstilling kunne være hva som må til for å komme seg fra der bedriftene er nå til der de må være i framtiden. I denne studien har jeg sett på de store linjene, men det kunne være interessant å se hvilken kompetanse bedrifter har i dag og hvordan den kan omstilles til det de trenger i framtiden.

En del av funnene i studien baserer seg på empiriske funn som er knyttet til Industri 4.0 i dag og i morgen. Det hadde vært interessant å gjøre en studien knyttet til hva som skjer etter det igjen. Enkelte steder i oppgaven kommer det fram at forskningen og empirien min har litt ulike tidshorisonter. Det ville derfor være interessant å forske på hva som vil skje i industrien bak den tidshorisonten som bedriftene klarer å se for seg i dag.

10 Kildeliste

- [1] M. Ford, *Rise of the Robots - technology and the threat of a jobless future*, 1. utg. Philadelphia, USA: Basic Books, 2015.
- [2] T. Skauge, "Se til Osterøy," *Bygdanytt*, 29. desember 2015. [Online]. Hentet fra: <https://www.bygdanytt.no/meninger/i/G9Kk9/Se-til-Osteroy>. [Hentet 09.05.18].
- [3] J. Smit, S. Kreutzer, C. Moeller og M. Carlberg, "Industry 4.0," *European parliament*, s. 1-90, 2016. [Online]. DOI: 10.2861/947880
- [4] D. I. Brekke, "En fremtid uten arbeid?". [Online]. Tilgjengelig: <https://innovasjonsbloggen.com/2015/10/20/en-fremtid-uten-arbeid/>. [Hentet 09.05.2018].
- [5] F. Muth, "Hva er egentlig Industri 4.0?". [Online]. Tilgjengelig: <https://innovasjonsbloggen.com/2015/10/22/hva-er-egentlig-industri-4-0/>. [Hentet 09.05.18].
- [6] T. Devezas, J. Leitao og A. Sarygulov, *Industry 4.0 - Entrepreneurship and Structural Change in the New Digital Landscape* 1. utg. St. Petersburg, Russland: Springer International Publishing AG, 2017.
- [7] Y. Yin, K. E. Stecke og D. Li, "The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0," *International Journal of Production Research*, vol. 56, nr. 1-2, s. 848-861, 2017. [Online]. DOI: 10.1080/00207543.2017.1403664
- [8] C. Witenberg, "Human-CPS Interaction: Requirements and human-machine interaction," *IFAC-PapersOnLine*, vol. 49, nr. 19, s. 420-425, 2016. [Online]. DOI: 10.1016/j.ifacol.2016.10.602
- [9] J. D. Contreras, J. I. Garcia, og J. D. Pastrana "Developing of Industry 4.0 Applications," *International Journal of Online Engineering (iJOE)*, vol. 13, nr. 10, s. 30-47, 2017. [Online]. DOI: 10.3991/ijoe.v13i10.7331

- [10] M. Hermann, T. Pentek og B. Otto, “Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios,” *System Sciences (HICSS)*, 2016. [Online]. DOI: 10.1109/HICSS.2016.488
- [11] J. Qin, Y. Liu, og R. Grosvenor, “A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond,” *Procedia CIRP*, vol. 52, s. 173-178, 2016. [Online]. DOI: 10.1016/j.procir.2016.08.005
- [12] A. McAfee, E. Brynjolfsson og T. H. Davenport et al, “Big data: The management revolution,” *Harvard Business Review*, vol. 90, nr. 10, s. 61–67, 2012.
- [13] A. Ustundag og E. Cevikcan, *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation*, 1. utg. Birmingham, UK: Springer International Publishing Switzerland, 2018.
- [14] P. Mell og T. Grance, “Perspectives on cloud computing and standards” National Institute of Standards and Technology (NIST). Information Technology Laboratory; 2011. [Online]. DOI: 10.6028/NIST.SP.800-145.
- [15] C. Schou, R. S. Andersen, D. Chrysostomou, S. Bøgh og O. Madsen, “Skill-based instruction of collaborative robots in industrial settings,” *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, vol. 53, s. 72-80, 2018. [Online]. DOI: 10.1016/j.rcim.2018.03.008
- [16] A. Moeuf, R. Pellerin, S. Lamouri, S. Tamayo-Giraldo, og R. Barbaray, “The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0,” *International Journal of Production Research*, vol. 56, nr. 3, s. 1118-1136, 2017. [Online]. DOI: 10.1080/00207543.2017.1372647
- [17] T. Hoffman, “The meaning of competency,” *The journal of European industrial training*, vol. 23, nr. 6, s. 275-285, 1999.
- [18] G. Chryssolouris, D. Mavrikios og D. Mourtzis, “Manufacturing Systems: Skills & Competencies for the Future,” *Procedia CIRP*, vol. 7, s. 17-24, 2013. [Online]. DOI: 10.1016/j.procir.2013.05.004

- [19] The European Parliament, «Recommendation of the European Parliament and of the Council of 23 April 2008 on the establishment of the European Qualifications Framework for lifelong learning (Text with EEA relevance),» Official Journal of the European Union, Strasbourg, C111/1, 2008. [Online]. Tilgjengelig fra: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv:OJ.C_.2008.111.01.0001.01.ENG&toc=OJ:C:2008:111:TOC.
- [20] F. Svartdal, “Holdning”. [Online]. Tilgjengelig: <https://snl.no/holdning>. [Hentet 14.05.2018].
- [21] E. A. Hartmann og M. Bovenschulte, “Skills Needs Analysis for “Industry 4.0” Based on Roadmaps for Smart Systems,” *SKOLKOVO Moscow School of Management & International Labour Organization (ed.)*, vol. Using Technology Foresights for Identifying Future Skills Needs, s. 24-36, 2013. [Online].
- [22] M. A. Champion, A. A. Fink, B. J. Rugeberg, L. Carr, G. M. Phillips og R. B. Odman, “Doing competencies well: best practices in competency modeling,” *Personnel Psychology*, vol. 64, s. 225-262, 2011. [Online]. DOI: 10.1111/j.1744-6570.2010.01207.x
- [23] J. K. Jesson, L. Matheson, F. M. Lacey, J. K. Jesson, L. Matheson og F. M. Lacey, *Doing Your Literature Review traditional and systematic techniques*, 1. utg. Los Angeles: SAGE, 2011.
- [24] S. K. Boell og D. Cecez-Kecmanovic, “Literature Reviews and the Hermeneutic Circle,” *Australian Academic & Research Libraries*, vol. 41, nr. 2, s. 129-144, 2013. [Online]. DOI: [10.1080/00048623.2010.10721450](https://doi.org/10.1080/00048623.2010.10721450)
- [25] S. Grønmo, *Samfunnsvitenskapelige metoder*. Bergen: Fagbokforlaget, 2004.
- [26] S. Erol, A. Jäger, P. Hold, K. Ott og W. Sihn, “Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production,” *Procedia CIRP*, vol. 54, s.13-18, 2016. [Online]. DOI: 10.1016/j.procir.2016.03.162
- [27] F. Hecklau, M. Galeitzke, S. Flachs og H. Kohl, “Holistic approach for human resource management in Industry 4.0,” *Procedia CIRP*, vol 54, s. 1-6, 2016. [Online]. DOI: 10.1016/j.procir.2016.05.102

- [28] D. Gorecky, M. Schmitt, M. Loskyll og D. Zühlke, "Human-machine-interaction in the industry 4.0 era," *2014 12th IEEE International Conference on Industrial Informatics (INDIN)*, s. 289-294, 2014. [Online]. DOI: 10.1109/INDIN.2014.6945523
- [29] P. Fantini, S. Perini, S. Garavaglia, M. Taisch og Giovanni Miragliotta, "Jobs and Skills in Industry 4.0: An Exploratory Research," *FIP Advances in Information and Communication Technology*, vol. 513, s. 282-288, 2017. [Online]. DOI: 10.1007/978-3-319-66923-6_33
- [30] S. Suárez Fernández-Miranda, M. Marcos, M.E. Peralta, F. Aguayo, "The challenge of integrating Industry 4.0 in the degree of Mechanical Engineering," *Procedia Manufacturing*, vol.13, s. 1229-1236, 2017. [Online]. DOI: 10.1016/j.promfg.2017.09.039
- [31] A. Benešová og J.Tupa, "Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0," *Procedia Manufacturing*, vol.11, s. 2195-2202, 2017. [Online]. DOI: 10.1016/j.promfg.2017.07.366
- [32] B. Dworschak og H. Zaiser, "Competences for cyber-physical systems in manufacturing: First findings and scenarios," *Procedia CIRP*, vol. 25, s.345-350, 2014. [Online]. DOI: 10.1016/j.procir.2014.10.048
- [33] B. Hershbein og L. B. Kahn "The Great Recession Drastically Changed the Skills Employers Want," *Harvard Business Review*, Okt, nr. 1, s. 1064, 2017.
- [34] B. Dapi, H. M. Gjefsen, V. Sparrman og N. M. Stølen "Education-specific labour force and demand in Norway in times of transition," *Statistisk sentralbyrå Reports*, vol 31, s. 1-80, 2016. [Online]. Hentet fra: <http://hdl.handle.net/11250/2442176>
- [35] R. K. Yin, *Case Study Research Design and methods*, 5. utg. Los Angeles: SAGE, 2014.
- [36] Easterby-Smith, M., Thorpe, R., Jackson. P.R. (2015) *Management and business research*. Los Angeles: SAGE.

[37] Forfatter ukjent, “About Novo”. [Online]. Tilgjengelig: <https://www.novonordisk.com/about-novo-nordisk.html>. [Hentet 14.05.2018].

[38] Forfatter ukjent, “Om oss”, [Online]. Tilgjengelig: <http://www.lobas.no/Om-oss/default.aspx>. [Hentet 14.05.2018].

[39] Forfatter ukjent, “Lonevåg Beslagfabrikk AS”, [Online]. Tilgjengelig: <https://www.purehelp.no/m/company/details/lonevaagbeslagfabrikkas/828824112>. [Hentet 14.05.2018].

[40] Forfatter ukjent, “Rocketfarm AS”, [Online]. Tilgjengelig: <https://www.purehelp.no/m/company/details/rocketfarmas/993352632>. [Hentet 14.05.2018].

11 Appendix

Vedlegg 1: Intervjuguide

Jeg lurte på om du kunne begynne med å fortelle kort om det arbeidet dere gjør her?

Hvilken teknologier arbeider dere med?

(Oppfølging) -Jeg lurte på om vi kunne gå gjennom en kryssliste:

IoT

AI

Big Data

Robotteknologi

Maskinlæring

Kvante Programmering

3d Printing

Selvkjørende transportmiddel/automatisk lager

Bildegjenkjenning

Simulering

Cyber fysiske systemer

Cloud computing

Virtual reality

Kjenner du til begrepet Industri 4.0?

Hva legger du i det begrepet?

(Ikke Novonordisk) Vil du beskrive det dere arbeider med som Industri 4.0?

(Oppfølging) -Hvorfor?

(Lobas) Hvordan ser du at de Industri 4.0 forandringene dere er med å implementere påvirker arbeidet her på LOBAS?

(Novo Nordisk) Hvordan ser du at de forandringene dere implementere påvirker arbeidet her på fabrikken?

(Rocketfarm) Hvordan ser du at de Industri 4.0 forandringene dere er med å implementere påvirker arbeidet til de ansatte i prosjektene dere har vært involvert i?

Føre det til at det stiller mer, mindre, eller de samme kompetansekravene til de som skal arbeide med dem?

Om vi deler kompetansekravene som følger av (industri 4.0) opp i kunnskaper, ferdigheter og holdning. Hvor tenker du at de prosjektene dere arbeider med har påvirket arbeideres:

Kunnskapskrav?

Ferdighetskrav?

Holdningskrav?

Tenker du at disse kravene er forskjellig i ulike prosjektene eller på ulike personal nivå?

(Oppfølging) -Hvorfor?

På en skala hvor ene ytterpunkt er at Industri 4.0 (/de teknologiene dere arbeider med) vil erstatte menneskelige avgjørelser, og andre ytterpunktet er at de vil supplere dem, hvor tenker du at vi er?

(Oppfølging) -Hvorfor?

(Oppfølging)- Hvordan tenker du at dette vil forandre seg?

Hva slags kompetanse er dere ute etter i (LOBAS) (Novo Nordisk) (Rocketfarm)?

Hvordan driver der opplæring?

Har det forandret seg med endringer i produksjonen?

Er du bekymret for at du ikke skal ha jobb til folkene dine?

Er du bekymret for at de ansatte ikke skal klare de kravene som kommer?

Vedlegg 2: Tabell ulike definisjoner av Industri 4.0

Artikkel	Definisjon	Definert teknologier	Definert muligheter
Industry 4.0 Entrepreneurship and Structural Change in the New Digital Landscape	“A wave that has changed the economic environment through the massive introduction of new technological tools, which in turn permit to approach knowledge transfer process in a very different way from the past.”		
Securing the future of German manufacturing industry Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0 Final report of the Industrie 4.0 Working Group	Ingen klar definisjon Setter Industri 4.0 inn i kontekst veien til Industri 4.0 og mulighetene som ligger i Industri 4.0	Nevner: - CPS - Smarte fabrikker - Optimalisering - IOT - IOS	Nevner: -Flexibilitet -Optimaliserte avgjørelser -Økt produktivitet og effektivitet - Fler verdiskapning muligheter
The evolution of production systems from Industry 2.0	Ingen klar definisjon Trekker fram likhet	Nevner: -Sensorer -IoT	(Industri 4.0 kan ses på som) ..a supply chain can become

through Industry 4.0	mellom Industry 4.0 og: - Smart Manufacturing Leadership - Society 5.0 - Chinese factoring 2025	-Big data -Cloud computing -kunstig intelligens - Automatisering - Roboter - CPS systemer - 3D printing - Elektriske vehicles (tolker som selvgående/automatisk transport)	more flexible and transparent.
A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond	Ingen klar definisjon	Nevner: - IoT - CPS	Industri 4.0 vil føre til at: - produkter vil i stor grad kontrollere sin egen produksjonsprosess -(Prosessene vil være) “intelligente, oppdage sammenhenger, ta avgjørelser og sørger for handlinger uavhengig og intelligent”
Holistic approach for human resource management in Industry 4.0	“The concept of Industry 4.0 describes the increasing digitization of the		

	<p>entire value chain and the resulting interconnection of people, objects and systems through real time data exchange . As a result of that interconnection, products, machines and processes are equipped with artificial intelligence and get enabled to adapt to spontaneous changes of the environment independently. Furthermore, smart objects become embedded in broader systems, which enhance the creation of flexible, self controlling” production systems.</p>		
<p>Human-Machine-Interaction in the Industry 4.0 Era</p>	<p>According to the Industry 4.0 paradigm, all objects of the factory world are equipped with</p>		<p>“Machines and component parts become increasingly autonomous and self-organizing, then even more complex</p>

	integrated processing and communication capabilities.		manufacturing scenarios will become manageable.”
Human-CPS Interaction – requirements and human-machine interaction methods for the Industry 4.0	Ingen definisjon	Nevner - CPS - Cloud computing - Self organising machines	Nevner - muligheter innen Industri 4.0. -Smarte fabrikker - Evnen til å endre produksjonsmetoden
Industry 4.0	Definerer Industri 4.0 gjennom mulighetene og samfunnsrelaterte forandringer.	Nevner: - Smartphones - 3D-printers - Miniaturization - Further increasing mechanization and automation - Digitalization and networking:	Snakker om: - Forkortede utviklingsperioder (time to market) - Individualisering muligheter uten behov for storskalaproduksjon - Flexibilitet - Desentralisering - Ressurseffektivitet
Developing of Industry 4.0 Applications	Låner M. Hermann, T. Pentek, and B. Otto, “Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review,” 2015 sin definisjon: “Industrie 4.0 is a collective	- Smart Factories - Cyber-physical systems - The Internet of Things -The Internet of Service	

	<p>term for technologies and concepts of value chain organization.</p> <p>Within the modular structured Smart Factories of Industrie 4.0, Cyber-Physical Systems (CPS) monitor physical processes, create a virtual copy of the physical world and make decentralized decisions. Over the IoT (Internet of Things), CPS communicate and cooperate with each other and humans in real time. Via the IoS (Internet of Services), both internal and cross-organizational services are offered and utilized by participants of the value chain”</p>		
The evolution of	Industry 4.0 is an		

<p>production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0</p>	<p>initiative with technology innovations such as internet of things (IoT), big data, electric vehicles (EV), 3D printing, cloud computing, artificial intelligence and cyber-physical systems. Industry 4.0 has attracted attention from governments, industries and researchers. Many aspects of Industry 4.0 are unknown and uncertain, such as the demand dimensions of customers and the future product architecture of electric vehicles. The next section provides a literature review on the evolution of production systems.</p>		
<p>The industrial management of SMEs in the era of</p>	<p>Industry 4.0 definition by Kohler and Weisz (2016)</p>	<p>Big data & analytics Simulering Autonome roboter</p>	<p>flexibility; • costs;</p>

<p>Industry 4.0</p>	<p>which is a new approach for controlling production processes by providing real time synchronisation of flows and by enabling the unitary and customised fabrication of products.</p> <p>In all cases, the Industry 4.0 concept is based on the emergence of new technologies such as cloud computing, Internet of things, cyber-physical-systems and big data. Such technologies should improve the transmission of information throughout the entire system, which enables better control and operations to be adapted in real time according to varying demand.</p>	<p>IoT CPS Cloud Computing Virtual reality Machine to Machine Communication Cyber security</p>	<ul style="list-style-type: none"> • productivity; • quality; <p>and</p> <ul style="list-style-type: none"> • lead times. (time reaction)
---------------------	--	--	--

The Great Recession Drastically Changed the Skills Employers Want	Ingen definisjon		
Skills and Education for Additive Manufacturing: A Review of Emerging Issues	Ikke relevant omfatter ikke “Industri 4.0 begrepet”		
Skills Needs Analysis for “Industry 4.0”	Ingen definisjon		
Competences for cyber-physical systems in manufacturing – first findings and scenarios	Ikke relevant omfatter ikke “Industri 4.0 begrepet”		
A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises	Industry 4.0 refers to recent technological advances where the internet and supporting technologies (e.g. embedded systems) serve as a backbone to		

	<p>integrate physical objects, human actors, intelligent machines, production lines and processes across organizational boundaries to form a new kind of intelligent, networked and agile value chain.</p>		
--	--	--	--

Vedlegg 3: Liste over gjennomgåtte artikler i litteraturstudie om kompetanse i industri 4.0

Navn	Forfatter	Status
A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond	Jian Qin, Ying Liu, Roger Grosvenor	Utelukket på bakgrunn av gjennomlesning
A Complex View of Industry 4.0	Vasja Roblek, Maja Meško, and Alojz Krapež	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises	Andreas Schumacher, Selim Erol, Wilfried Sihna,	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
A review of the meanings and the implications of the Industry 4.0 concept	A.C. Pereira, F. Romero	Utelukket på bakgrunn av gjennomlesning
A Simulation Tool for Computing Energy Optimal Motion Parameters of Industrial Robots	Michele Gadaleta, Giovanni Berselli, Marcello Pellicciari, Mario Sposato	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Advances in Production Management Systems The Path to Intelligent, Collaborative and Sustainable Manufacturing	Hermann Lödding Ralph Riedel Klaus-Dieter Thoben Gregor von Cieminski Dimitris Kiritsis	Artikkelsamling - Utelukket på bakgrunn av hurtig gjennomlesning av innholdsfortegnelse og abstrakt på artikler
Alliance strategy as a competitive strategy for successively creative new product development: the proof of the co-evolution	Makoto Takayama, Chihiro Watanabe, Charla Griffy-Brown	Utelukket på bakgrunn av abstrakt

of creativity and efficiency in the Japanese pharmaceutical industry		
An event-driven manufacturing information system architecture for Industry 4.0	Alfred Theorin, Kristofer Bengtsson, Julien Provost, Michael Lieder, Charlotta Johnsson, Thomas Lundholm & Bengt Lennartson	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
An embedded database technology perspective in cyber-physical production systems	Andrea Boncia, Massimiliano Pirania, Sauro Longhia	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Past, present and future of Industry 4.0 - a systematic literature review and research agenda proposal	Liao, Yongxin ; Deschamps, Fernando ; Loures, Eduardo De Freitas Rocha ; Ramos, Luiz Felipe Pierin	Utelukket etter gjennomlesning
Digital Marketplaces Unleashed	Claudia Linnhoff -Popien Ralf Schneider Michael Zaddach Eds.	Artikkelsamling - Utelukket på bakgrunn av hurtig gjennomlesning av innholdsfortegnelse og abstrakt på artikler
Industry 4.0 Entrepreneurship and Structural Change in the New Digital Landscape	Tessaleno Devezas João Leitão Askar Sarygulov Editors	Utelukket etter gjennomlesning

Industrial Engineering in the Industry 4.0 Era	Fethi Calisir Hatice Camgoz Akdag Editors	Artikkelsamling - Utelukket på bakgrunn av hurtig gjennomlesning av innholdsfortegnelse og abstrakt på artikler
The Concept Industry 4.0	Christoph Jan Bartodziej	Bok - utelukket på bakgrunn av innholdsfortegnelse
Industry 4.0: Managing The Digital Transformation	Alp Ustundag Emre Cevikcan	Bok - Utelukket på bakgrunn av hurtig gjennomlesning av innholdsfortegnelse og abstrakt på artikler
Competences for cyber-physical systems in manufacturing – first findings and scenarios	Bernd Dworschak, Helmut Zaiser	Brukt
Context related information provision in Industry 4.0 environments	Hendrik Unger, Frank Börner, Egon Müller	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Developing of Industry 4.0 Applications	Juan David Contreras, Jose Isidro Garcia, Juan David Pastrana	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Enabling Connectivity of Cyber-Physical Production Systems: A Conceptual Framework	Rafael A. Rojas, Erwin Rauch, Renato Vidoni, Dominik T. Matt	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Virtual Factory: an	Tullio Tolio, Marco Sacco,	Lest i fulle, utelukket

Integrated Framework for Manufacturing Systems Design and Analysis	Walter Terkaj, Marcello Urgo	
From industry 4.0 to society 4.0, there and back	Tatiana Mazali	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Holistic approach for human resource management in Industry 4.0	Fabian Hecklaua, Mila Galeitzkea, Sebastian Flachsa, Holger Kohl	Brukt
How will change the future engineers' skills in the Industry 4.0 framework? A questionnaire survey	Barbara Motyla, Gabriele Baroniob, Stefano Ubertib, Domenico Speranzac, Stefano Filippia	Utelukket etter gjennomlesning
Human-Machine-Interaction in the Industry 4.0 Era	Dominic Gorecky, Mathias Schmitt, Matthias Loskyll, Detlef Zühlke	Brukt
Human-CPS Interaction – requirements and human-machine interaction methods for the Industry 4.0	Carsten Wittenberg	Utelukket etter gjennomlesning
Implementation of Industry 4.0 and lean production in Brazilian manufacturing companies	Guilherme Luz Tortorella & Diego Fettermann	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues	Yang Lu	Utelukket på bakgrunn av abstrakt

Industry 4.0 – An Introduction in the phenomenon	F. Zezulka, P. Marcon, I. Vesely, O. Sajdl	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Industry 4.0 impact on LEAN systems	Tobias Wagner, Christoph Herrmann,	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Industry 4.0 Learning Factory for regional SMEs	Clemens Fallera, Dorothee Feldmüllera	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Industry 4.0 – Towards fabrication of mass-personalized parts on glass	Lucas A. Hof, Rolf Wüthrich	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Industry 4.0 and the current status as well as future prospects on logistics	Erik Hofmann, Marco Rüsçh	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review	Ray Y. Zhong, Xun Xu, Eberhard Klotz, Stephen T. Newman	Utelukket på bakgrunn av gjennomlesning
Interdependencies of Industrie 4.0 & Lean Production Systems	Uwe Dombrowski, Thomas Richter and Philipp Krenkel	Utelukket på bakgrunn av gjennomlesning
Is technological learning a firm core competence, when, how and why? A longitudinal, multi-industry study of firm technological learning and market performance	Elias G. Carayannis, Jeff Alexander	Utelukket på bakgrunn av gjennomlesning
Lean Automation enabled by	Dennis Kolberg, Detlef	Utelukket på bakgrunn av

Industry 4.0 Technologies	Zühlke	abstrakt
Learning Factory: The Path to Industry 4.0	Felipe Baenaa, Alvaro Guarina, Julian Moraa, Joel Sauzab , Sebastian Retatc	Utelukket på bakgrunn av gjennomlesning
Lessons from social network analysis to Industry 4.0	Yamila M. Omar, Meysam Minoufekr, Peter Plapper	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Managing change in an aluminium can manufacturing plant: a case study	Andrew Harris, Amrik S. Sohal	Utelukket på bakgrunn av abstrakt og årstall
Measuring Business Sustainability Maturity-Levels and Best Practices	Itzel D. Meza-Ruiza, Luis Rocha-Lonab, María del Rocío Soto-Floresc, Jose Arturo Garza-Reyesd, Vikas Kumare, and Gabriela Citlalli Lopez-Torresf	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
On Autonomous Robotic Cooperation Capabilities Within Factory and Logistic Scenarios	G. Casalino, E. Simetti, F. Wanderlingh K. Darvish, B. Bruno, F. Mastrogiovanni	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Opportunities Assessment of Product Development Process in Industry 4.0	Kássio Santos, Eduardo Loures, Flávio Piechnicki, Osíris Canciglieri	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry	T. Stock, G. Seliger	Utelukket på bakgrunn av abstrakt

4.0		
Prospective design of smart manufacturing: An Italian pilot case study	Fabio De Felice, Antonella Petrillo, Federico Zomparelli	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Safeguarding and supporting future human-robot cooperative manufacturing processes by a projection- and camera-based technology	Christian Vogel, Christoph Walter, Norbert Elkmann	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Scheduling research contributions to Smart manufacturing	Daniel Rossit, Fernando Tohmé	Utelukket etter gjennomlesning
Service Provision in the Framework of Industry 4.0	Frank Rennung, Caius Tudor Luminosu, Anca Draghici	Utelukket etter gjennomlesning
Manufacturing Systems: Skills & Competencies for the Future	George Chryssolouris, Dimitris Mavrikios, Dimitris Mourtzis	Brukt
Skills Needs Analysis for “Industry 4.0” Based on Roadmaps for Smart Systems	Ernst A. Hartmann, Marc Bovenschulte	Utelukket etter gjennomlesning
Smart products development approaches for industry 4.0	M. Lopes, A.C Pereira, A. C. Alves	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning	Selim Eroa, Andreas Jäger, Philipp Hold, Karl Otta, Wilfried Sihn	Brukt

for the future of production		
Technological Forecasting & Social Change	Tae Kyung Sung	Utelukket etter gjennomlesning
The Challenge of integrating Industry 4.0 in the degree of Mechanical Engineering	S. Suárez Fernández-Miranda, M. Marcos, M.E. Peralta, F. Aguayo	Brukt
Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0	A. Benešová og J.Tupa	Brukt
The evolution of production systems from Industry 2.0 through Industry 4.0	Yong Yin, Kathryn E. Stecke & Dongni Li	Lest, brukt til å forklare Industri 4.0 rammeverket
The fit of Industry 4.0 applications in manufacturing logistics: a multiple case study	Jo Wessel Strandhagen Erlend Alfnes Jan Ola Strandhagen Logan Reed Vallandingham	Lest siden den er fra Norge, ikke kompetanse relevant.
The industrial management of SMEs in the era of Industry 4.0	Alexandre Moeuf, Robert Pellerin, Samir Lamouri, Simon Tamayo-Giraldo & Rodolphe Barbaray	Utelukket på bakgrunn av gjennomlesning
Towards Lean Production in Industry 4.0	Beata Mrugalska, Magdalena K. Wyrwicka	Utelukket på bakgrunn av abstrakt
Towards Industry 4.0 - Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor	Stephan Weyer, Mathias Schmitt, Moritz Ohmer, Dominic Gorecky	Utelukket på bakgrunn av abstrakt

production systems		
Jobs and Skills in Industry 4.0: An Exploratory Research	P. Fantini, S. Perini, S. Garavaglia, M. Taisch og Giovanni Miragliotta	Brukt
Towards Industry 4.0: an overview of European strategic roadmaps	C. Santos, A. Mehrsai, A. C. Barros, M. Araújo, E. Ares	Lest, ikke kompetanse relevant
Towards shared autonomy for robotic tasks in manufacturing	Andreas Pichler, Sharath Chandra Akkaladevi, Markus Ikeda, Michael Hofmann, Matthias Plasch, Christian Wögerer, Gerald Fritz	Utelukket på bakgrunn av abstrakt

Vedlegg 4: Sammenligning kompetansefunn i litteraturstudie

	Kunnskap	Ferdigheter/Evner	Holdninger	Kompetanse
Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of production	-Forstå teknologi -forstå relasjoner mellom ulike prosesser, informasjonsflyt og mulige forstyrrelser så vel som mulige løsninger - grunnleggende nettverks- og IT-kompetanse -For ingeniører vil det være viktig med en tverfagelig forståelse spesielt innenfor data-, mekanikk- og elektrofeltene	Være kritisk til teknologi -Forstå sammensatte utfordringer -Gode analytiske evner -Finne gode og praktiske løsninger -Kunne evaluere om systemer fungerer som de skal -Ledere må være istand til å bryte ned komplekse konsepter i realistiske arbeidspakker samt å finne riktige mennesker og team delegere til dem.		
Holistic approach for	Tekniske kunnskaper	Evnen til å utføre	Fleksibilitet Effektivitetsorie	

human resource management in Industry 4.0		Evne til å jobbe under press Evne til Problemløsning Evnen til å undersøke problemer	ntering	
Human-Machine-Interaction in the Industry 4.0 Era	kunnskap om metoder og teknologier kunne diktere en produksjonsstrategi Samhandle med teknisk produksjonsutstyr forstå interface Forståelse av informasjon, verdiskapning	Problemløsning Kan strategisk kontrollere og forstå hendelser. Overse implementeringen av produksjonsstrategi i en selvorganiserende prosess.		Det er et mål å utvikle systemer som kan støtte arbeiderne i vanskelige og utforskede situasjoner.
Jobs and Skills in Industry 4.0: An Exploratory Research	Bruk av analytiske modeller og prediksjon. Kompetanser som inngår i å skape, drift og	Forstå utvikling av teknologi egnet for kontinuerlig forbedring. Analysere		

	vedlikehold av produksjonssystemer.	Evne til HR ledelse Kunne overvåke og forstå prosesser.		
Manufacturing Systems: Skills & Competencies for the Future				-Behov nye evner og ferdigheter -Ingeniører og arbeidere vil ha behov for livslang utdanning, dvs. være tilpasningsvillige for å kunne følge med i utviklingen. - Den hurtige utviklingen innen produksjon og kommunikasjonsteknologi setter store krav til kontinuerlig oppdatering av kunnskap.

<p>Ingeniørkompetanse i Industri 4.0</p>	<p>Videre trengs det kompetanse til å kontinuerlig kunne tilpasse produksjonssystemet.</p> <p>Trekker frem verdien av kunnskap i innovasjonsprosesser.</p> <p>trenger å ha høy utdanning og evner</p>	<p>I følge artikkelen trenger nyutdannede ingeniører i stor grad evnen til å kombinere de klassiske mekaniske fagene med IT kompetanse.</p> <p>Det vil være behov for arbeidere som er kreative og med god evne til problemløsning</p>	<p>Være selvgående, takle en autonom hverdag</p>	<p>De konkluderer med at mekaniske ingeniører trenger å ha høy utdanning og ferdigheter.</p>
<p>Requirements for Education and Qualification of People in Industry 4.0</p>	<p>Dataanalyse Cloudsystemer</p>			<p>kun kvalifiserte og høyt utdannede ansatte vil kunne styre teknologiene knyttet til industri 4.0</p> <p>Veien mot industri 4.0 vil skje i faser</p>
<p>Competences for cyber-</p>	<p>Mer dybde forståelse av IT,</p>	<p>Å kunne reagere og sette i gang</p>	<p>Behov for livslang</p>	<p>CPS vil med all sannsynlighet</p>

<p>physical systems in manufacturing – first findings and scenarios</p>	<p>elektronikk og mekaniske systemer</p> <p>Kontroll og vedlikehold vil kreve avansert og spesialisert kompetanse.</p>	<p>riktig håndtering ved produksjonsavbrudd.</p>	<p>utdanning for å holde følge med utviklingen, og kontinuerlig oppdatering av kunnskap</p>	<p>bety en reduksjon av såkalte “low skilled” jobber, som er enklere å erstatte med CPS automatiseringsteknologier.</p> <p>Lanserer verktøy vs automatisert scenario sier at vi enten vil supplere eller suppleres av teknologi.</p>
<p>The Great Recession Drastically Changed the Skills Employers Want”</p>				<p>Forskning viser at grunnen til dette ligger i rutinebasert teknologisk forandring hvor nye teknologier erstatter repetitive “medium skilled” arbeid og komplementerer analytisk “high</p>

				skill” jobber
Education-specific labour force and demand in Norway in times of transition				Her trekkes det fram at krav som stilles til ulike jobber sannsynligvis vil øke med ny kunnskap.

Vedlegg 5: Sammenligning kompetansefunn i casestudie

	Novo Nordisk	Lobas	Rocketfarm
Kunnskaper	<p>Lite forhåndskunnskap. For operatører. Må kunne følge standard til operasjonsprosedyre.</p>	<p>Avansert kunnskap om robotteknologi og IT</p> <p>Styre og ledelsesnivå må ha kunnskaper om hva teknologi kan gjøre og ikke gjøre.</p>	<p>Må forstå automatikken sin begrensninger og styrker</p> <p>Opplever at noen steder har man en utdatert oppfatning av hva Industri 4.0 er.</p> <p>Kort sikt IT kompetanse.</p> <p>Opplever usikkerhet i styrerom om hvordan ting fungerer og hva det koster.</p>
Evner	<p>Systematisk problemløsning</p> <p>Komme til kjernen av problemet hurtig</p>	<p>Trenger å kunne problemløse.</p> <p>Logiske ferdigheter og evnen til å være proaktiv er viktig.</p> <p>Evnen til å tolke og forstå hva som er roten til problemet.</p>	<p>Evnen til å ta gode beslutninger, identifisere roten til problemet og løse den.</p> <p>Evne å være brobygger mellom problem og mulighete</p>

			(teknologi) evnen til å jobbe tverfagelig
Holdninger		Trenger viljen til å lære nye ting. Åpen for endring og villig til å delta i endringene.	Holdninger til omstillinger er viktig suksessfaktor.
Industri 4.0	Bruker ikke Industri 4.0 i dagligtale, det er noe som kommer senere	Styrer maskinene automatisk og at du kan endre måten de jobber på kjapt	Her ikke definert hva de legger i Industri 4.0. har en aktiv tilnærming avholder workshops. Trekker fram intelligent produksjon, datainnsamling og evne til predikering som definerende faktorer.
Endringer i produksjon og kompetanse	Endringer påvirker arbeiderne, gjør ofte ting enklere for arbeideren, gjør ting mindre kompliserte	Arbeidere som jobber med Industri 4.0 trenger en annen grunnleggende kunnskap.	andre krav, ny type logikk og forståelse til operatører.
Menneskelige avgjørelser	Prøver å erstatte dem så mye som mulig	På kort sikt tror vi Industri 4.0 vil supplere, på lang sikt	Teknologi støtter mennesket. Det vil forandre, men ikke

		<p>er det mulig at menneske på enkelte områder blir erstattet</p>	<p>erstatte sånn sett støtter det oppom. Tror at menneskelige vurderingsevner blir mer viktig. Alltid behov for vurderingsevne, empati, emosjonell intelligens og det blir stadig viktigere. Det går an å erstatte praktisk intelligens ved å programmere en problemløsnings algoritme en gang og så kan den brukes 4 milliarder ganger etterpå.</p>
<p>Forklaringer og spådommer</p>		<p>Det er veldig ulikt hvilken kompetanse som skjer.</p> <p>Krever økt kunnskaper spesielt på styre og ledelsesnivå.</p> <p>Ser ikke på Industri 4.0 som noe som skal føre til færre arbeidstakere, men de vil gjøre andre</p>	<p>Store variasjoner i holdninger. Enkelte operatører ser på Industri 4.0 som en trussel</p> <p>Sprikende hvilken krav som stilles til operatørnivå</p> <p>Kort sikt behov for flere utviklere, lang sikt behov for avgjørelser</p>

		<p>oppgaver.</p> <p>Lobas er litt bekymret for kravene som stilles.</p> <p>Antyder et generasjons forskjell i kompetanse heller enn forskjell i stillingene.</p> <p>Forventer å erstatte manuelt arbeid.</p>	
--	--	--	--