

VEIKART FOR TEKNOBEDRIFTENE

---



Styret i Norsk Industris bransjeforening Teknobedriftene tok våren 2017 initiativ til å utarbeide et veikart for økt digitalisering i industri tilknyttet vareproduksjon. Arbeidet har vært ledet av styret i bransjeforeningen som består av: Styreleder Arnt Dahle (Optimar), Ole Hoen (GKN), Håkon Rem (Nemko), Arnfinn Erland Paulsrud (Nammo Raufoss), Anders Digernes (Sandvik Teeness), Gunnar Andersen (Øglænd System) og Oddbjørn Maurdalen (Furnes Jernstøperi), med Stein Berg Oshaug fra Oshaug Metall som observatør. En rekke bedrifter har bidratt med eksempler på hvordan digitaliseringen er tatt i bruk i egen virksomhet.

Veikartet bygger delvis på en undersøkelse basert på dybdeintervju av 12 bedrifter gjennomført i løpet av sommeren 2017. Undersøkelsen ble utført av fire studenter: Dagmar Egilsdottir, Pedro Alecsander Pinto Nazario, Joachim Krøvel Vikanes og Lena Øyberg, på oppdrag for Norsk Industri. Vi vil særlig rette en takk til de 12 bedriftene som stilte seg til disposisjon for dybdeintervjuene.

Videre har flere nøkkelpersoner fra industriklynger og tilhørende kunnskapsvirksomheter, deriblant Jan Børre Rydningen (GCE Blue Maritime Cluster), Torkil Bjørnson (NCE Systems Engineering), Sverre Gulbrandsen-Dahl og Kjersti Øverbø Schulte (SFI Manufacturing/Sintef Raufoss Manufacturing), Jon Sandvik, Ottar Henriksen og Håkon Raabe fra SINTEF Raufoss Manufacturing bidratt.

Katrine Vinnes og Øyvind Slåke i Norsk Industri har vært sekretariat for arbeidet med veikartet.

# INNHold

|    |                                                         |    |
|----|---------------------------------------------------------|----|
| 01 | INNLEDNING                                              | 4  |
| 02 | UTVIKLINGSTREKK                                         | 8  |
| 03 | TEKNOBEDRIFTENE                                         | 12 |
| 04 | DEN DIGITALE TRANSFORMASJONEN<br>HOS INDUSTRIEN I NORGE | 22 |
| 05 | TEKNOLOGI OG DIGITALISERING<br>I PRAKSIS FOR BEDRIFTENE | 28 |
| 06 | KOMPETANSE                                              | 40 |
| 07 | PÅ LAG MED VIRKEMIDLENE FOR FOUI                        | 50 |
| 08 | ANBEFALINGER                                            | 66 |



# 01

## INNLEDNING

1  
01

01

01

1

1

01

01

0 1

0

0  
1

Norske industribedrifter produserer et stort mangfold produkter for det globale markedet, og står for en betydelig andel av norsk verdiskaping og eksportinntekter. Industriens grunnlag er tuftet på våre naturressurser, høy kompetanse og viljen til å satse industrielt både fra industrien og politikere.

På tross av høyt kostnadsnivå er Norge sett på som et attraktivt vertsland for industriproduksjon. Forutsigbare og langsiktige rammebetingelser, stabilitet, trepartssamarbeid, industriell og teknologisk kompetanse og høy omstillingsevne, er viktige faktorer for at Norge skal være en attraktiv vertsnasjon. Gode ordninger for FoU, risikoavlastning og langsiktig teknologiutvikling er viktige elementer.

Teknobedriftene i Norsk Industri representerer et bredt spekter innen norsk industriproduksjon, og er også tilknyttet mange av de andre bransjene i Norsk Industri. Fellesnevneren er teknologi. Veikartet for Teknobedriftene er bygget på globale teknologitrender, ofte omtalt som en industriell revolusjon hvor navet er den digitale transformasjonen.

Digitalisering endrer samfunnet på de fleste områder. Endringene stiller oss overfor flere utfordringer, men også nye muligheter.

For industribedrifter som produserer avanserte varer og produkter, gjør den digitale transformasjonen seg gjeldende på stadig nye områder av bedriftenes produksjon og virksomhet. Digitaliseringen griper inn i hele verdikjeden, og nye produkter, markeder og forretningsmodeller utvikles. Tjenester og produksjon flyter sammen og blir vanskeligere å skille fra hverandre. Mange norske bedrifter ser de nye teknologiene som en mulighet for å øke sin konkurransekraft, da sammenhengen mellom omsetning og behov for ressurser blir svakere. Samtidig er det forandring i hvordan verdikjedene utformes. Ny teknologi påvirker i stor grad markedsmodellene, og mange bedrifter satser betydelige midler i den tjenesteytende og digitale delen av sin virksomhet.

Norske bedrifter deltar i et internasjonalt teknologikappløp. Selv om teknologien gir muligheter i form av økt konkurransekraft og vekst fra et norsk perspektiv, vil også internasjonale bedrifter gjøre det samme. Den nye generasjonen av roboter og software gir økt fleksibilitet for automatisering av kundetilpasset småserieproduksjon, men gir samtidig de store aktørene mulighet til å produsere mer volum. På tross av økt fleksibilitet med hensyn til digitalisering, befinner derfor mange av våre bedrifter seg i et kappløp som treffer både produkt, produksjon og marked.



Den norske industrikulturen er unik med sin flate struktur, kjennetegnet av kultur for tillitsbasert samarbeid mellom ledelse og ansatte, mellom bedrifter og myndigheter og bedriftene imellom. De flate strukturene styrker vår omstillingsevne og -vilje, og bidrar til å posisjonere norske bedrifter i det globale markedet. I et høykostland som Norge er dette avgjørende. Med utgangspunkt i disse styrkene, en solid kompetanse og stort fokus på kontinuerlig forbedring, må både industrien og myndighetene satse betydelig på digitalisering, og dermed legge til rette for økt industriproduksjon i Norge.

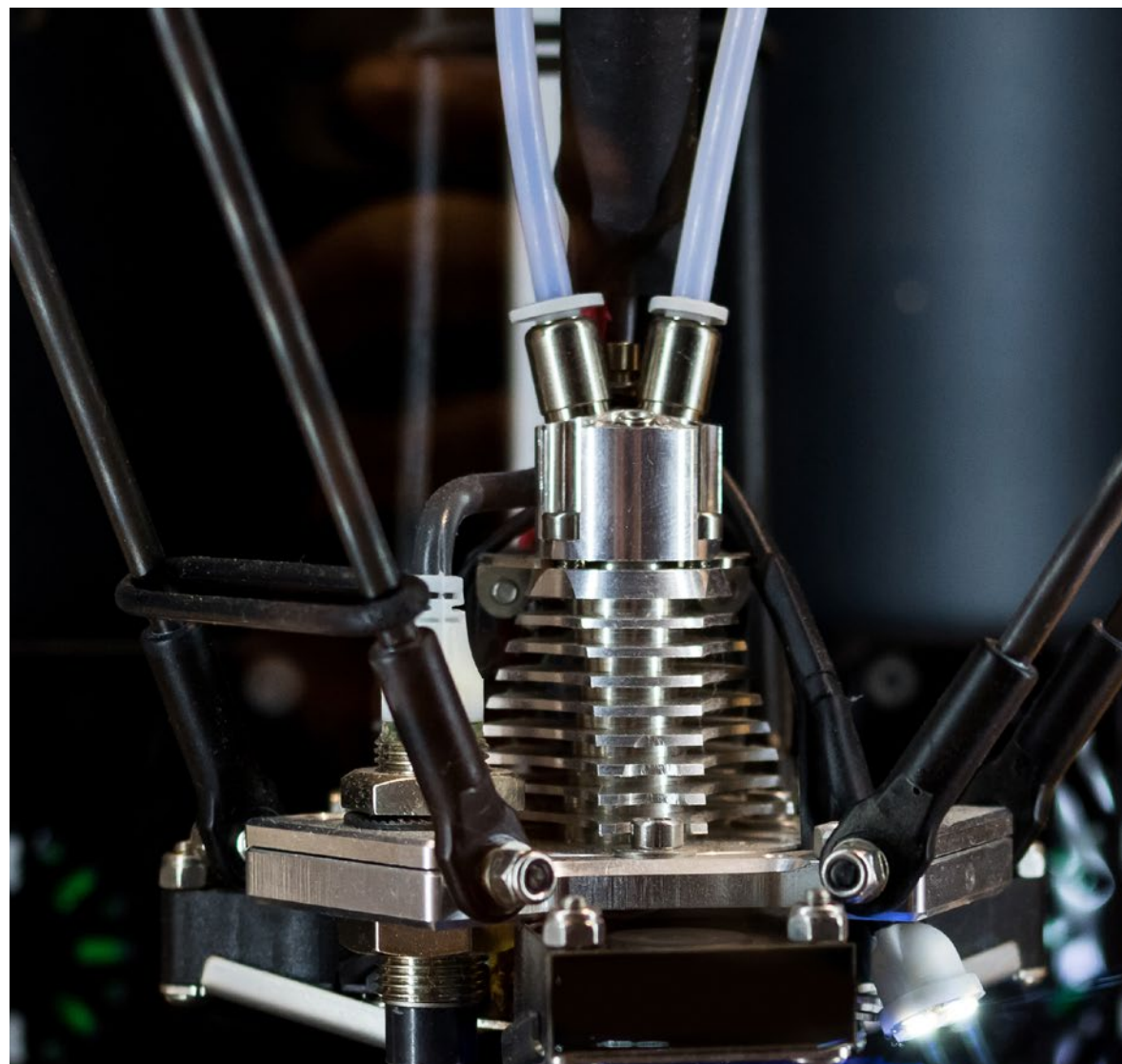
Mange norske produksjonsbedrifter har allerede god erfaring med robotisering og automatisering. Men den utviklingen vi nå opplever tar digitaliseringen til nye nivåer. Nye produksjonsteknologier, som additiv produksjon (herunder 3D-printing) og nye materialer, gir mulighet til å designe på helt nye måter. Programmering av materialer med selvbyggende produkter er også eksempel på teknologi som det forskes på og som gjør mulighetsrommet større. Produksjon og fysisk vare kan virtualiseres før produktet er produsert. Prosesser og produkter har sensorikk som gjør enorme datamengder tilgjengelig for avanserte analyseverktøy, skytjenester åpner en ny verden av informasjonsflyt i verdikjedene, og kunstig intelligens (AI) diskuteres hyppig.

---

*Nye produksjonsteknologier, som additiv produksjon (herunder 3D-printing) og nye materialer, gir mulighet til å designe på helt nye måter.*

---

De siste årene har det vært økt politisk oppmerksomhet på industrien, både gjennom regjeringens industrimelding og økning i bevilgninger til virkemiddelapparatet. Norsk Industris bransjeforening for teknobedriftene har vært aktiv i diskusjoner om utvikling av klynger og katapult, og ser optimistisk på mulighetene fremover. Veikartet viser hvordan et fellesskap mellom utdanning, forskning og industri – støttet av virkemiddelapparatet – kan bygge videre på et allerede høyt teknologisk nivå ved å utnytte de muligheter som følger av digitalisering og økt datakraft.



## ADDITIV PRODUKSJON

---

Additiv produksjon (additive manufacturing - AM) er en betegnelse som brukes for å bygge tredimensjonale komponenter. I additiv produksjon lager man deler ved å addere materiale. Det motsatte, subtraktiv produksjon, er for eksempel fresing og dreining. Ordet 3D-printing brukes ofte populært for additiv produksjon.



02



I Meld. St. 27 (2016-2017) "Industrimeldingen, som regjeringen la frem i mars 2017, er de teknologiske trender som skjer innen digitalisering og automatisering, som vil få stor betydning for norske industribedrifter, bredt omtalt. Noe av teksten nedenfor er hentet fra kap. 5.2 i Industrimeldingen.

Vi står overfor nye, store endringer i produksjonsmetoder i industrien. Disse endringene omtales ofte som den fjerde industrielle revolusjon, eller som Industri 4.0. Endringer skjer i et hurtig tempo. Nye materialer anvendes, prosesser endres, automatiseres og digitaliseres. Nye teknologier spres hurtig mellom land og bransjer. Nye produkter, forretningsmodeller og distribusjonskanaler etableres og endrer i mange tilfeller fundamentalt eksisterende markeder.

Industrimeldingen viser blant annet til at eksponentiell vekst i tilgjengelig regnekraft, mulighet for lagring av store mengder data, stadig bedre infrastruktur for utveksling av data og en rivende utvikling i tilgjengelig programvare, har bidratt til digitalisering av produkter og produksjonsprosesser.

En følge av at sensorer i økende grad blir integrert i produkter og enhetene blir koblet til internett (Internet of Things, IoT), er at tjenester som tidligere har kommet før eller etter produksjonen nå er integrert i selve produksjonen. Når maskiner i større grad samhandler uten menneskelig involvering, kan for

eksempel produksjonsprosesser i eksisterende industrier i økende grad datastyres. Avanserte informasjonssystemer, i kombinasjon med sanntidsanalyse av store datamengder og skyteknologi, gir mulighet for autonome maskiner og intelligente systemer som knytter produksjonsprosessene sammen. Hele produksjonskjeden, fra varsel om lagerbeholdning, innkjøp, plukking, produksjonshåndtering, kvalitetskontroll, effektiv pakking, merking og transportplanlegging, kan i varierende grad være basert på digitale løsninger.

Den økende bruken av industriroboter sier mye om utviklingen av den industrielle revolusjonen. Salget av slike roboter er i vekst hos verdensledende industriland. Det er anslått at veksten i avansert robotikk som er installert globalt vil øke fra ca. to-tre prosent årlig i dag, til rundt ti prosent årlig i løpet av det neste tiåret. Tradisjonelle industriroboter ble i hovedsak brukt til mekanisk håndtering, sveising, sammenstilling, overflatebehandling og pakking. Den nye generasjonen industriroboter er mer mobile, sammenknyttet og kan samarbeide med mennesker om mer komplekse oppgaver. Sensorer integreres i roboten slik at integrasjon kan gjøres fleksibel og presis, samtidig som de produserer raskere, i flere timer og med større kraft enn mennesker. På samme måte som robotene har økt produktiviteten i blant annet møbel- og bilindustrien, er de i ferd med å ruller ut i andre bransjer og sektorer hvor volumene er lavere og variasjonen høyere.



Mange bedrifter har allerede i dag avanserte maskiner, spesielt innen maskinering, men også innen robotisering og andre prosesser, for eksempel additiv produksjon. Etterhvert som avanserte maskiner og roboter blir stadig rimeligere, og programmering av operasjonene blir sterkt redusert eller frafaller, vil enda flere bedrifter erstatte manuelt arbeid med maskiner.

Det som skrives i dag er utdatert i morgen. Dette stiller store krav til tempo i utviklingsprosesser og til omstillingsevne. Dette gjelder ikke bare ved å investere i ny teknologi, men også å utnytte denne. Å designe både produkt og prosesser for effektiv automatisert produksjon er sentralt. Dette vil bli enda mer utbredt med økt bruk av additiv produksjon. Utviklingen går raskt. Forskere ser også på selvmonterende produkt basert på programmering av material, samt hva en kan få til ved å knytte sammen design, additiv produksjon, material engineering og biologi med tanke på å utvikle produkter med revolusjonerende egenskaper.

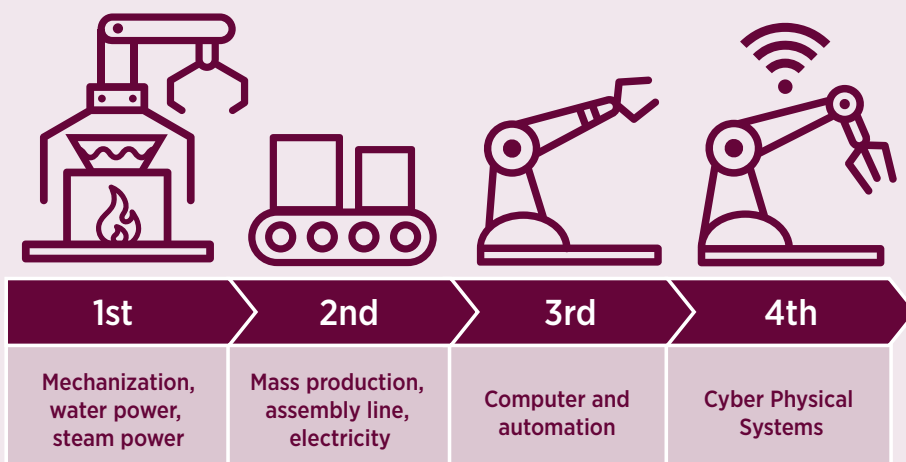
En betydelig vekst i virtualisering og simulering gjør det mulig å se på detaljer i både produkt, produksjonsprosesser og drift før en eneste fysisk del er laget. Dette tas videre inn i testing, opplæring og verifisering av kritiske operasjoner. Datakraften overgår allerede nå i mange tilfeller hva menneskets hjerne kan vurdere, og selvlærende system gir enda større muligheter. Bare i løpet av kort tid kan en datamaskin vurdere tusenvis av scenarioer i en digital tvilling og komme med anbefalinger.

Et viktig utviklingstrekk er at digitaliseringen i stor grad påvirker marked og forretningsmodeller. Et produkt kan brått være utdatert eller unødig, og hvilke kundegrupper som kjøper/eier produkter kan endre seg. Hvor handelen finner sted kan også endre seg. Dette er bare noen eksempler på endringer som skjer. Utviklingen går i et voldsomt tempo og bidrar til at nye aktører og forretningsmodeller er en kontinuerlig utfordring for etablerte bedrifter, men gir også store muligheter.

## INDUSTRI 4.0

Industri 4.0 er et begrep som viser til at vi har passert tre tidligere industrielle revolusjoner og befinner oss nå i den fjerde. Den første industrielle revolusjonen refererer til vannkraft, dampmaskin og mekanisering. Den andre viser til innføring av masseproduksjon, montasjelinjer og elektrifisering. Den tredje inkluderer introduksjon av datamaskiner og automasjon. En industriell revolusjon er enklest å definere etter den har funnet sted, men en god beskrivelse av Industri 4.0 er gjort av Hermann, Pentek & Otto (2016) i rapporten "Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios":

*Industry 4.0 creates what has been called a "smart factory". Within the modular structured smart factories, cyber-physical systems monitor physical processes, create a virtual copy of the physical world and make decentralized decisions. Over the Internet of Things, cyber-physical systems communicate and cooperate with each other and with humans in real time, and via the Internet of Services, both internal and cross-organizational services are offered and used by participants of the value chain.*





03

TEKNOBEDRIFTENE

03

3

03

0 3

03

3

0

3

03

03

0

### 3.1 TEKNOBEDRIFTENE I NORSK INDUSTRI

Teknobedriftene i Norsk Industri består av om lag 500 bedrifter. Disse representerer en stor bredde innen norsk industriproduksjon, som forsvarsindustri, bildelindustri, aerospace og utstyrsleverandører til et bredt spekter av andre bransjer. Denne bransjen består av mange små og mellomstore bedrifter, men også store bedrifter knyttet til konsern med flere tusen ansatte. Omsetningen for teknobedriftene i Norsk Industri har over tid utviklet seg positivt fra om lag 44 milliarder kroner i 2011 til 52 milliarder kroner i 2016 (se figur 3.1). Bedriftene sysselsetter i dag om lag 19 000 personer (se figur 3.2).

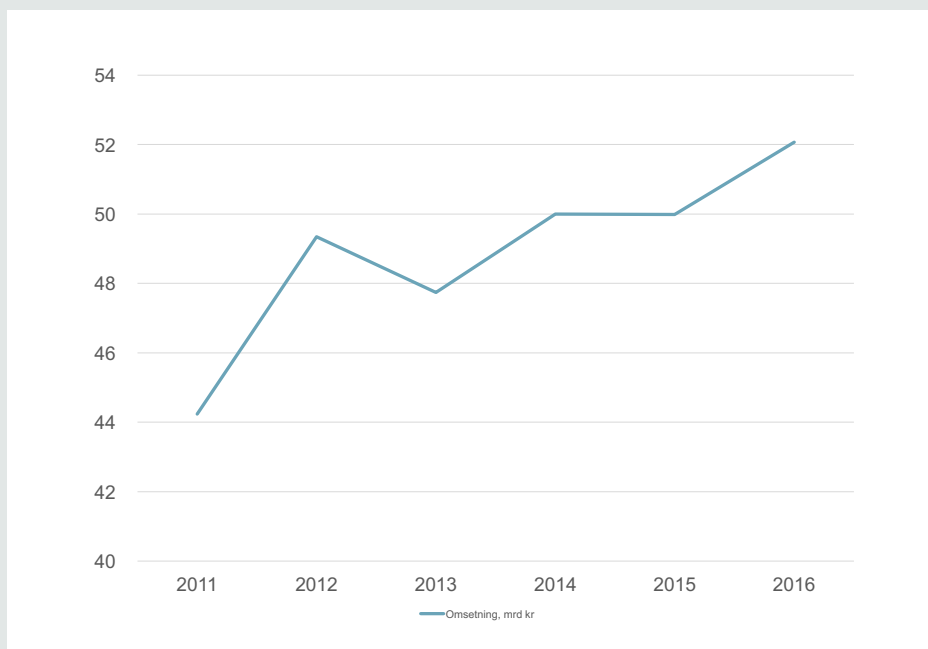
Bedriftene er lokalisert over hele landet, men vi finner konsentrasjoner i og rundt næringsparker og industriklynger. I motsetning til mye annen industri i Norge, er ikke denne industrien direkte utviklet med utgangspunkt i naturressursene våre. Mange bedrifter er likevel underleverandører til et krevende marked innen for eksempel energi, olje og maritim.





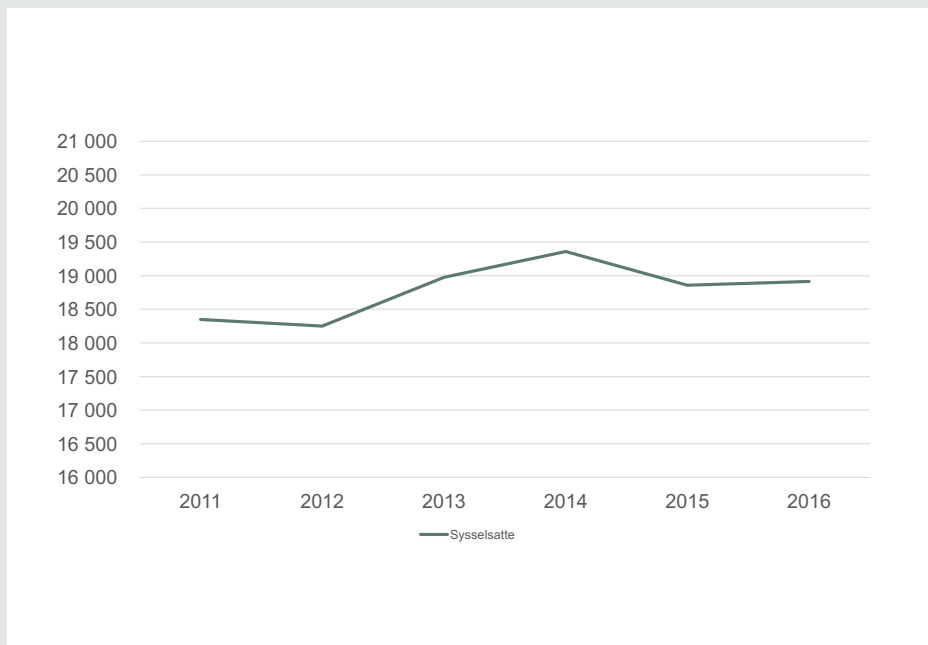
**FIGUR 3.1**

Omsetning rapportert inn til Norsk Industri.



**FIGUR 3.2**

Antall sysselsatte rapportert inn til Norsk Industri.



### 3.2 UTVIKLINGEN I BRANSJEN

Fortrinnene med norsk produksjon har i mange tilfeller vært høy kvalitet, merkevarer og nisje-produkter som løser behov som har stor verdi for kundene. I enkelte bedrifter har selve produksjonskostnaden vært svært liten sett i sammenheng med den økonomiske verdien sluttproduktet eller løsningene har hatt for kundene. Dermed har betalingsvilligheten vært høy.

Noen bedrifter har vært tidlig ute med å ta i bruk ny produksjonsteknologi for å styrke konkurransekrachten, mens andre bedrifter ikke har sett på disse mulighetene. Til bransjen hører også en rekke små og mellomstore bedrifter med teknologisk svært avansert produksjon. Mange av bedriftene fokuserer fortsatt på lave volum, gjerne med skreddersøm mot kundens behov. Dette kan også være en av forklaringene på hvorfor Norge ligger bak de andre nordiske landene i introduksjon av robot-teknologi. Sverige har for eksempel om lag fire ganger så mange roboter per sysselsatt i industrien som Norge. Datakraften og digitaliseringsløsningene som nå er tilgjengelige gir større fleksibilitet for automatisering. Derfor er det sannsynlig at mange flere bedrifter kan muliggjøre seg av denne teknologien fremover. Fleksibiliteten skaper muligheter, men er også en trussel, da mange av de store bedriftene vil se mulighet for ytterligere volum. Da er det viktig å se på muligheten for å benytte ny teknologi for vekst uten samme avhengighet av personell. Som eksempel kan det i mange

tilfeller være vanskelig å få tilstrekkelig fagpersonell til de volum en skal produsere. Ser man for eksempel til Ekornes er de helt avhengig av roboter for å kunne produsere sine store volum. Der sammenhengen mellom antall sysselsatte og omsetning blir mindre betydningsfull vil andre faktorer bli mer fremtredende. Innovasjonskraft, design, software, brukergrensesnitt, avanserte materialer og produksjonsteknologi er eksempler på dette.

---

*Datakraften og digitaliseringsløsningene som nå er tilgjengelige gir større fleksibilitet for automatisering.*

---

De aller fleste land og bransjer ser utviklingstrekkene og har satt i gang store programmer som hjelper bedrifter med å orientere seg fremover i den industrielle revolusjonen. Land som Tyskland, Storbritannia og Nederland har alle slike programmer på plass, og har samtidig også etablert ordninger som gjør det enklere for bedrifter å prøve ut ny teknologi.





## HIGH VALUE MANUFACTURING CATAPULT (HVMC)

---

HVMC er en katalysator for fremtidig vekst og suksess for avansert produksjon i Storbritannia. HVMC består av syv teknologi- og innovasjonssentre i Storbritannia, og visjonen er å arbeide med selskaper i alle størrelser for å bygge bro fra konsept til kommersialisering. De syv senterene har kababilitet og kompetanse som strekker seg fra råmateriale til monteringsprosesser av produkt. Alle sentrene tilbyr tilgang til teknologiledende utstyr, ekspertise og et miljø for industrielt samarbeid.

### 3.3 NORSKE INITIATIV FOR DIGITALISERING I INDUSTRIEN

I Industrimeldingen ble det varslet flere initiativ og virkemidler som skal bidra til økt digitalisering i industrien. Katapultordningen og Omstillingsmotoren omtales nærmere i kapittel 8. I meldingen ble det også varslet opprettelse av Forum for digitalisering i industrien, samt initiert en strategiprosess for digitalisering (Digital 21) og gitt støtte til DIGITALNORWAY.

#### 3.3.1 Forum for digitalisering i industrien

I Industrimeldingen varslet regjeringen at næringsministeren ville etablere et samhandlingsforum for økt digitalisering i industrien.

De siste to-tre årene har flere initiativer drøftet hvordan norsk industri best kan utnytte verdiskapingsmulighetene og håndtere utfordringene som digital teknologi og digitalisering medfører. Industriforumet som nå etableres, vil bygge videre på den kunnskapen som er fremkommet, og bidra til at samhandlingen om disse temaene fortsetter. Samtidig er industriforumet ment å være en sentral kanal for å gi oppdaterte innspill til regjeringen om videreutvikling av industripolitikken fremover. Forumet etableres i utgangspunktet som et vedvarende initiativ.

Industriforumet er inspirert av det tyske "Plattform Industrie 4.0". I forumet samles myndigheter, toppledere fra industrien, forskning og utdanning og partene i arbeidslivet. De skal drøfte felles problemstillinger, dele erfaringer og synliggjøre sentrale sammenhenger, fortrinn og barrierer av betydning for industriell utnyttelse av digitale teknologimuligheter.

Topplederne i forumet vil legge føringer for hvilke problemstillinger som skal tas opp, og hvilken arbeidsform som er best egnet til å håndtere disse. Topplederne og de bedriftene de representerer, har mye erfaring og kunnskap om digitalisering i industrien som i liten grad er tilgjengelig for offentligheten. Et hovedformål med forumet er derfor å spre kunnskapen til hele industrien, inkludert små og mellomstore bedrifter, og til alle som jobber tett mot industri og næringsutvikling.

Industriforumet hadde sitt oppstartsmøte 13. november 2017. Forumet vil møtes regelmessig. Arbeidsformen vil variere med temaer og problemstillinger som belyses. Det kan også være aktuelt for forumet å samles for eksempel når regjeringen ønsker særskilte råd og statusoppdatering.





## HEXAGON RAGASCO – NORGES SMARTESTE INDUSTRIBEDRIFT I 2015

I 2015 ble Hexagon Ragasco kåret til Norges smarteste industribedrift. Juryens begrunnelse lød slik: «Hexagon Ragasco utvikler propan-beholdere til privat- og bedriftsmarkedet basert på teknologi fra rakettmotorer. Med et produkt de aller fleste har et forhold til, har de hatt stor betydning for innovasjonsklyngen på Raufoss. Bedriften er risikovillig, og har evnet å mobilisere hele organisasjonen i innovativ tankegang. Dette har resultert i egenutviklede verktøy og løsninger, og engasjerte operatører som leverer forbedringsforslag hvert døgn. Hexagon Ragasco kan vise til en enorm og imponerende produktivitetsvekst. De seksdoblet sin produksjon i løpet av ti år som resultat av kraftig satsing og investering, og de beviser at det er mulig å lykkes i høykostlandet Norge.»

Kostnadskrav fra det globale markedet gjorde det nødvendig med omstilling. Ved å ta i bruk teknologiske løsninger som avanserte styringssystemer, roboter og gripere, samtidig som de foretok store maskininvesteringer, økte Hexagon Ragasco produksjonskapasiteten og effektiviteten. På ti år ble produksjonskapasiteten seksdoblet, og produksjonstiden per enhet ble redusert fra 74 til 14 sekunder. I dag er eksportandelen 95 prosent, og bedriften er verdensledende i sitt marked.

– Produktivitetsvekst har vært avgjørende for vår virksomhet. For ti år siden produserte vi 250 000 beholdere per år. I dag er kapasiteten 1,5 millioner per år, og vi selger til et globalt marked. Denne veksten ville vært umulig uten betydelige investeringer i moderne teknologi og dyktige medarbeidere, sier adm. dir. Skjalg Sylte Stavheim.

### 3.3.2 DIGITALNORWAY

DIGITALNORWAY - Toppindustrisenteret AS skal bidra til økt tempo i digitaliseringen av Norge. Bedrifter og eksperter koples sammen for at de skal dele erfaring og kompetanse på tvers av bransjer og fag-områder. Mange bedrifter har kommet langt i digitalisering av arbeidsprosesser, produksjon og kundebetjeningsmodeller. Andre strever med å finne ut hvordan de skal ta fatt på utfordringen. Toppindustrisenteret/DIGITALNORWAY skal være en arena for store og små bedrifter som vil møtes for å lære av hverandre. DIGITALNORWAY - Toppindustrisenteret AS åpnet i Forskningsparken i Oslo høsten 2017. Blant eierne er 15 av Norges ledende bedrifter. I tillegg samarbeider de med forsknings- og utdanningsinstitusjoner, næringsklynger og flere av de beste kompetansemiljøene som Norge har å by på.

DIGITALNORWAY skal:

- samle og spre kunnskap til hele næringslivet om digitale forretningsmodeller og kompetansemiljøer i inn- og utland, og bistå bedrifter som ønsker å utforske og teste ut nye forretningsmodeller, trygt og i liten skala.
- tilby verktøy til bedrifter som vil teste sin digitale modenhet og koble de som trenger hjelp med ledende ekspertise.
- utvikle tjenester som små og store bedrifter kan bruke til å digitalisere egen virksomhet.



# 04

DEN DIGITALE  
TRANSFORMASJONEN  
HOS INDUSTRIEN  
I NORGE

04

04

0

04

04

04

4

4

#### **4.1 STUDIE OM NORSKE BEDRIFTERS SYN PÅ DIGITALISERING**

Norsk Industri og Siemens gjorde en undersøkelse i 2016 om hvor klare norske industribedrifter er for digitalisering: "Er norske bedrifter klare for den digitale fremtiden? En studie om norske bedrifters syn på digitalisering". Syv av ti svarer at digitalisering er avgjørende for å være konkurransedyktig om fem år, men bedriften mangler kompetanse og kapasitet til å ta ut potensialet digitalisering gir. Siemens fulgte opp denne undersøkelsen med en ny måling sommeren 2017: "Digital temperaturmåler for norsk næringsliv 2017". Rapporten konkluderer med at norsk næringsliv bruker digitalisering først og fremst til effektiviseringstiltak og i mindre grad til å utvikle nye forretningsmuligheter.

Rapporten peker på at bedriftene i større grad må benytte digitalisering til å utvikle nye løsninger og forretningsmodeller for at Norge skal opprettholde konkurransekraften. Undersøkelsen viser riktignok at det er en økt digital forståelse i forhold til forrige undersøkelse, men det er fortsatt lav prioritet på digitale planer og strategier.

Det er også større optimisme knyttet til digitalisering. SSB anslår at en av tre jobber kan komme til å forsvinne som følge av digitalisering de neste 15 årene. Bare 14 prosent av respondentene i undersøkelsen tror at digitalisering vil gi færre arbeidsplasser. Over 40 prosent mener at digitalisering vil føre til flere arbeidsplasser i Norge. Det er også en økning på nesten ti prosentpoeng fra forrige undersøkelse av ledere som svarer at digitalisering

vil være avgjørende for økt konkurransekraft for norsk næringsliv de nærmeste årene. Nå er denne på 75 prosent.

#### **4.2 DIGITAL TRANSFORMATION REPORT 2017 NORWAY**

Microsoft kom i mai 2017 med rapporten "Digital Transformation Report 2017 Norway". Dette er en dybdeundersøkelse gjort blant 29 av Norges største selskaper om hvordan de lykkes med digital transformasjon. Undersøkelsen viser at 23 av 29 bedrifter har digitalisering som meget viktig prioritering i sin strategi, men at det er krevende å implementere digitalisering, og med å endre tankesett og arbeidsmetoder. Selskapene strever med å gjøre endring raskt nok i forhold til mindre konkurrenter. 26 av de 29 selskapene bruker digitalisering for å forbedre kjernevirksomheten, men det er mindre fokus på nye forretningsmuligheter og vekst. Digitalt lederskap er kritisk for å lykkes med digital transformasjon, men det er ikke en enkel oppgave. Å endre måten man arbeider på er i liten grad gjennomført. Her kan start up-selskaper lære bort mye til større selskaper. Ny kompetanse trengs og kampen om talentene øker. Eksisterende teknologi og IT-løsninger hindrer tempo og fokus som digital utvikling krever.

Rapporten viser at endringene bare vil øke i tempo og vil være avgjørende for bedriftenes konkurransekraft. De norske rapportene viser at det er høyt fokus på digitalisering. Det avgjørende nå er å evne og omstille seg og implementere de digitale løsningene som passer hver enkelt bedrift slik at de gir økt verdiskaping.

### 4.3 DYBDEINTERVJU - TEKNOLOGIBEDRIFTER

En undersøkelse gjennomført av studenter på oppdrag for Norsk Industri sommeren 2017 blant et utvalg teknologibedrifter, ga et godt innblikk i modenhet på et utvalg teknologier som ofte knyttes til den digitale transformasjonen av industrien. For å kunne identifisere på hvilke områder bedriftene anså seg selv som langt fremme, hvilke områder som ble prioritert og hvilke områder en hadde ytterligere behov for kompetanse, rangerte bedriftene seg selv på en skala fra én til ti (se figur 4.1).

Undersøkelsen viser at bedriftene i størst grad praktiserer *automasjon/robotisering* og *system engineering*. Bruken av *virtual & augmented reality*, samt *big data* og *smarte produkter/systemer* var ikke like utbredt, hverken i kjennskap eller praktisering. *Simulering og additiv tilvirkning* var godt kjent blant bedriftene, men i mindre grad praktisert.

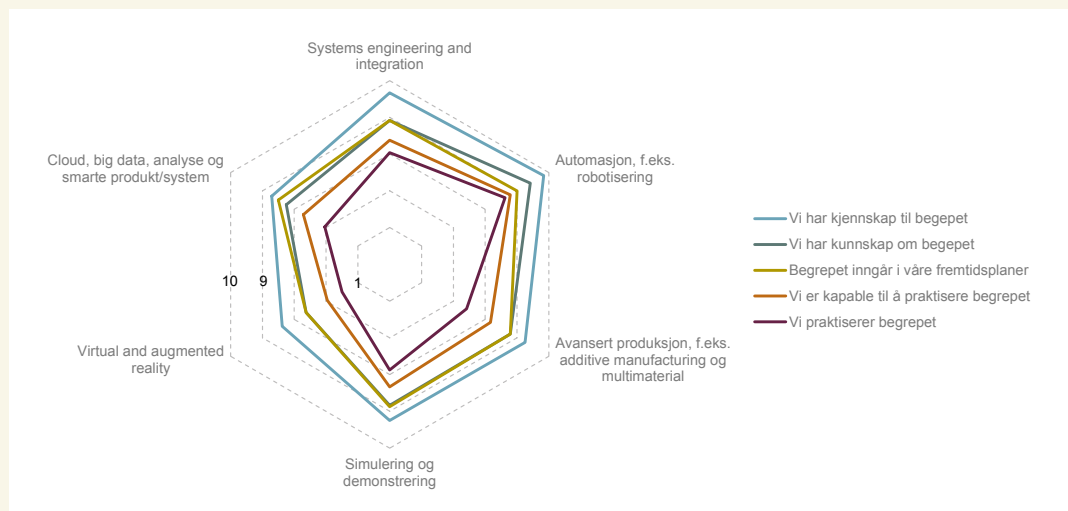
I tillegg til bruken av teknologi ser flere av bedriftene viktigheten av en digital plattform. Det arbeides med å finne hvilke plattformer som fungerer best for bedriftens eget behov, og om den er kompatibel med systemer fra aktuelle kunder og leverandører. Slik skapes en sømløs integrering av digitale og fysiske systemer som sammen muliggjør en bedre utnyttelse av blant annet big data.

#### Hvordan har bedriftene allerede mobilisert for å opprettholde og vinne konkurransekraft i den digitale utviklingen, og hva har fungert?

De som har lyktes med det digitale kompetanseløftet, er i hovedsak de som har sett at dette er en del av utviklingen. For noen har dette skjedd som en naturlig prosess, mens for andre som en nødvendig omstrukturering. Den enkelte bedrift har identifisert de teknologiene

**FIGUR 4.1**

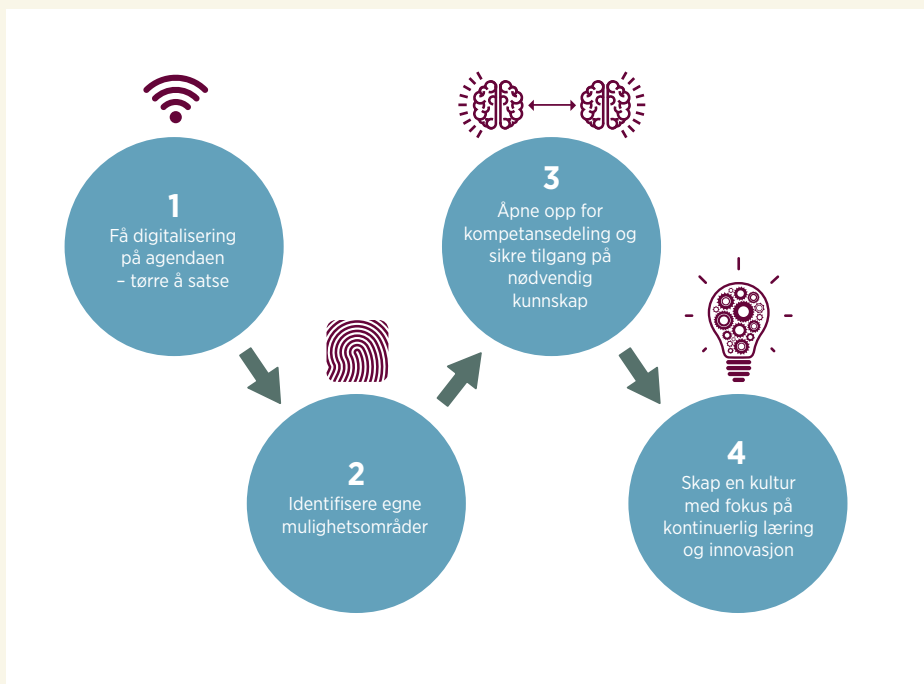
Vurdering av teknologiske prosess- og produktnivå





**FIGUR 4.2**

Hvordan opprettholde konkurransekraften



som har inneholdt en forretningsmessig verdi for egen del, og videre implementert dem inn i virksomheten. Satsingen fungerer ikke nødvendigvis optimalt på samme måte for alle. Men dersom den tilpasses bedriftens egne forutsetninger, vil man møte mindre motstand fra bedriftskulturen og oppnå en sterkere effekt på de områdene man ønsker å forbedre.

Undersøkelsen viser at de digitale lederne er åpne for en større grad av kompetanseutveksling og forbedringer. Bedriftene ser verdien av tilgang på relevant kunnskap og kompetanse gjennom aktivt samarbeid med nåværende nettverk og gjennom ytterligere relasjonsbygging, på tvers av bedrifter og over landegrenser. Dette gir store effekter. Bedriftene lærer av hverandre og arbeider videre sammen for å bli bedre. Det er prestasjonsfremmende for bedrifter som ikke har kommet like langt

med løsningene i praksis, og det blir lettere å identifisere mulighetsområdene for egen virksomhet i ettertid. Mange opplever sterke positive effekter av samarbeid med egne leverandører, hvor leverandørene gjerne oppfattes å være oppdaterte og dyktige innenfor sine fagområder.

#### **Flaskehalsen for å øke den digitale kompetansen**

De mest sentrale flaskehalsene identifisert gjennom intervjuer med teknobedrifter er:

- å tilegne seg relevant kunnskap og kompetanse i et marked i stadig endring
- å ha kapasitet og ressurstilgang som muliggjør satsing på ny teknologi
- tilgang til og verifisering av ny teknologi
- bedriftenes omstillingsevne
- å se mulighetene
- cyber security

De strategiske utfordringene for bedriftene er i hovedsak knyttet til usikkerhet da det er vanskelig å se hele mulighetsområdet. Dette gjør det utfordrende å satse, spesielt dersom en har begrensede ressurser. Selv om digitaliseringen kan være et nyttig virkemiddel for å redusere kostnader og opprettholde konkurransekraft i et langtidsperspektiv, er det mange som ikke ser hvordan en større investering i digitaliseringsprosjekter vil gi god nok lønnsomhet. De velger derfor å ikke investere.

Å arbeide tettere med andre aktører, bygge nettverk og integrere hele verdikjeden (kunder og leverandører) er sentralt når man skal skape konkurransefortrinn gjennom digitalisering. Å teste ut og ta i bruk nye teknologier krever ofte store investeringer. Å kunne dele på kostnadene og å dra nytte av hverandres kompetanse vil både være mindre ressurskrevende og mer givende for den enkelte aktør. Mange deltar også i forsknings- og utviklingsprosjekter. Fra noen blir det påpekt at den praktiske nytteverdien fra disse prosjektene ikke alltid er et tilstrekkelig insentiv for å delta.

#### **Suksesskriterier for kompetanseløft og hurtig digitalisering**

Vi står ovenfor en ny global konkurransesituasjon der det blir stadig viktigere å følge med i den digitale utviklingen for ikke å miste konkurransekraft. Det er derfor vesentlig å bevisstgjøre bedriftene på mulighetene og utfordringene, slik at de blir motivert til å engasjere seg i

utviklingen hver for seg og sammen i klynger og nettverk. At bedriftene selv ser behovet for omstilling er et suksesskriterium. Det kreves at de har tilgang til nødvendige verktøy og kompetanse, at det samarbeides utover egen bedrift og at aktuelle lovverk og reguleringer kommer på plass slik at man ikke møter unødvendige barrierer på veien. Katapultordningen vil gi mindre bedrifter kjennskap til andre bedrifters suksesshistorier og hvilke økonomiske fordeler som digitalisering kan gi. Katapultordningen vil også bidra til økt kompetanse om å finne de beste, hurtigste og mest kostnadseffektive måtene å teste ut og ta i bruk innovative løsninger på.

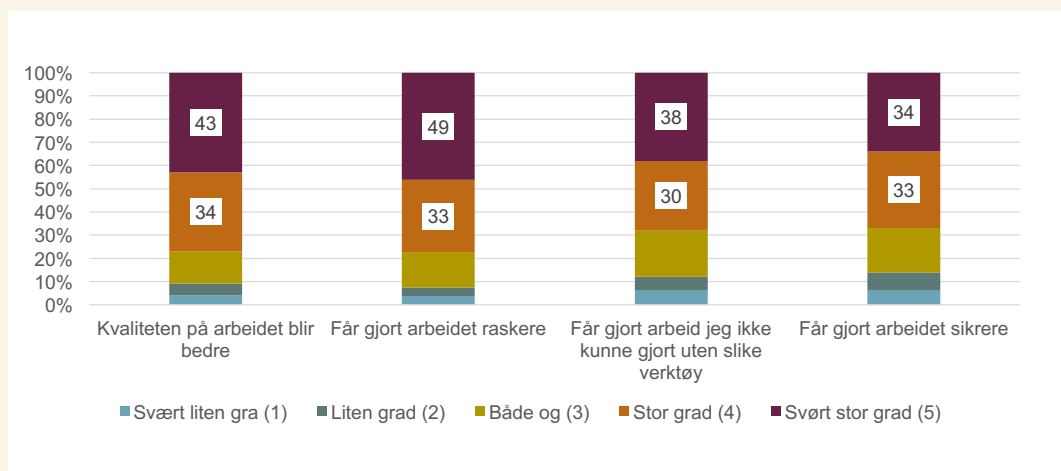
#### **4.4 KARTLEGGING AV UTVIKLINGS-MODENHET I NORSK INDUSTRI**

Et sentralt element i både forbedringsarbeid og innovasjon er å vite hvor man er når man starter. For å kunne se både nåværende ståsted og etterhvert utvikling har SFI Manufacturing (et av flere sentre for forskningsdrevet innovasjon) gjennomført en Maturity Mapping hvor de har sett hvor langt partnerbedriftene har kommet blant annet innenfor områdene digitalisering og produkt- og prosessutvikling. Kartleggingen skal gjentas for å måle endringer over tid.

Innen "Digitalisering" kan de oppsummere de sentrale resultatene fra Mappingen som følger; norske industribedrifter har kommet godt i gang med digitaliseringen.

**FIGUR 4.3**

Nytte av digitale verktøy - Gitt at du bruker digitale verktøy, hvilken nytte gir digitale verktøy i din arbeidshverdag? (N=1179)



Dette gjelder både bruk av digitale verktøy som PC og nettbrett, samt bruk av digital informasjon til å bedre produktiviteten. De tre vanligste verktøyene som brukes blant de ansatte er PC (99 prosent), foto/video (80 prosent) og smarttelefon (75 prosent). Deretter er produksjonsstyrings/mangementsystem svært utbredt (53 prosent), men her er det forskjeller mellom bedriftene som deltar. I produksjonen bruker 86 prosent av arbeidstakerne digitale

verktøy, og omkring halvparten svarer at informasjonen er tilstrekkelig, oppdatert og klar og forståelig.

For å kunne legge en strategi for videre utvikling er en slik kartlegging meget verdifull for bedriftene. Digitalisering krever ikke bare nye verktøy og endrede arbeidsmåter internt, det er også avgjørende med kompetanseutvikling for å kunne nyttiggjøre seg disse mulighetene.

# 05

TEKNOLOGI OG DIGITAL-  
ISERING I PRAKSIS FOR  
BEDRIFTENE

Økt digitalisering gir oss nye muligheter til å håndtere og analysere de enorme datamengdene som samles inn. Det har blitt samlet mer data de to siste årene enn alle år tidligere til sammen. Mer dataprosesseringskraft, utvikling av kunstig intelligens (AI) og kognitiv maskinlæring er de nye muliggjørende teknologiene, som gjør at digitaliseringen har fått en helt sentral og avgjørende betydning i denne utviklingen. Ulike land og konsultentselskaper har ulike modeller for å beskrive hva som ligger bak digitalisering. Gjennom modenhetsstudier blant et utvalg av teknobedriftene kom det frem en rekke gode eksempler på praktisering av disse teknologiene. Studiene viste også at det er et høyt fokus på Lean og at digitalisering og Lean passer godt i lag.

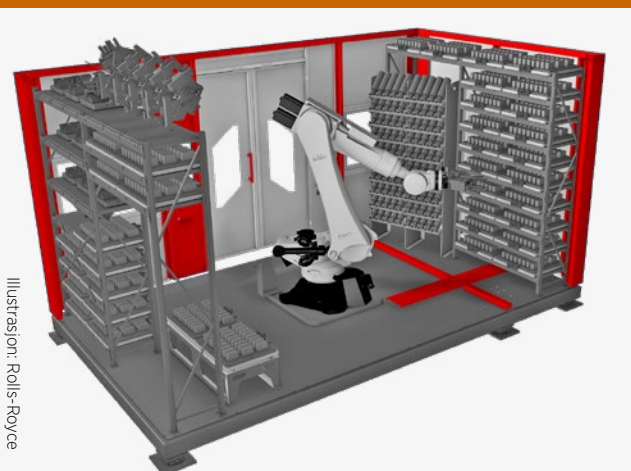
De fleste bedrifter er godt kjent med automatisering og robotisering. Det er også mye fokus på at robotene blir mer fleksible, autonome og samarbeidende. Dermed blir bruksområdet stadig større, for eksempel fleksibel produksjon og i samhandling med mennesker. En ser gode eksempler på automasjon både hos store og små bedrifter.

Roboter brukes i stadig nye prosesser og blir samtidig rimeligere og mer fleksible. Automatiseringen dekker i stadig større grad også de indirekte prosessene som programmering og dokumentering. Dermed blir det mer aktuelt å bruke robotisering også i produksjon av få enheter.

## AUTOFLEX

Gjennom et BIA-prosjekt, Autoflex (senere også omtalt i kapittel 7), testet Rolls-Royce Marine ut flere av mulighetene digitalisering byr på i et samarbeid med Benteler Aluminium Systems Raufoss, Intek Engineering og Sintef Raufoss Manufacturing. Et kraftfullt samarbeid mellom to klynger hvor erfaringer

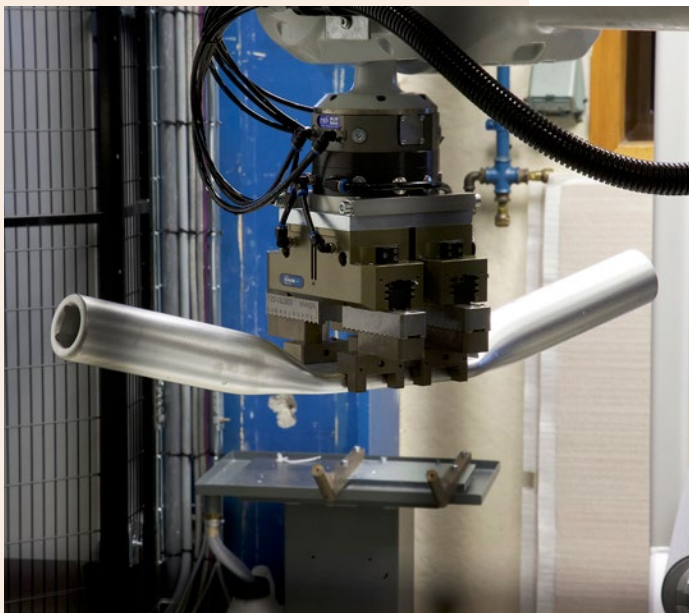
fra volumproduksjon utveksles med «design-til-ordre». Spesielt ble parameterstyrt programmering, vision-system og kraftkontroll testet for en fullt fleksibel "design-til-ordre"-produksjon. Resultatet ble en automatisert prosess som monterer svært avanserte produkt, med stor variasjon i lavt volum effektivt, det vil si uten re-programmering og rigide logistikk-systemer. Paramaterbasert programmering eliminerte re-programmering av prosess gjennom bruk av informasjon fra CAD-modell og et regelsett for hvordan produktet skal produseres (ved moderate endringer av produkt). Vision-systemet gav robotcellen de nødvendige «øyne» til å finne komponenter og produkt, og man unngikk rigide system med faste lokasjoner. Sist, men ikke minst ble avansert kraftkontroll benyttet for å klare de svært krevende toleransene på produktet.



Illustrasjon: Rolls-Royce

## VP METALL AS

VP Metall AS på Raufoss har integrert det som tidligere var manuell sliping, kapping og maskinering av aluminiumsprofiler inn i en CNC-maskin med en robotcelle. Denne omstillingen har ført til at fire operasjoner, tidligere utført på fire separate maskiner, nå gjøres i en og samme prosess. Dette reduserer kostnader, frigjør kapasitet, øker nøyaktigheten og reduserer faren for skader.





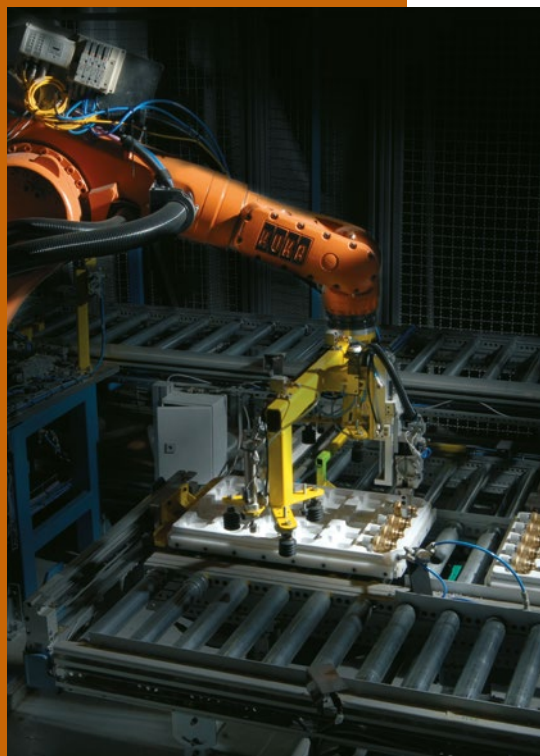
## BRUNVOLL – NORGES SMARTESTE INDUSTRIBEDRIFT I 2017

Brunvoll vant prisen som Norges Smarteste Industribedrift i 2017. Bedriften har lang tradisjon for å arbeide med digitalisering, både i form av robotisering og i form av å bygge digitale tjenester sammen med produktleveransene.

Ved sveiseroboten ser vi fra venstre Rolf Erik Jensen og Odd Inge Kirkeland.

## OSO HOTWATER

OSO Hotwater har en stor grad av automatisering i produksjonen. I løpet av de siste 10-15 årene har bedriften investert mye i nytt produksjonsutstyr, og har nær femti roboter i drift. Forholdet mellom antall operatører og antall roboter er på om lag én til én. Bedriften har oppnådd store fordeler, blant annet innen seriestørrelser, omstillingstid og kostnader i produksjonen. Dette er fundamentale faktorer for å være konkurransedyktig i et dynamisk marked. Tidligere produserte OSO Hotwater serier i antall på 300, 500 og 1000 stk., med gjennomløpstid på opp mot fire dager. Nå produserer de seriestørrelser på 20, 40 eller 60 stk., og gjennomløpstiden er ned mot et par timer. OSO Hotwater har innført RFID-teknologi med automatisk omstilling av servo- og multivisionutstyr. I tillegg til robotene har de 30 kameraer som overvåker produksjonen og alle PLS-ene er i stand til å utveksle informasjon.



## 5.1 AVANSERT PRODUKSJON, ADDITIVE MANUFACTURING OG MULTIMATERIAL

Hovedårsaken til at additive manufacturing ikke brukes av flere er trolig på grunn av kostnadene og kompetansen knyttet til denne teknologien. I en tidlig fase ser man 3D-printing hovedsakelig benyttet til produksjon av reservedeler og prototyping, men etter hvert vil det også integreres i normal produksjon hvor dette er fornuftig ut fra design, ledetid etc. Additive manufacturing benyttes også der designet vanskelig lar seg bearbeide med tradisjonelle produksjonsmetoder. En av fordelene ved additive manufacturing er nettopp at man har stor frihet når det kommer til hva man kan bygge.

## 5.2 SIMULERING OG DEMONSTRERING

Simulering kan benyttes blant annet innenfor systems engineering, produktdesign, operasjon/drift, produksjonsprosess, supply chain design osv. Ettersom man unngår dyre fysiske piloter med potensielle påfølgende endringer, vil simulering være i utstrakt bruk for å øke innovasjonstakt, kvalitetssikre og optimalisere. For eksempel vil optimalisering av operasjoner drives ved hjelp av sanntid-data fra intelligente system, og kan i langt større grad enn tidligere demonstrere komplekse system, produkt og operasjoner.

Ofte vil det være vesentlige kostnader knyttet til produkttesting. Ved utvikling av høykostprodukter med lang utviklingstid og kostbare komponenter, kan det være mye å spare ved å simulere på forhånd for å avdekke eventuelle feil, mangler etc., istedenfor å utføre flere fysiske tester. Spesielt verdifullt kan det være å simulere dersom testen fører til at produktet eller komponenten forbrukes der og da, slik som for eksempel ved en rakettoppskytning.

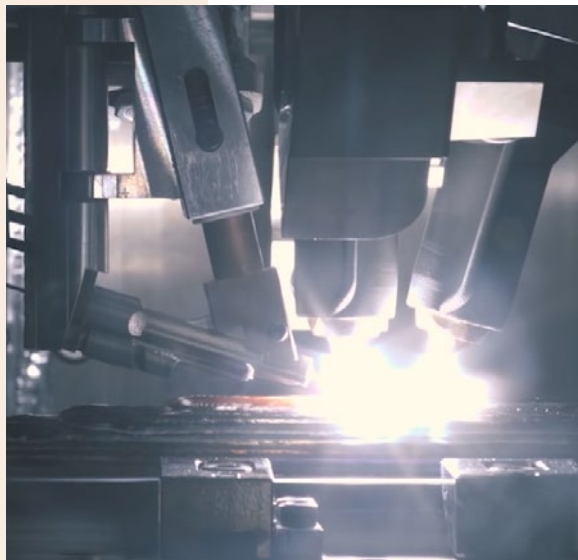
Simulering kan også benyttes i opplærings-sammenhenger eller som en del av salgspresentasjoner. Gjennom samarbeid med kunden og visualisering av sluttproduktet kan eventuelle endringer gjøres før produksjonen faktisk settes i gang. Simulering av produksjonsprosesser kan blant annet gi en indikasjon på om sekvenser og syklustider stemmer før man bygger og setter opp den fysiske strukturen. 3D-modeller vil i dette tilfellet inkludere alle komponenter, roboter etc., som befinner seg i nettverket, hvor man kan observere samhandlingen på de ulike nivåene. Simulering på software er også en mulighet.



## TRONRUD ENGINEERING

---

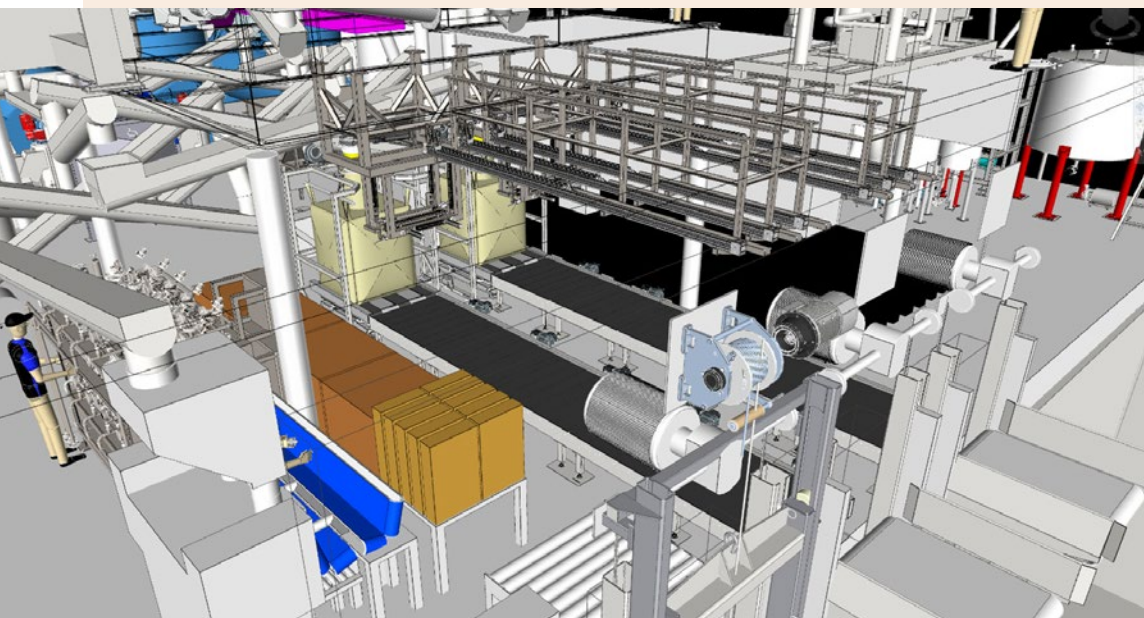
Tronrud Engineering er en pionér innenfor additive manufacturing. De ser klare fordeler, som optimalisert kvalitet på komponenter og produkter, ved å bruke denne produksjonsteknologien. Blant annet har de patentert en egenkonstruert lyddemper i titan som har revolusjonert markedet. Dette har de gjort ved å konstruere lyddemperen med en geometri som gir den beste styrken, samtidig som det brukes minst mulig materiale. Lyddemperen produseres i ett stykke uten kompliserte sammensetninger. Demperen er allerede testet i flere instanser, både av jegere, sportsskyttere og Forsvaret. Utover lyddemperen har Tronrud Engineering også studert mulige løsninger hvor 3D-printing med titan kan bli benyttet til proteser, beinstrukturer og liknende. Dette er mulig ettersom titan kan bli en naturlig del av benet. Forskning på bruk av nye materialer skaper fordeler på flere områder, og på tvers av bransjer.



## NAMMO

---

Nammo er et internasjonalt romfarts- og forsværsselskap med hovedkvarter på Raufoss. Til å utvikle ammunisjon og rakettmotorsystemer, benytter Nammo avanserte dataverktøy for å simulere prestasjonen til produktene. Erfaring viser at ytelsessimuleringene som er gjort sammenfaller veldig godt med testresultater når Nammo lager prototyper for testing. Dette gjør at ingeniørene kan gjøre mye av utviklingsarbeidet på virtuelle modeller. Produksjonsprosesser blir også simulert for å kunne optimalisere prosessene før serieproduksjon blir igangsatt.



## OPTIMAR

Optimar er en leverandør av avanserte fabrikker og maskiner for håndtering av fisk. Her benyttes virtualisering og simulering blant annet for å teste og optimalisere fabrikker før design fryses. Virtualiseringen gjøres i en tidlig fase, og gir både kunde og designer et mye bedre innblikk i hvordan fabrikken vil se ut når den settes opp enn hva tradisjonelle metoder kunne gi. Dette sparer mye tid i designfasen, gir bedre plassutnyttelse og ikke minst en enda mer optimalisert fabrikk med hensyn til ytelse.

### 5.3 VIRTUAL & AUGMENTED REALITY

Virtualisering av system, produkter og prosesser øker kraftig og blir stadig mer avansert. Utviklingen går fra enklere virtualisering av produkter og prosesser til avanserte fremstillinger, hvor man eksempelvis beveger seg i et rom med både fysiske og virtuelle features, for eksempel virtuell informasjon, skjermer og brytere. Dette brukes til opplæring, trening, vedlikehold, service, simulering osv. Man vil også se digitale tvillinger hvor felles standarder gjør det mulig å bygge opp komplekse system langt mer effektivt enn tidligere.

#### 5.4 CLOUD, BIG DATA, ANALYSE OG SMARTE PRODUKT/SYSTEM

Utviklingen innenfor digitalisering gjør at store mengder data som ikke tidligere var tilgjengelig nå er tilgjengelig. Sensorer har blitt billigere, og kan kobles til så å si hva som helst. På denne måten kan man lære mye mer om hvordan produktene fungerer under virkelige operasjoner. Funksjonaliteten kan forbedres ut fra operasjonsprofilen, kunden kan lære optimalt forbruksmønster og drive prediktivt vedlikehold ved å enklere kunne forutsi produkter og systemers «oppførsel». Analyse av slike big data vil være en forutsetning for å kunne optimalisere egen virksomhet gjennom automatisering, robotisering, simulering, virtual reality etc. Innsamling og bruk av big data, kunstig intelligens (AI) og kognitiv maskinlæring anses som noe av det viktigste innen digitalisering. Eksempler som bruk av statistisk prosesskontroll, maskin- og prosessprediksjon og analyse av kundens forbruksmønster er typiske bruksområder. Større grad av tilpassing av produkter og løsninger til kundens preferanser er et annet bruksområde. Markedet vil kreve en høyere grad av sporbarhet, noe som påvirker hvordan bedriftene er nødt til å samle inn og nyttiggjøre seg av data. Enheter som tidligere opererte individuelt kobles nå sammen for en sømløs integrering på tvers av fysiske og digitale systemer. Når alle systemene er koblet sammen tilgjengeliggjøres det blant annet data i sanntid, som igjen kan legge grunnlag for styring av produksjonsprosesser. Dette anser bedriftene som et stort potensiale.

#### 5.5 CYBER SECURITY

Digitaliseringen åpner også for nye utfordringer. Bedriftene må blant annet ta stilling til eierskap

---

*Big data, kunstig intelligens (AI) og kognitiv maskinlæring anses som noe av det viktigste innen digitalisering.*

---

av data, hvor tilgjengelig kan informasjon være, om de ønsker å dele dataene med andre og på hvilket nivå. Enhver bedrift har sin kjernekompetanse som de ønsker å holde for seg selv, og som ofte går inn under et strengt sikkerhetsnivå. I tillegg har de informasjon om produktene de kan dele med underleverandører. Videre har de data de kan dele i utviklingsprosjekt sammen med kunder, underleverandører eller i forskningsprosjekter i en lukket gruppe. Informasjonsflyten må balanseres optimalt innenfor nivåene, men uten at det går på bekostning av sikkerhetsrestriksjonene. Det er kritisk at dataene sikres og man må kunne stole på at ikke noe kommer på avveie. Her vil bruken og videreutviklingen av cyber security stå sentralt. Det vil være nødvendig at denne utviklingen beveger seg parallelt med teknologien, ettersom det kan oppstå nye utfordringer i fremtiden som det ikke er tatt høyde for i dagens løsninger.



## SANDVIK TEENESS

---

Sandvik Teeness i Trondheim utvikler og produserer vibrasjonsdempede verktøyholdere for maskineringsoperasjoner. Måling av komponenter under maskinering vil kunne bli overflødig når det sensorerte verktøyet hele tiden kan føle på prosessen og gi operatøren feedback på kvalitet underveis. Ved analyse av prosessdata kan man både predikere overflatens ruhet, komponentens dimensjoner og samtidig dokumentere disse. En kan også aktivt påvirke parametere som posisjon av akser eller turtall for å kunne kompensere for eventuelle avvik fra det mål eller den form man ønsker å oppnå. Denne type bruk av digitalisering tar bort eller minimerer betydelig målinger og inspeksjoner av maskinerte produkt. Forutsetningene for å kunne gjøre dette teknologiske spranget, er at man klarer å kombinere kunnskap innen flere fagområder slik som sensortechnologi, dynamikk, maskineringsprosess, materialteknologi, elektronikk og programmering på en måte som skaper nye verdier for kunden. Man beveger seg også i større og større grad mot proaktive beslutninger fremfor reaktive, hvor man fjerner tidsbruken på manuell prosessering og analyse, og maskinene i seg selv tar beslutninger på bakgrunn av dataen den tilgjengeliggjør.

## GKN AEROSPACE

GKN Aerospace gjennomfører et forskningsprosjekt hvor de vurderer ulike former for digital kommunikasjon for å se hva de ansatte responderer best på. De har blant annet utstyrt noen operatører med en egen Apple-klokke som mottar meldinger direkte. I tillegg innfører de digitale skjermer rundt om i produksjonsavdelingen for å skape en kontinuerlig oversikt over status på maskinene. Dersom en maskin får et akutt tilsynsbehov meldes maskinstopp gjennom et elektronisk kommunikasjonsverktøy som er direkte koblet til klokkene og skjermene. Likeledes sendes varsel om planlagte hendelser i forkant slik at operatørene kan se til maskinene før de stopper. Ved maskinhavari vil meldinger sendes automatisk til vedlikeholdsavdelingen som videre tar fatt i problemet. Dette vil medvirke til å styrke autonomiteten i produksjonen, slik at operatører i større grad blir fleksible ressurser og kan betjene flere maskiner. Et annet fokusområde hos GKN, er logging av stopptidsårsaker automatisk i noen maskiner. Denne informasjonen skal brukes til big-data analyse for å øke produktiviteten, forbedre produksjonsprosessene og muliggjøre prediktivt maskinvedlikehold.







## 5.6 NYE FORRETNINGSMODELLER

Både bedriftsmarkedets og konsumentenes krav blir påvirket av digitaliseringen. Fra å være skeptiske til touch-funksjonen på mobiltelefoner, er nå alt fra flybilletter til bankkort integrert i smarttelefonen. Denne integreringen har et enormt potensiale. Markedet krever stadig en høyere funksjonalitet i produkter, raskere innovasjonstakt og mer tilgjengelige tjenester. Det finnes flere eksempler på verdens-suksesser, som Uber, Airbnb og liknende konsepter. Det er ingen grunn til å tro at dette er en forbigående trend. Et mer industrinært eksempel er Rolls-Royce Marine. Her ser de muligheter utover den tradisjonelle transaksjonsforståelsen, og introduserer det de kaller «Power by the hour», basert på modeller fra blant annet luftfartsindustrien. Som leverandør er det ikke lenger slik at de kun selger produktet, men derimot inngår en langsiktig avtale hvor de til enhver tid overvåker og analyserer bruken av produktet fra et kontrollsentral. Basert på dette yter de nødvendig service for å levere «oppetid» og sikre at produktet fungerer optimalt. I praksis betyr dette et skifte i samhandling med kunde, ved at de kjøper

funksjonalitet i stedet for produkt/system. Betalingsmodellen blir ikke lenger bygget rundt enkelttransaksjoner, men gjennom abonnementsløsninger. Lønnsomheten i slike modeller drives av forståelse for kundebehov og operasjoner, kombinert med analyse av store datamengder basert på avansert sensorikk. På denne måten opparbeider de seg langvarige kundeforhold og en tettere kunde-/leverandørrelasjon.

Ved et skifte fra å eie til å leie, vil man kanskje ikke være like bevisst på om den enkelte komponent er produsert av nye materialer eller brukt i forkant. Dette åpner for gjenbruk hvor blant annet nye maskiner kan bli satt sammen av brukte deler. Bedriftene kan også, gjennom abonnementsløsninger, dele verktøy og hjelpemidler ettersom de har kjøpt en tilgang i stedet for et fysisk produkt. Dette kan danne grunnlag for nye forretningsmodeller. Økende fokus på miljø vil også påvirke markedene og føre til endringer i hvordan produkter redesignes, fornybar energi brukes eller gjenvunnet material benyttes.

## ØGLÆND SYSTEM

Øglænd System i Rogaland er et globalt selskap som leverer produkter innen olje og gass, infrastruktur, skipsindustrien, offshore vindkraft, fiskeindustrien, datasentraler og vannbehandlingsanlegg. Selskapet har benyttet digitalisering til å gjøre sine eksisterende løsninger mer tids- og kostnadseffektive. Data lagres og videreutvikles slik at bedriften kan benytte seg av etablert tegningsunderlag, fremfor å tegne nytt til hver enkelt kunde. Det kan kalles for «digitalisert gjenbruk». Virksomheten har laget en egen master for løsningsforslag/systemløsninger som enkelt kan gjenbrukes og tilpasses til den enkelte kunde gjennom digitale "drag and drop-løsninger". På denne måten kan man bare ved hjelp av tastetrykk utforme individuelle tilpasninger og teste ut ulike varianter av løsninger. Gjennom digitaliseringen kan kundene også ta tegningene direkte inn i deres egne systemer slik at de sparer både tid og ressurser. Øglænd System går nå fra å bare produsere produktene til mer kundetilpassede løsninger. Øglænd Systems primære inngang til kunden er ikke lenger selve produktene, men løsningene og de unike fordelene som kunden opplever ved bruk av deres produkter. De behøver ikke lenger produsere hva de selv tror kunden trenger, men hva kunden faktisk ønsker.





KOMPETANSE

OB

OB



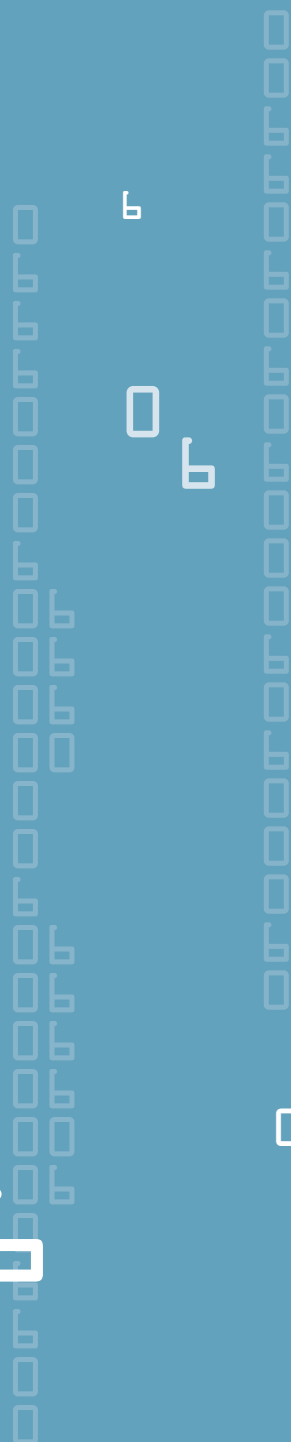
OB

OB

B



OB





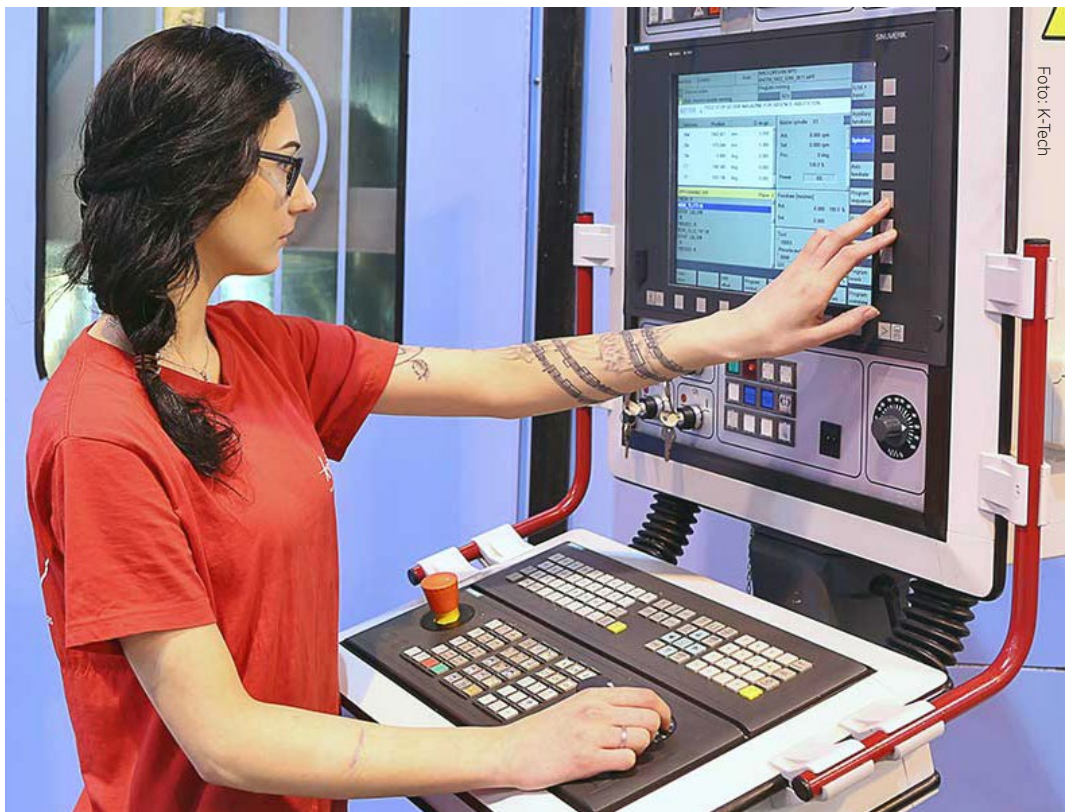


Foto: K-Tech

## 6.1 FAGARBEIDEREN

Det norske arbeidslivet trenger fagarbeidere med teoretisk og yrkesfaglig kompetanse på høyt nivå. Men utviklingen for fagarbeiderutdanningen over de siste årene spiller dessverre ikke behovsbildet i arbeidslivet. SSBs fremskrivninger av kompetansebehov anslår at Norge i 2035 vil mangle opp mot 100 000 fagarbeidere. For norske industribedrifter er dyktige fagarbeidere en viktig konkurransefaktor. Derfor er denne utviklingen svært bekymringsfull for norske bedrifter. Med Meld. St. 9 (2016-2017) Fremtidens fagarbeider, ble en rekke tiltak foreslått for å forsøke å snu en negativ trend og heve statusen for fagarbeideren. Det er rundt 230 000 elever og lærlinger i videregående opplæring, hvorav 39 000 lærlinger, og 250 000 studenter ved universiteter og høyskoler.

Fagskoleutdanningen med 15 000 studenter er også viktig. Fagskolene er utviklet i nært samarbeid med samfunns- og arbeidsliv for å sikre behovet for oppdatert og spesialisert kompetanse. De er dermed godt egnet til å møte omstillingsbehov i et livslangt læringsperspektiv.

Innen den yrkesrettede videregående utdanningen og de tekniske fagskolene er utstyrs-situasjonen langt fra tilfredsstillende. Mer moderne utstyr vil gi elevene bedre opplæring, høyere motivasjon og trolig bidra til at flere gjennomfører utdanningsløpet. Staten i samarbeid med fylkeskommunene bør derfor etablere et program for oppgradering av utstyr og maskiner.

## SKILLS

Automatisering, robotisering, og behov for høyere innovasjonstakt krever kompetente og interdisiplinært dyktige fagfolk. Prosjektet SKILLS setter søkelys på riktig kompetanse for fremtidens fagarbeidere, hvordan yrkesopplæring og bedrifter kan samarbeide og hvordan opplæring i bedrift utvikler dyktige fagarbeidere med riktig kompetanse.

SKILLS er et KPN-prosjekt (Kompetanseprosjekt) i BIA-programmet til Forskningsrådet, med varighet fra 2015 til 2018. Det er SINTEF Teknologi og samfunn og NIFU som er

forskningspartnerne i prosjektet. Bedriftspartnerne er Sandvik Teeness, Pipelife og Siemens Power Electronics Centre. I tillegg deltar Charlottenlund, Heimdal og Surnadal videregående skoler. Bedriften Learning Moment Technologies lokalisert i Rørvik er med som utvikler av elektronisk baserte læringsløsninger.

Resultater fra prosjektet så langt viser at både basiskompetanse og mer generell kompetanse må økes fremover. Å kunne håndverket er viktig, men like viktig er evnen til å ta ansvar, forstå verdikjeden, lære, og å samarbeide og kommunisere på tvers av profesjoner. Disse funnene gjør at det nå foregår mye spennende i SKILLS, som for eksempel piloten "Fra fjortis til fagarbeider". Piloten er et prosjekt mellom en ungdomsskole, to videregående skoler, NTNU og bedriftene hvor elever i 9. trinn utvikler konsept for et fartøy. Elevene følger ideen sin til konstruksjon ved NTNU Maskinteknikk, videre til utvikling på elektro- og TIP-avdelinger ved to skoler, før de tar den tilbake til bedrift for endelig montering. Piloten videreføres i tolv ungdomsskoler i Trøndelag fra årsskiftet, og det tas sikte på at dette skal bli et nasjonalt foregangsprosjekt.

Et annet eksempel er prosjektet "FoU-lærlinger". I en av samarbeidsbedriftene skal alle lærlingene i CNC-faget være i FoU-avdelingen i tre måneder som del av opplæringsløpet. Bakgrunnen er at dersom fremtidens fagarbeidere skal forstå verdiskaping, må de forstå det tekniske og markedsmessige underlaget som produksjonsleveransene bygger på. Mange lærlinger i en bedrift kan bli en "motor" i innovasjonsarbeidet. Lærlingene har ofte stor erfaring i bruk av IKT, og de stiller spørsmål som utfordrer gamle produksjonsmåter.





## 6.2 SAMARBEID SKOLE OG INDUSTRI

Samarbeid mellom skole og næringsliv bidrar til økt rekruttering til yrkesfag og å tilpasse opplæringen til næringslivets behov. I bedriftene får elevene mulighet til å øve på å bruke nytt utstyr og den maskinparken de møter når de kommer ut i arbeidslivet. Innen TIP (teknikk og industriell produksjon) er det 59 fag å velge blant. Mange skoler med dette utdanningsprogrammet har gammelt utstyr. Derfor er et godt samarbeid mellom disse skolene og industrien spesielt viktig.

Ser vi etter best-practice eksempler i utlandet, er det ofte det tosidige samarbeidssystemet i Tyskland som trekkes frem:

Tysklands tosidigesystem innenfor fag- og yrkesopplæring der lærlingen veksler mellom å få opplæring i skole og bedrift, er unikt og internasjonalt anerkjent. Det er også utviklet tosidige høyere utdanningsprogrammer. I Tyskland er det lange og sterke tradisjoner for samarbeid mellom utdanning og arbeids- og næringsliv. Dette gjelder for eksempel villighet til å investere i fremtidig arbeidskraft gjennom ressursbruk inn mot bedriftsintern opplæring. Det gjelder videre det forpliktende samarbeidet om utvikling av utdanningsprogrammer og pensum, og anerkjennelse av opplæringen som skjer i og av bedriften som del av utdanningen.

Kilde: "Fremtidens fagarbeider, St. mld. 9 (2016-2017)

## CENTER OF EXCELLENCE FOR YRKESFAG I KONGSBERG TEKNOLOGIPARK

Et spennende pilotprosjekt for fornyelse av videregående utdanning

---

Fra skolestart i august flyttet en klasse fra Vg2 Industriteknologi fra Kongsberg videregående skole (KOVs) sammen med lærling- og kursbedriften Kongsberg Technology Training Center (K-tech) i Teknologiparken. Prosjektet har kommet i stand etter initiativ fra Kongsberg Defence Systems, LO/NHO og Buskerud fylkeskommune våren 2015, og er utviklet i nært samarbeid med KOVs og K-tech.

Bakgrunnen for satsingen er industribedriftenes behov for faglært arbeidskraft med rett kompetanse, og fylkeskommunens ønske om å tilby elevene relevant opplæring i en praksisnær opplæringsarena. Omstilling i industrien, med mer automatisering, robotisering, digitalisering og produksjonsceller, må i større grad påvirke videregående opplæring fremover. Center of Excellence (CoE) skal tilby innovativ utdanning med moderne utstyr og kompetanse, i samarbeid mellom skole og arbeidsliv.

CoE skal være et ressurscenter for faglærere og instruktører med større fagmiljøer og oppdatert kompetanse. Det er utarbeidet kompetansepakker med mulighet for hosi-

tering, opplæring på styrte maskiner og kurs hos maskin- og utstyrsleverandører på nytt utstyr. En kraftsamling av opplæring i industrielle fag i Teknologiparken gjør det mulig å tilby undervisning med topp moderne utstyr.

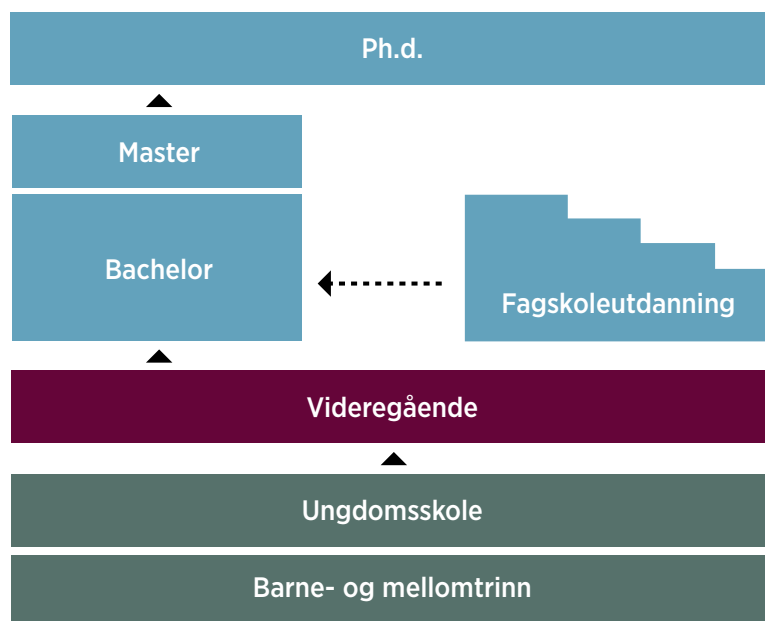
Et av hovedmålene med pilotprosjektet er å øke kvaliteten og attraktiviteten på utdanningen. Det gir mange fortrinn å være lokalisert nær industrien. Moderne utstyr, større fagmiljøer og spisset lærer- og instruktørkompetanse er nevnt. I tillegg blir elevene en del av spennende industrimiljøer og vil daglig jobbe tett på topp motiverte lærlinger. Vi tror dette til sammen vil øke attraktiviteten til utdanningen og sikre rekrutteringen fremover.

Det er store forventninger til pilotprosjektet. Samarbeidspartnerne KOVs, Buskerud fylkeskommune og eierbedriftene i K-tech, GKN Aerospace Norway AS, TechnipFMC og Kongsberg Defence & Aerospace, tror «Buskerudmodellen» kan utvikles til en regional og nasjonal modell for videregående opplæring for industri. Målsettingen er at denne modellen på sikt vil kunne favne andre bransjer.



**FIGUR 6.1**

Det norske utdanningssystemet



### 6.3 VEIEN TIL HØYERE UTDANNING

Det er mange veier til høyere utdanning. Tradisjonelt har man gått videregående skole trinn 1-3 sammenhengende for studieforberedende retning, og videre til høyskole eller universitet. Dette er fortsatt den mest vanlige inngangen til høyere utdanning, men det finnes stadig flere eksempler på 2+2-ordningen, der man kombinerer en praktisk og teoretisk tilrettelagt plan i videregående skole.

Antallet som tar høyere utdanning i dag har nær doblet seg siden 1990, der det innen økonomiske og administrative fag har økt fra 23 000-49 000 studenter og innen naturvitenskapelige og tekniske fag har økt fra 27 000-44 000 studenter. Også veien til mastergrad eller PhD er blitt mer fleksibel de senere år ved at erfaringsbaserte masterprogrammer vokser frem eller ved at Forskningsrådet har lansert nærings-PhD.

Ved Raufoss Videregående Skole tilbyr de tekniske og allmenne fag (TAF). Her oppnår elevene over fire år dobbel kvalifikasjon i form av fagbrev i teknikk og industriell produksjon (TIP) i samarbeid med lokalt næringsliv, og spesiell studiekompetanse med fordypning i matematikk og fysikk. Denne ordningen utdanner dyktige kandidater som sikrer verdiskaping i bedriftene og en videre akademisk karriere for de som ønsker det.

#### 6.4 NHOS KOMPETANSEBAROMETER

Kompetansebarometeret er basert på spørreundersøkelse blant medlemmene i NHO. Kompetansebarometeret i 2017 viser at håndverksfag og ingeniør- og tekniske fag er de to fagområdene som er mest etterspurt. Litt i overkant av halvparten av bedriftene oppgir behov for arbeidere innen håndverksfag, mens noen færre (46 prosent) har behov for ingeniører og arbeidere innen tekniske fag. Når det gjelder utdanningsnivå bedriftene har bruk for, viser Kompetansebarometeret at bedriftsstørrelse har stor betydning for hvilket utdanningsnivå bedriften har behov for, spesielt når det gjelder høyere utdanning. Mens kun om lag en femtedel av de minste bedriftene (de med

---

*Kompetansebarometeret 2017: håndverksfag og ingeniør- og tekniske fag er de to mest etterspurte fagområdene.*

---

færre enn 10 ansatte) har behov for personale med mastergrad, er andelen nesten 80 prosent blant de største bedriftene (de med flere enn 250 ansatte). Tilsvarende mønster gjelder for behovet for bachelorgrad.

#### 6.5 KOMPETANSEBEHOV

Innføring av ny teknologi er mye mer enn å kjøpe inn nytt utstyr. Ny kunnskap og ferdigheter, samt endret bruk av ressurser er avgjørende for å lykkes. Spesielt for små og mellomstore bedrifter er det viktig med tilrettelegging fra institusjoner for å få gjennomført digital transformasjon. Her vil virkemidler som klyngeprogrammene i Innovasjon Norge og Norsk katapult (SIVA) ha en enda sterkere funksjon fremover.

Sterke kunnskapsmiljø i universitets-, høyskole- og instituttsektoren har bidratt til at Norge har en forsknings- og kunnskapsintensiv vareproduserende industri som er globalt konkurransedyktig innenfor en rekke sektorer og nisjeområder. Dette er oppnådd gjennom høy innovasjonsevne, samspill med krevende kunder og effektiv produksjon.

Bedrifter som driver avansert vareproduksjon er ofte sentrale partnere i nasjonal og internasjonal forskning, med globale kompetansesentre innen nisjeområder i sine internasjonalt orienterte konsern. Den norske modellen, med tett samarbeid på tvers av bransjer, flate strukturer og respekt på tvers av fag, er også et klart fortrinn for Norge og en del av fundamentet for norsk vareproduksjons endringsevne og konkurransekraft. Dette vises gjennom et generelt høyt kunnskapsnivå i alle ledd, og lite byråkrati.

Fusjoneringen av NTNU i Trondheim med høyskolene i Ålesund og Gjøvik har bidratt til å koble industri- og kunnskapsmiljøene på de tre stedene tettere sammen. Et produkt av dette

## NAMMOS BEDRIFTSSKOLE

---

Økende internasjonal konkurranse innenfor forsvarsindustrien gjør at NAMMO Raufoss kontinuerlig må utvikle nye produkter samt kunne produsere nye og eksisterende produkter mer effektivt. I en industri preget av høy teknologisk utvikling, både på produkter og produksjonsprosesser, er det viktig å ligge et steg foran for å være en foretrukket leverandør. Det å ta en ledende posisjon innen en høyteknologisk bransje som forsvarsindustrien, krever også at de ansatte har kunnskap og ferdigheter til å utnytte og utvikle produksjonsteknologi. Et opplæringstiltak NAMMO har gjort er å etablere sin egen bedriftsskole. Her kan lærlinger og ansatte som ønsker/trenger faglig påfyll utvikle ferdigheter i et læringsmiljø i parallell til daglig produksjon. For eksempel vil lærlinger som skal utdanne seg til CNC-maskinoperatører med fagbrev få opplæring i nytt og moderne utstyr, og på reelle produkter, som er tilnærmet likt utstyret som finnes i produksjonslinjene. I tillegg til at elevene blir dyktige til å programmere, simulere og tilvirke avanserte komponenter får de også innsikt i viktige prinsipper med hensyn på produktivitet; kvalitet, vedlikehold, omstillingstid, renhold, optimalisert flyt og kontinuerlig forbedring. En viktig gulrot for deltagerne på bedriftsskolen er at NAMMO har hatt tradisjon for utdanne så dyktige kandidater at de kvalifiserer seg til internasjonale konkurranser. Senest i oktober 2017 deltok en av elevene i VM i CNC-maskinering (World Skills) i Abu Dhabi. Dette er et viktig ledd i å høyne statusen til fremtidens fagarbeider.





På bildet fra IdéLab ser vi fra venstre: Ove Daae Lampe, CMR, Mikhael Shlopak, Møreforskning Molde, og Øyvind Jensen, IFE

## MASKINLÆRING FOR AUTOMATISK QA FOR PRODUKSJON AV SMÅ SERIER / ETO-MANUFACTURING

Dette prosjektet har som mål å gjøre maskinlæringsmodeller tilgjengelig for kvalitets-sikring (QA) i produksjon av små serier. I komplekse og unike produksjonssetninger er det vanskelig å trekke læring fra en produsert enhet til en annen. Der slik læring forekommer, blir den ofte subjektiv og bundet opp til personell. Dette prosjektet ønsker å lage maskinlæringsmodeller som trekker inn måleparametere før, under og etter produksjon, satt sammen med simulert materialvitenskap. Disse modellene skal i en opplæringsfase trenes mot målt kvalitet på produkter. Etter endt trening kan modellen potensielt peke på problemer under produksjon, eller brukes til å skape økt forståelse om hvilke tiltak som påvirker sluttresultatet positivt eller negativt. Den største nyvinningen i dette prosjektet er abstraksjonen fra direkte sammenlignbare målinger fra produkt til produkt, og over til en modell som spenner over ulike produkter.

Dette prosjektet kom på plass på et av Forskningsrådets IdéLab-arrangementer hvor 28 utvalgte personer fra industri og akademia var samlet for å komme opp med unike og elleville ideer innen temaet Industri 4.0. Forskningsrådet stilte med nesten 14 millioner kroner som ble delt ut til de beste ideene. Tre kreative forskere fra Møreforskning Molde, Institutt for energiteknikk (IFE) og Christian Michelsen Research (CMR) slo hodene sammen og kom frem med en problemstilling om QA på produksjon av små serier. Denne likte ekspertpanelet og NFR så godt at de la fire millioner kroner bak den. Konseptet passer som hånd i hanske for samarbeidet mellom Oshaug Metall AS og Brunvoll AS, og de to teknologibedriftene så umiddelbart et stort potensiale i ideen. Prosjektet er igangsatt.



samarbeidet er en felles søknad til Forskningsrådet om infrastrukturmidler i 2017 – med satsingen "Nasjonalt senter for forskning på vareproduksjon ved NTNU med nasjonal infrastruktur for forskning på vareproduksjon (MANULAB)". Prosjektet fikk en bevilgning på 80 millioner kroner i 2017 fra Infrastrukturordningen.

Den nye forskningsinfrastrukturen skal ha lokasjoner i Oslo, Trondheim, Ålesund og Gjøvik, og skal styres av Norsk senter for vareproduksjon ved NTNU Gjøvik. Planen er at alle lokasjonene skal virke sammen, og i praksis fungere som ett virtuelt laboratorium. I prinsippet skal en forsker kunne sitte hvor som helst i verden, og gjøre forsøk på utstyr som befinner seg på en av lokasjonene i senteret. Sett i sammenheng med øvrige virkemidler for FoU for vareproduksjon, gir dette et viktig bidrag til en helhetlig verdikjede fra forskning (og utdanning) til industrialisering.

## 6.6 DEN LÆRENDE BEDRIFT

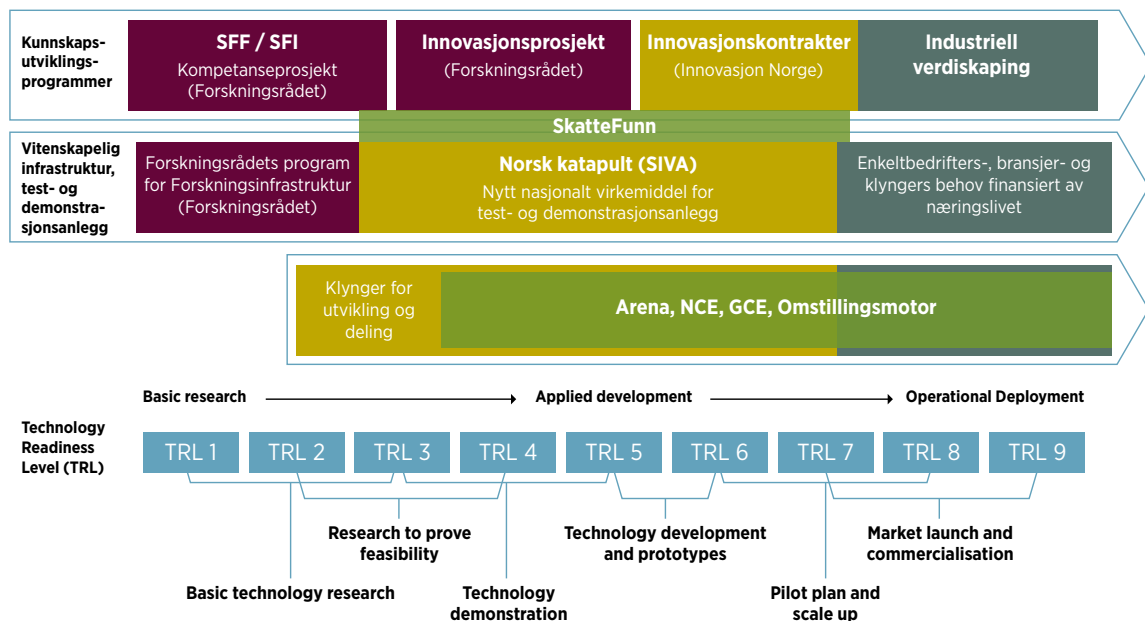
Bedriftene må legge til rette for livslang læring og skape en kultur for dette. Læring kan skje på flere plan, i ulike fora, synkront og asynkront. De ansatte vil foretrekke ulike metoder for å tilegne seg ny kunnskap. Læring skjer uoppfordret og ved at den enkelte ansatte er motivert, ønsker det og selv finner frem til ressurser. Dette skjer i større grad enn bedriftene er klar over. Mange bedrifter legger til rette for 70:20:10-modellen, hvor man anerkjenner at mye av læringen skjer gjennom praksis og gjennom samspill med kollegaer, og i mindre grad gjennom kurs og e-læringsmoduler. Derfor ser man at fremtidens formelle lærings-situasjoner i større grad bør kjennetegnes av samarbeid og samspill. Organisasjonsstrukturen må legge til rette for læringsarenaer slik at mulighet for læring øker.



# PÅ LAG MED VIRKEMIDLENE FOR FOUI

**FIGUR 7.1**

Sammenhenger mellom virkemidler



For mange utviklingsprosjekter er det en lang vei å gå fra forskningsresultat til et kommersielt produkt eller tjeneste. Teknologimodenhet vurderes ofte ut fra en skala fra 1 til 9 (Technology Readiness Level – TRL). På denne skalaen befinner resultater fra anvendt forskning seg på modenhetstrinn 3-4, mens markedsintroduksjon skjer på trinn 8-9. På trinn 5-7 er pilot- og demonstrasjonsfasen hvor økonomiske og tekniske forutsetninger testes før fullskala produksjon igangsettes.

Vi har en omfattende portefølje av virkemidler i de første leddene i verdikjeden fra forskning til industriell verdiskaping (TRL-skalaen). Her finner vi blant annet en rekke solide, næringsrettede forskningsprogrammer med stort nedslagsfelt i industrien, som Senter for fremragende forskning (SFF), Senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI) og brukerstyrte forsknings- og innovasjonsprogrammer (BIA, Petromaks, MAROFF etc). Videre følger en kort forklaring på noen av de mest relevante virkemidlene for FoU i vareproduserende industri i dag. Figuren viser hvor på teknologimodningsskalaen de ulike virkemidlene spiller inn.

## 7.1 FORSKNINGSRÅDET

Norges forskningsråd er ansvarlig for å finansiere, fremme og markedsføre norsk forskning. Rådet forvalter forskningsmidler som forskningsinstitusjoner, bedrifter og offentlige enheter kan søke om. Prosjekter finansieres gjennom forskningsprogrammer og andre ordninger som retter seg mot alt fra grunnforskning til forskningsbasert innovasjon og kommersialisering.

### 7.1.1 Brukerstyrt innovasjonsarena (BIA)

BIA er et av Forskningsrådets største programmer, og en viktig samarbeidspartner for næringslivet. Programmet finansierer FoU-prosjekter med utgangspunkt i bedriftenes egne strategier. BIA bidrar til verdiskaping i norsk næringsliv gjennom forskningsbasert innovasjon i bedrifter og deres samarbeidende FoU-miljøer. BIA tar utgangspunkt i bedriftenes utfordringer, uavhengig av område eller tema. Vareproduksjon utgjør i størrelsesorden 25 prosent av et årlig budsjett på 650 millioner kroner.

Programmets hovedvirkemiddel er Innovasjonsprosjekter i næringslivet, der prosjekter får støtte etter en vurdering med hovedvekt på forskningsinnhold, innovasjonsgrad og potensial for verdiskaping og samfunnsnytte. BIA opererer i samspill med Forskningsrådets

andre tilbud til næringslivet, som SkatteFUNN og Senter for forskningsdrevet innovasjon, samt de tematiske forskningsprogrammene. Programmet legger vekt på å stimulere til samarbeid mellom bedrifter og forskningsmiljøer, og bedrifter i mellom, både nasjonalt og internasjonalt.

Rundt 15 prosent av BIA omfatter kompetanseprosjekt for næringslivet, som skal bidra til næringsrettet forskerutdanning og langsiktig kompetanseoppbygging i norske forskningsmiljøer, innenfor faglige temaer med stor betydning for utviklingen av næringslivet i Norge.

### 7.1.2 Infrastrukturordningen (Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur)

Forskningsrådet administrerer også Infrastrukturordningen, som finansierer forskningsinfrastruktur med mål om at norske forskningsmiljøer og næringsliv skal ha tilgang til relevant og oppdatert infrastruktur som understøtter forskning av høy kvalitet. Som vist i figur 7.1 virker ordningen inn på et tidligere TRL-nivå enn Norsk katapult, og dekker i hovedsak laboratoriefasiliteter hos kunnskapsinstitusjoner. De to ordningene for fysisk infrastruktur utfyller hverandre og bidrar til å skape helhet i de nasjonale støtteordningene for FoU.

# AUTOFLEX

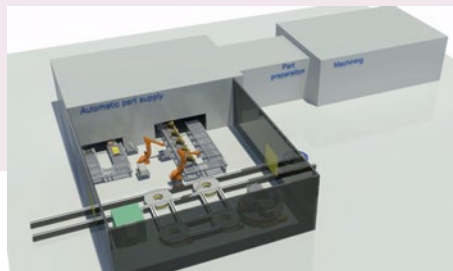
Rolls-Royce Marine startet i 2012 et prosjekt for å vise at automatisert produksjon av lav-volum, skreddersydde, komplekse, montasje-intensive og tunge produkter er mulig og kostnadseffektivt. Prosjektet ble etablert sammen med partnerne Benteler Aluminium Systems, Intek Engineering og SINTEF Raufoss Manufacturing. Dette var et utspring fra godt samarbeid gjennom SFI-ordningen, først SFI NORMAN, deretter SFI Manufacturing. Initiativet ble videre støttet med BIA-midler fra Forskningsrådet. Rolls-Royce vurderte fleksibel og sensorbasert robotisert montasje som svært interessant, og samarbeid med bedrifter som allerede hadde gjort dette i volumproduksjon gav veldig god læring på begge sider. Et nytt produkt, permanent magnet (PM) thrustere (propeller for skip), ble valgt som eksempel. PM-produkter har et avansert design rettet primært mot funksjonalitet og ytelse, og montageoperasjonene er i hovedsak manuelle og kompliserte.

I Autoflex ble det laget en ny versjon av produktet basert på prinsippene for DfM (Design for Manufacturing) og DfAA (Design for Automated Assembly). Dette resulterte i en betydelig reduksjon i behov for manuelle timer og reduserte materialkostnader. Det ble utviklet løsninger for parameterbasert programmering av robotmontasje, maskinsyn-system

for identifikasjon av deler, samt moduler og kraftstyring i robotmontasje-operasjonene for å håndtere svært små toleranser. Det ble bygget både en fysisk demonstrasjonsmontasjecelle og flere virtuelle montasjeceller for å teste ulike konfigurasjoner.

Robotcellen for testing over noen måneder i 2014 ble en egeninvestering for Rolls-Royce Marine. Det startet en diskusjon rundt behovet for en Norsk katapult-ordning (med referanser til MTC i UK). En slik ordning bidrar til å beholde en rød tråd i virkemiddelapparatet hvor bedrifter kan få støtte og i felleskap dele på utstyr. Dermed kan egeninvestering, risiko og ikke minst ledetiden ved testing av ny teknologi reduseres.

Prosjektet ble videreført i FlexCell (BIA-"hale-prosjekt"), der den fysiske democellen ble flyttet fra lab på Raufoss til fabrikk i Ulsteinvik, og ble integrert med bedriftens eget styrings- og kontrollsystem. I det nye BIA-innovasjonsprosjektet DAMP (Fast Development of new Automated Manufacturing Processes through digital integration and testing, 2017-2020), bygges det videre på resultater fra Autoflex. Her skal det tas frem helt nye metoder for automatisert programmering, simulering og visualisering og generering av programvare for robotiserte produksjons- og montasjeprosesser.





## MANULAB

---

MANULAB skal være en nasjonal forskningsinfrastruktur for produksjonsforskning, og målet er å skape en infrastruktur som er i stand til å utføre internasjonalt ledende forskning med toppmoderne utstyr. Den skal støtte norsk industri for å øke sin globale konkurranseevne og bærekraftige verdiskaping. MANULAB vil muliggjøre grunnleggende forskning som supplerer andre eksisterende og planlagte infrastrukturer og sentre som for eksempel katapultsentre. Laboratoriene vil være avansert vitenskapelig utstyr og fasiliteter, en vitenskapelig database og e-infrastruktur. Sensorer og kamera vil koble alt fysisk utstyr på fire lokasjoner i et bransjespesifikt Cyber-Physical Manufacturing System (CPMS) for å danne et virtuelt laboratorium. Digital tvilling, tingenes internett, fjernstyring og kontroll vil gjøre fysisk tilstedeværelse mindre viktig. Forskningsdata og metadata vil bli samlet inn og lagret i en database. MANULAB vil investere i utstyr for additiv tilvirkning, sammenføyningsteknologi, robotikk, produksjon av lette strukturer, Industri 4.0 / CPMS, inkludert læringsfabrikker for samfunnsvitenskapelig forskning på neste generasjons operatører og ingeniører. MANULAB har et fysisk nivå med programvare, maskiner, sensorer m.m. Det vil være et fullskala testsenter for CPMS, med bruk av trådløse sensornettverk, RFID-sporing etc. På denne måten vil infrastrukturen legge til rette for forskning på grunnleggende teknologi og prosessnivå, samt produksjonssystemer og organisasjonsnivå.

## 7.2 SFI – SENTER FOR FORSKNINGSDREVET INNOVASJON

SFI-ordningen styrker innovasjon gjennom satsing på langsiktig forskning i et nært samarbeid mellom FoU-aktive bedrifter og fremstående forskningsmiljøer. SFI utvikler kompetanse på høyt internasjonalt nivå på områder som er viktig for innovasjon og verdiskaping. Ordningen skal styrke teknologioverføring, internasjonalisering og forskerutdanning. Det forutsettes samfinansiering mellom bedrifter, vertsinstitusjon og Forskningsrådet. Bedrifter må delta aktivt i senterets styring, finansiering og forskning. Hovedkriteriet for å velge ut sentre er potensial for innovasjon og verdiskaping. Vitenskapelig kvalitet i forskningen må ligge på høyt internasjonalt nivå.

Et av sentrene er SFI Manufacturing – Sustainable Innovations for Automated Manufacturing of Multi-Material Products. Dette senterets tema er bærekraftig

---

*SFI utvikler kompetanse på høyt internasjonalt nivå, på områder som er viktige for innovasjon og verdiskaping.*

---

innovasjon for automatisert produksjon av multimaterialprodukter. SFI Manufacturing er et tverrfaglig forskningssenter som skal vise at bærekraftig og avansert produksjon av varer er mulig i høykostland også i fremtiden, gitt de riktige produktene, de riktige teknologiene og de riktige folkene involvert på riktig måte. Senteret fokuserer på økt konkurransekraft for norsk industri gjennom innovasjon basert på produkter satt sammen av flere materialer med automatisert produksjon og innovative organisasjoner.

Det er fire fagområder som er bærebjelkene for senterets forskning:

- multimaterialprodukter med høy styrke i forhold til vekt
- tilvirkningsprosesser for mulimaterial-produkter
- robust og fleksibel automatisering
- bærekraftige og innovative organisasjoner

I et SFI kan en bedrift dra nytte av forskning for titalls millioner kroner per år for et kontantbidrag på noen hundre tusen. I SFI Manufacturing, med totalbudsjett på 200 millioner kroner, skal det skapes og gjennomføres randsone innovasjons- og kompetanseprosjekt for 800 millioner.

## 7.3 EU-PROGRAMMER

EUs forskningsprogrammer er en god mulighet for norske bedrifter til å finansiere forskningsprosjekter. Gjennom for eksempel Horisont 2020 kan norske bedrifter delta på linje med bedrifter i andre europeiske land.



## GKN AEROSPACE

GKN Aerospace leder for tiden et EU-finansiert Horisont 2020-prosjekt, hvor hovedfokus er nullfeilsproduksjon. Prosjektet er en videreføring av et tidligere EU-prosjekt innenfor samme tema. For GKN er det viktig å jobbe systematisk med forskningsprosjekter og bygge videre på resultater oppnådd i et prosjekt, for å få en kontinuerlig utvikling av ny teknologi og metoder. Strukturert bruk av virkemidler, både nasjonale og internasjonale, kan være et viktig bidrag til utvikling i en bedrift både med hensyn til kompetanse og finansielle ressurser.

Forskningsprosjektet "For Zero Defect Manufacturing (4ZDM)" setter fokus på bruk av digitalisering for å oppnå nullfeilsproduksjon. Til forskjell fra det forrige prosjektet, hvor det ble sett på en enkelt operasjon, er fokus i dette prosjektet å se på en verdikjede. I tillegg til GKN inngår det akademiske partnere, systemintegratorer og to øvrige sluttbrukere i konsortiet. Den brede sammensetningen som slike prosjekter har, er en av fordelene med

denne type prosjekter. GKN, som produserer flymotorkomponenter, har felles utfordringer med de andre sluttbrukerne som produserer henholdsvis togvognakslinger og mikrokatter til medisinske formål, gjennom kravene til konkurransedyktig nullfeilsproduksjon.

Prosjektet har som målsetting å utvikle nødvendig sensorikk, algoritmer, databehandling og brukergrensesnitt for kunne bruke kunstig intelligens (AI) til å automatisk styre deloperasjoner i en produksjonsprosess. På den måten skal variasjoner i enkelte steg kompenseres, slik at ferdig produkt er innenfor produktkrav. Dette skal gjøres ved omfattende datainnsamling fra maskinering, kontroll, manuelle observasjoner og produksjonsflyt. Disse dataene skal så behandles ved automatisk datakorrelasjon, grunnårsaksanalyser, og simuleringer som danner grunnlag for automatisk produksjonsoptimalisering. Disse databehandlingene gjennomføres på tre nivåer; real time, medium og long term.



## 7.4 INNOVASJON NORGE

Innovasjon Norge bidrar til nyskaping i næringslivet, utvikling i distriktene og utvikling av konkurransedyktige norske bedrifter. Hovedmålet er å utløse bedrifts- og samfunnsøkonomisk lønnsom næringsutvikling og ulike regioners næringsmessige muligheter. Det er definert tre hovedarbeidsområder:

- Entreprenørskap: bidra til at nye bedrifter kan overleve og utvikle seg.
- Vekst i bedrifter: bidra til at bedriftene kan vokse og bli konkurransedyktige.
- Innovasjonsmiljøer: bidra til økt verdiskaping og konkurransekraft ved å skape gode miljøer for innovasjon.

Innovasjon Norge forvalter flere programmer og virkemidler som er relevante for teknobedriftene.

### 7.4.1 Klyngeprogrammet

Norwegian Innovation Clusters er et statlig finansiert klyngeprogram som skal bidra til verdiskaping gjennom bærekraftig innovasjon. Dette skal skje ved å utløse og forsterke samarbeidsbaserte utviklingsaktiviteter i klyngene, med sikte på å øke klyngenes dynamikk og attraktivitet, og å øke den enkelte bedrifts innovasjonsevne.

### 7.4.2 Klynger som omstillingsmotor

Omstillingsmotoren er en satsing i klyngeprogrammet finansiert av Innovasjon Norge som

skal få bedrifter over hele landet til raskere å fornye og omstille produkter, løsninger, tjenester, produksjonsmetoder og forretningsmodeller. "Motoren" skal bestå av velfungerende klynger med relasjoner til verdensledende kompetansemiljøer. En velfungerende klynge forstås i denne sammenheng som et sterkt, dynamisk næringsmiljø med etablerte arenaer for å møtes, og som samarbeider og deler kompetanse med minimum et titalls bedrifter, der flere har en veletablert posisjon i globale verdikjeder. Miljøet bør i sum ha et velfungerende innovasjonssystem, et godt internasjonalt nettverk, samt et etablert samarbeid med FoUI-miljøer nasjonalt og internasjonalt. Omstillingsmotoren gir våre best fungerende klynger mulighet til å videreutvikle spisskompetanse, teknologi og nettverk til internasjonalt ledende miljøer (utviklingsarena), mot at de bidrar til et kompetanseløft i små og mellomstore bedrifter som har vilje og evne til fornyelse og omstilling (kompetanseløft). Innovasjon Norge utnevnte i november 2017 to nye grupperinger som skal løfte kunnskapsnivået og bidra til at små og mellomstore bedrifter over hele landet utnytter nye forretningsmuligheter i den digitale transformasjonen: Raufoss-klyngen og DIGITALNORWAY.

## NCE RAUFOSS

---

NCE Raufoss er det nasjonale kompetansesenteret for lettvektsmaterialer og automatisert produksjon, og har som ambisjon å fylle rollen som det norske senteret for all vareproduserende industri. NCE står for Norwegian Centre of Expertise, og er en tung nasjonal satsing for å utvikle de mest vekstkraftige og internasjonalt orienterte næringsklyngene i Norge. De største markedene er den globale automotive-industrien, forsvarsbransjen og elektronikkbransjen. Kompetansebasen i dette bedriftsnettverket er internasjonalt ledende innen sine nisjer, og spesielt innen material- og produksjonsteknologi. Bedriftene er lokalisert i vest-Oppland, med en kjerne i Raufoss Industripark. NCE Raufoss representerer et av Norges fremste og mest tradisjonsrike industri- og kompetansesentre. Hovedmålet deres er å styrke innovasjons- og konkurransekraften gjennom omfattende klyngesamarbeid mellom bedriftene og kompetansepartnere. Dette skal bidra til økt verdiskaping i de etablerte bedriftene samt utvikling av nye vekstbedrifter. Forskningsbasert innovasjon er bærebjelken i NCE Raufoss, og klyngen har utviklet et felles kompetansesenter i selskapet SINTEF Raufoss Manufacturing AS. Samarbeid om forskning og utvikling, infrastruktur og kostnadsreduksjoner er avgjørende for å kunne drive globalt konkurranse-utsatt industri i Norge.

## BLUE MARITIME CLUSTER – GLOBAL CENTRE OF EXPERTISE

---

Den maritime klyngen på Møre består av 220 bedrifter og har en verdensledende posisjon innen design, bygging, utrustning og operasjon av avanserte spesialfartøy for de globale havromsnæringene. Klyngen omfatter over 220 bedrifter, sysselsetter over 15 000 ansatte og har en årlig omsetning på 53 milliarder kroner (Menon 2016). Klyngen ble i 2014 tildelt status som Global Centre of Expertise (GCE) som er toppnivået i det norske klyngeprogrammet. Klyngen er i dag anerkjent som et globalt kraftsenter for utvikling av bærekraftig maritim teknologi og avanserte operasjoner

i havrommet. Klyngeprosjektets hovedmål er å styrke klyngens globale konkurransekraft gjennom å forsterke de mekanismer som fører til ny kunnskap, innovasjon og vertskapsattraktivitet. GCE Blue Maritime opereres av innovasjonsselskapet ÅKP AS, som høsten 2017 åpnet ÅKP Blue Innovation Arena. Dette er en digital katapult for simulering, virtuell prototyping og testing, både for den etablerte industrien på tvers av bransjer nasjonalt, det offentlige, samt for gründere og entreprenører i utviklingsfasen av nye bedrifter.

# NCE SYSTEMS ENGINEERING

NCE Systems Engineering, Kongsberg representerer en rekke høyteknologiske bedrifter med verdensledende markedsposisjoner i mange bransjer. Bedriftene er innovative og bruker ca. tre milliarder kroner årlig til forskning, utvikling og innovasjon. Kongsberg er i dag en industridrevet kunnskapsklynge der kjernekompetansen er systems engineering. Klyngens virksomhet er utelukkende basert på hjernekraft. Med lederposisjoner i mange bransjer bidrar dette til å gjøre klyngen robust. NCE Systems Engineering skal bidra til å videreutvikle Kongsberg og Norge som et av verdens mest attraktive steder for utvikling og industrialisering av høyteknologiske produkter

som skal benyttes i krevende anvendelser. NCE Systems Engineering skal utvikle klyngeverdier som er relevante for denne ambisjonen, samt være pådriver for attraktivitet og konkurranse-dyktige rammebetingelser.

I tett samarbeid mellom teknologibedriftene, Steven Institute of Technology i USA og Høgskolen i Sørøst-Norge har NCE Systems Engineering bidratt til å etablere Nordens første mastergradsutdanning i faget systems engineering. Denne kunnskapen videreutvikles med nye studietilbud og forskning i det samme tette samarbeidet.



## 7.5 SIVA

Et av Sivas to hovedmål er å tilrettelegge innovasjonsaktiviteter for etablering og utvikling av bedrifter i nærings- og kunnskapsmiljø, og koble disse sammen i regionale, nasjonale og internasjonale nettverk. For mange av tekno-bedriftene er dette svært relevant.

### 7.5.1 Norsk katapult

Som nevnt på side 51 har vi en omfattende portefølje av virkemidler i de første leddene i TRL-skalaen. Utfordringen for mange bedrifter er imidlertid at de mangler teknologisk infra-struktur som gjør det mulig å utvikle resultater fra slike programmer videre fra forskning til industriell verdiskaping.

«Innovasjonsgapet» eller «hullet» i virkemiddel-apparatets portefølje forringer ikke bare hastigheten i prosessen, fra forskning til faktura for de bedriftene det angår. Det representerer også et effektivitetstap for eksisterende portefølje av næringsrettede virkemidler. Derfor trenger Norge flere sentre der bedrifter kan teste, simulere og visualisere – såkalte katapultsentre.

Norsk katapult er en ordning som skal bidra til etablering og utvikling av nasjonale flerbruks-sentre til nytte for norsk næringsliv. I sentrene skal bedrifter kunne teste, simulere og visualisere teknologier, komponenter, produkter, løsninger, tjenester og prosesser. Lett tilgang til ekspertise, utstyr og hensiktsmessige lokaler skal gjøre veien fra konseptstadiet til markedsintroduksjon enklere. Katapult-sentrene skal stimulere til mer og raskere

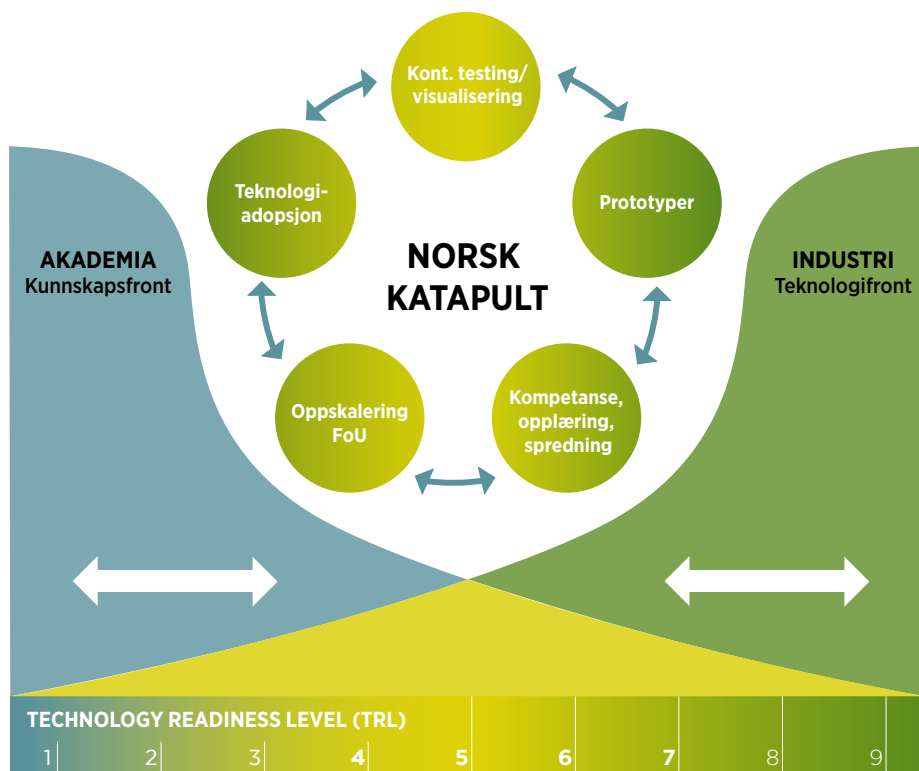
innovasjon, samt utvikling og deling av kompetanse. Siva, Innovasjon Norge og Forskningsrådet samarbeider om ordningen. Denne følger Industrimeldingen og bygger på vurderinger og anbefaling gitt i rapporten «Norsk katapult» fra Innovasjon Norge, Forskningsrådet og Siva (februar 2015).

Ordningen skal forsterke den nasjonale infra-strukturen for innovasjon og har følgende formål;

- Bidra til at bedrifter raskere, rimeligere og bedre evner å utvikle idéer fra konseptstadiet og frem til markedsintroduksjon.
- Skal ved støtte til etablering og utvikling av sentre for testing, simulering og visualisering, bidra til raskere, rimeligere og bedre innovasjonsprosesser. Dette er avgjørende for bedriftenes konkurranseevne og dermed forutsetningene for verdiskaping i Norge.

I 2017 satte regjeringen av 50 millioner til etablering av testsentre for små og mellomstore bedrifter, og i statsbudsjettet for 2018 er det foreslått en dobling, 100 millioner kroner. Næringslivet har vist stor interesse for ordningen, og da fristen for den første utlysingen gikk ut i 2017 hadde Siva mottatt 38 søknader fra næringsmiljø over hele landet som ønsket opptak i ordningen. Kandidatene representerer et mangfold av bransjer.

I første omgang ble to katapultert tatt opp i ordningen; FutureMat og Norwegian Manufacturing Technology Center (NMTC).



**FIGUR 7.3**  
Norsk katapult

*I katapultene kan bedrifter teste, simulere og visualisere komponenter, produkter, løsninger, tjenester og prosesser.*

FutureMat i Kristiansand skal bli et katapult-senter for fremtidens materialer. Ambisjonen er å skape et senter som er teknologisk verdensledende, og samtidig et lavterskeltilbud til landets mange små og mellomstore bedrifter. FutureMat skal være en merkevare for bedrifter som er avhengig av å benytte fremtidens materialer i sine produkter. Senteret etableres av Elkem AS i nært samarbeid med flere store industriaktører og næringsklynger.

Norwegian Manufacturing Technology Center (NMTC) på Raufoss skal være et nasjonalt





senter for læring og innovasjon på tvers av bransjer, med fokus på avansert produksjon. Senteret skal være en pådriver i å gjøre norsk vareproduserende industri grønnere, smartere og mer nyskapende. Bedrifter skal oppleve høyere produktivitet, raskere innovasjonstakt og redusert risiko på veien fra idé til marked. Bak satsingen står SINTEF Raufoss Manufacturing AS, som har med seg en rekke samarbeidspartnere fra hele landet. NMTC skal blant annet utvikle og demonstrere innovative produksjonsprosesser og muliggjørende teknologier i mini-fabrikker, i samarbeid med industri og forsknings- og utdanningsinstitusjoner.

## 7.6 ENOVA

Enova har en viktig rolle i myndighetenes virkemiddelapparat overfor industribedrifter. Også for bedrifter som ikke regnes som kraftintensive forvalter Enova virkemidler som kan

bidra til å utløse investeringer for bedre energi- og klimateffektivitet.

Enova gir blant annet støtte til energiledelse. Det vil si at bedrifter som bruker mer en 1 GWh kan få støtte til å gjøre analyser og til etablering av tiltaksplaner. Slike analyser skal gi bedre oversikt over mulige energiltak i bedriften, og dermed et bedre beslutningsunderlag til å gjøre de riktige investeringene i kommende prosjekter. For mange slike prosjekter vil det også være mulig å søke om støtte innen Enovas øvrige støtteprogrammer. Dette kan være varmegjenvinning hvor varmen gjenbrukes i produksjonen, energi og klimagass-reducerende tiltak, bytte ut oljebrennere med varmepumpe eller andre fornybare varmeløsninger og introduksjon av ny energi og klimavennlig produksjonsteknologi.



## BENTELER

---

Benteler er en av bedriftene som har benyttet seg av ulike ordninger fra Enova. Benteler har fått tilsagn på over ti millioner kroner i støtte gjennom investering i mer energieffektive løsninger, økt fokus på energiledelse og målsetninger om betydelig reduksjon av energiforbruk.

Eksempler på tiltak er:

- Energiledelse - Gjennom konkretisering av forbedringspotensial med målsetning om energieresultat på 8 GWh har Benteler fått tilsagn om støtte på 1 million kroner.
- Installasjon av ny teknologi for oppvarming av bolt for ekstrudering - energieresultat på 1,6 GWh med tilsagn på 5,3 millioner kroner i støtte.
- Energieffektiv ekstruderlinje - energieresultat på 6,7 GWh med tilsagn på 6,7 millioner kroner i støtte.





## 7.7 LEAN-VIRKEMIDLER – VIDERE SATSING NASJONALT MED PRODUKTIVITETSSPRANGET

Det er ikke bare tilgang på kapital, avansert teknologi og kompetanse som er avgjørende for bedriftens evne til å øke sin produktivitet og konkurransekraft. En bedriftskultur som støtter opp under nødvendige endringer er en forutsetning. Dette må utvikles i den enkelte bedrift. Vellykket implementering av Lean og systematisk forbedringsarbeid kombinerer forståelse for verdiskaping og bedriftskultur. En velfungerende organisasjon og produksjonsprosess er en viktig forutsetning for kvalifisert bruk av virkemiddelapparat, og for å gjøre riktige vurderinger med tanke på digitalisering, muliggjørende teknologier og nye forretningsmodeller.

Norsk Industris Proff-programmer (Produksjon for fremtiden) skal fremme produktivitet i små og mellomstore bedrifter gjennom medarbeiderdrevet innovasjon og Lean-systematikk. Programmene er et samarbeid mellom arbeidstaker- og arbeidsgiversiden med støtte fra Hovedorganisasjonenes Fellestilltak (HF) (LO-NHO). 25 bedrifter har gjennomført programmene hittil. Bedriftene har fått ny innsikt og læring om systematisk forbedringsarbeid. Erfaringene viser at dette er læring som må

utvikles og holdes vedlike. Langt flere bedrifter bør ta del i denne typen bedriftsutvikling. Derfor bør flere gode Lean-initiativer samles i et felles nasjonalt løft.

Sverige introduserte "Produktionslyftet" i 2007 som et nasjonalt program for å støtte mellomstore bedrifter i å bli bedre forberedt for økende konkurranse. Ved siden av kunnskap og ferdigheter i systematisk forbedringsarbeid, er spredning av kunnskap til små og mellomstore bedrifter og underleverandører til de store bedriftene sentralt. Hittil har nær 200 svenske bedrifter deltatt i Produktionslyftet.

Det foreligger et initiativ fra Lean Forum, sentralt og regionalt, sammen med NCE Raufoss, NTNU (IØT) og Produktionslyftet om et tilsvarende program, i første omgang en pilot, i Norge. Programmet kalles Produktivitetsspranget og søker å svare på sentrale utfordringer som er påpekt av Produktivitetskommisjonen, Innlandsutvalget, Klynger som Omstillingsmotor og Norsk katapult. Et slikt program vil kunne bygge videre på erfaringene vi har høstet med Proff.



Furnes Jernstøperi på Stange har 90 ansatte og har en eksportandel på 55 prosent. Bedriften har deltatt i Proff.

Adm. dir. Oddbjørn Maudalen i Furnes Jernstøperi sier dette om Proff:

– Det er helt avgjørende for oss å jobbe med optimalisering av alle avdelinger i bedriften, spesielt i produksjonslinjen vår, som det har blitt foretatt store investeringer i gjennom flere år. Den beste måten å gjøre dette på er å involvere alle i skrittvisе, kontinuerlige forbedringstiltak slik at hver enkelt ser betydningen av egen innsats. Proff har vært en god starthjelp. Vi ønsker at lignende initiativ kan følge oss på veien videre slik at vi ikke mister moment i det arbeidet vi har satt i gang.



ANBEFALINGER



Med Veikart for Teknobedriftene ønsker vi å belyse hvilke muligheter og trusler mange bedrifter opplever som en følge av de teknologiske endringene en står overfor. Lærdom fra de tre foregående industrielle revolusjonene har vist at marked, produkt og prosesser ser forskjellig ut etter en revolusjon. Veikartet belyser flere relevante trender, teknologier og bedriftseksempler. For at flere bedrifter skal kunne ta i bruk mulighetene, må viktige forutsetninger ligge til grunn. Veikartet har også anbefalinger om hva bedriftene bør gjøre og om hvilke virkemidler som må være tilgjengelige fra myndighetenes side.

## 8.1 FORUTSETNINGER

### Forutsigbare rammebetingelser

En globalt konkurranseutsatt industri trenger gode og forutsigbare rammebetingelser. For at Norge skal være en god vertsnasjon for industribedrifter må skatte- og avgiftsnivået være konkurransedyktig, samtidig som det føres en økonomisk politikk som bidrar til en forutsigbar kronekursutvikling. Stabilitet og

trepertssamarbeid er også viktige forutsetninger for kontinuerlig utvikling i industrien.

### Samspill og samarbeid

Dersom norske teknobedrifter skal vinne teknologikappløpet, må samspillet og dialogen mellom industrien og myndighetene være godt og bidra til å utløse de mange mulighetene bedriftene har. De flate strukturene i norsk arbeidsliv vil fortsatt være en stor fordel i omstillingene bedriftene må igjennom.

### Kompetanse

For at bedriftene fullt ut skal kunne ta i bruk de mulighetene digitaliseringen gir, forutsetter det at alle ansatte har riktig kompetanse. Dette krever utdanningsinstitusjoner som har motiverte elever og studenter, og at de ulike utdanningsløpene tilfredsstiller industriens behov. At de ansatte tilegner seg ny kunnskap gjennom hele yrkeslivet vil også være avgjørende for konkurransekraften. Det er nødvendig å trene på nytt utstyr og nye produksjonsmetoder, både i utdanningssystemet og i industrien. Her vil for eksempel katapultsentre ha en viktig rolle.

## 8.2 HVA BØR GJØRES?

Skal vareproduksjon i Norge vokse og vinne økte markedsandeler globalt, må industrien raskt øke bruken av digitalisering og ta i bruk de muliggjørende teknologiene som digitaliseringen fører med seg. Mange bedrifter har alt tatt steget inn i den digitale virkeligheten og er klar for å gå nye, viktige steg. Bedrifter som ikke benytter denne muligheten vil trolig ikke klare å opprettholde konkurransekraften på sikt.

### Digitalisering og ny teknologi på agendaen

Det anbefales sterkt at bedrifter setter digitalisering og ny teknologi på agendaen, dersom dette ikke allerede er gjort. I de fleste store bedrifter er arbeidet med å kartlegge egen posisjon godt i gang, men det er mange mindre bedrifter som ikke har modnet denne prosessen. Som veikartet beskriver, berører digitalisering alle områder av en virksomhet. Derfor er det viktig at dette settes på agendaen, og at en strategiprosess får bred forankring og dekker alle funksjoner og nivåer.

### Identifisere muligheter

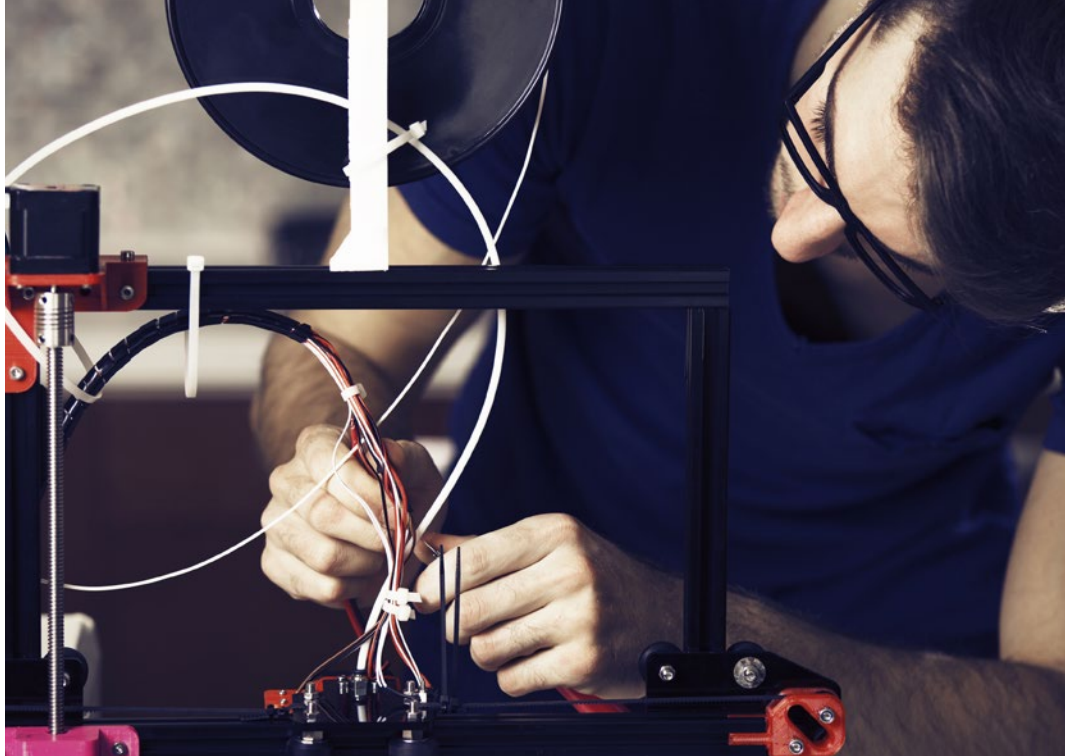
Teknobedriftene har god kjennskap til eget marked. Teknologiskifter kan gjerne skje i ett marked eller én bransje før den med mye større hastighet gjør sitt inntog på helt andre områder. Endringer kan eksempelvis komme på forretningsmodeller, grensesnitt mot kunde, utskifting av material eller revolusjonerende produksjonsprosesser for å nevne noe. Bedrifter må derfor følge utviklingen kontinuerlig slik at de ser muligheter og trusler. De må være fleksible og raskt kunne iverksette endringer.

### Innovasjon driver innovasjon

En av grunnene til den store innovasjonsevnen i den maritime klyngen på Vestlandet har vært samarbeid når man kan og konkurranse når man må. Dette prinsippet er kanskje viktigere enn noen gang, også utenfor klyngesamarbeid. Erfaringsutveksling og å bygge på hverandres innovasjoner er helt avgjørende når teknologiutviklingen skjer så raskt som nå. Det er viktig at bedrifter er med i fora som etableres. Ekspertene over hele verden er lettere identifiserbare og kobles sammen mer effektivt enn noen gang. Verden blir med andre ord «mindre» og informasjon er stadig mer tilgjengelig. Da er det viktig å benytte mulighetene til å følge med på det som skjer lokalt, nasjonalt og globalt ved å delta på fysiske og digitale møtesteder.

### Kontinuerlig forbedring

Lean har vært og er viktig for mange bedrifter, mens andre akkurat har begynt. En grunn-tanke i Lean er respekt for mennesker, fokus på kundens behov og bruk av anerkjente teknikker for å kunne forbedre seg. Lean-filosofien, prinsippene og verktøyene kan støttes av digitaliseringen som skjer. Bedriftene anbefales derfor å inkludere mulighetene ved digitalisering i sine Lean-program der for eksempel nye grensesnitt, økt tilgang til data og nye teknologier kan bidra til at bedriftene kan bli enda mer konkurransedyktige.



### 8.3 VIRKEMIDLENE

Bedriftene må drive et kontinuerlig omstillings- og utviklingsarbeid. Et godt og variert statlig virkemiddelapparat må bidra til risikoavlastning, slik at eierne finner det interessant å sette i gang krevende og lange utviklingsløp med utgangspunkt i norske bedrifter. Dagens virkemidler er samlet sett gode og relevante for teknobedriftene. Men for en industri som vil stå overfor store endringer og omstillinger er det avgjørende at virkemidlene til enhver tid er tilpasset industriens behov, utvikles i god dialog mellom myndigheter og industrien, og at det bevilges tilstrekkelige midler til ordningene.

#### **Forum for digitalisering i industrien**

Forum for digitalisering i industrien vil bli et svært viktig forum for dialogen og samspillet mellom myndighetene og industrien. Forumet vil ha en viktig rolle i å koordinere og løfte frem ulike initiativ.

#### **Norsk katapult**

Norsk katapult er et nyetablert virkemiddel det er knyttet store forventninger til. Katapultene

skal facilitere testing, simulering og visualisering av ny teknologi. De må ha en nasjonal rolle, og de bør etableres i samspill med hverandre for å ivareta faglig spissing og kompetansespredning. Katapultene skal fungere som koblingsarena for andre samarbeidsprosjekter som BIA, SFI og klyngeprogrammene, og de skal samarbeide med utdanningsinstitusjonene. Katapultene vil bli en katalysator for å bringe inn ny teknologi som øker konkurransekraften og sikrer kommersialisering av nye produkt. En fortsatt satsing på ordningen slik at det kan etableres flere katapult er derfor nødvendig. Driftsmodellen må legge til rette for forutsigbarhet, langsiktighet og at terskelen for å bruke ordningen er lav.

#### **Brukerstyrt innovasjonsarena (BIA)**

BIA finansierer FoU-prosjekter med utgangspunkt i bedriftenes egne strategier. Teknobedriftene er en stor bruker av ordningen og kan vise til gode resultater. En ytterligere styrking av denne ordningen vil være et viktig tiltak for å øke digitalisering



### **Nasjonal satsing på forskningsinfrastruktur**

Infrastrukturordningen skal bidra til at norske forskningsmiljøer og næringsliv skal ha tilgang til relevant og oppdatert infrastruktur som understøtter forskning av høy kvalitet. Bevilgningene til ordningen må ha et nivå som sikrer tilstrekkelige satsinger på tiltak for økt digitalisering i industrien.

### **SFI - Senter for forskningsdrevet innovasjon**

SFI'ene er en uvurderlig arena for industrien. For mange teknobedrifter er spesielt SFI Manufacturing viktig. Senteret har i dag 14 ulike industribedrifter, tre forskningspartnere, og SINTEF Raufoss Manufacturing som vertsinstitusjon. Senteret vil bli en viktig aktør for teknobedriftene som flere industriaktører bør knytte seg til.

### **EU-programmer**

EUs forskningsprogrammer er en god mulighet for norske bedrifter til å finansiere forskningsprosjekter. Blant annet EUs forsknings- og innovasjonsprogram Horisont 2020, der norske bedrifter kan delta på linje med bedrifter i andre europeiske land. Norske bedrifter må i større grad se muligheten som ligger i de europeiske programmene, og motiveres til å søke midler til forskning og utvikling fra disse.

### **Klyngeprogrammene**

Klyngeprogrammene skal utløse og forsterke samarbeidsbaserte utviklingsaktiviteter i klyngene, for å øke klyngenes dynamikk og attraktivitet og den enkelte bedrifts innovasjonsevne og konkurransekraft. Omstillingsmotorene er en del av dette programmet. Initiativet for økt

samarbeid mellom klynger og informasjon mellom komplementære kompetanseområder linket til globalt ledende miljøer, vil være avgjørende for at norske bedrifter skal være i tet. En fortsatt satsing på klynger og en forsterking av de ulike programmene vil være et viktig bidrag til utvikling av teknobedriftene.

### **Enova**

Enova gir støtte til energiledelse og energi- og klimagassreducerende tiltak. Mange teknobedrifter kan gjennomføre energieffektiviseringstiltak det kan søkes støtte til fra Enova.

### **Kompetanse**

Gode og relevante utdanningsløp på alle nivå og et godt samarbeid med industrien og utdanningsinstitusjonene, er grunnleggende for rekrutteringen av kvalifisert arbeidskraft. Innen den yrkesrettede videregående utdanning og teknisk fagskole er utstyrssituasjonen ikke tilfredsstillende. Staten bør i samarbeid med fylkeskommunene etablere et program for oppgradering av utstyr og maskiner ved videregående skoler og teknisk fagskole.

### **Produktivitetsspranget**

En velfungerende organisasjon og produksjonsprosess er en viktig forutsetning for å gjøre riktige vurderinger i forbindelse med digitalisering, muliggjørende teknologier og nye forretningsmodeller. Å jobbe med Lean i bedriften er en måte å oppnå dette på. Et nasjonalt initiativ i retning av det Produktivitetsspranget skisserer kan gi flere bedrifter mulighet for å bedre produktiviteten og konkurranseevnen.





BESØK VÅR FACEBOOK-SIDE  
Skann QR-koden eller gå inn på  
[www.facebook.com/NorskIndustri/](https://www.facebook.com/NorskIndustri/)



SJEKK UT VÅR NETTSIDE  
Skann QR-koden eller gå inn på  
[www.norskindustri.no](http://www.norskindustri.no)

## NORSK INDUSTRI

Næringslivets Hus, Middelthuns gate 27  
Postboks 7072 Majorstuen, 0306 Oslo

Tlf. 23 08 88 00  
[post@norskindustri.no](mailto:post@norskindustri.no)

[norskindustri.no](http://norskindustri.no)  
[twitter.com/NorskIndustri](https://twitter.com/NorskIndustri)

Norsk Industri er den største landsforeningen  
i Næringslivets Hovedorganisasjon (NHO).