

ROBOTTEKNOLOGI
OG GRØN OMSTILLING

Hvordan bidrager robotteknologi til den grønne omstilling?

2020



ODENSE
robotics

INDHOLDSFORTEGNELSE

Forord	4
Executive summary, English	5
Executive summary, dansk	7
1. Indledning	9
Definition af robotteknologi og robotvirksomheder	9
Robotvirksomheders mulighed for at bidrage til grøn omstilling og FNs	
Verdensmål for bæredygtig udvikling	11
Rapportens metode, data og struktur	12
2. Den grønne omstilling som politisk dagsorden og den	
 konsekvenser for robotvirksomhederne	13
FNs verdensmål nummer 6: Rent vand og sanitet	15
FNs verdensmål nummer 9: Industri, innovation og infrastruktur	16
FNs verdensmål nummer 12: Ansvarligt forbrug og produktion	18
3. Robotteknologiens og robotvirksomhedernes	
 muligheder for grøn omstilling	20
Energibesparelse	21
Reduktion af forurening	23
Genanvendelse	25
4. Robotvirksomhedernes perspektiver på grøn omstilling	26
Perspektiver på grøn omstilling	26
Robotløsninger der bidrager direkte til grøn omstilling	28
Besparelser på vand, energi og andre ressourcer bidrager også til	
grøn omstilling	30

5. Muligheder og rammer for grønne effekter af robotteknologi	33
CO2 reduktion	33
Optimering af ressourcer	34
Cirkulært fokus og genanvendelse	36
Optimerede produktionsprocesser	36
Mekaniske processer kan erstatte kemiske processer	37
6. Placering i værdikæder og afstand til forbrugere	39
7. Robotteknologiens rolle i fremtidens grønne omstilling	43
Patenteringsaktivitet relateret til den danske robotindustri 2000-2020	43
Nye teknologier	45
8. Konklusion	48
9. Referencer	50
10. Interviewede virksomheder	51

FORORD

Den grønne omstilling af produktionsprocesser er essentiel, hvis det skal lykkes at realisere FNs dagsorden og omsætte Verdensmålene for bæredygtig udvikling (SDG17) til handling inden 2030. Robotteknologi har potentiale til at spille en afgørende rolle i denne proces. Robotteknologi bidrager allerede i vidt omfang til den grønne omstilling af erhvervslivet med energibesparende løsninger og reduceret transportbehov mellem produktionssteder og markeder. Den danske robotindustri er i en global førerposition og i vækst målt på både omsætning, antal arbejdspladser og eksport. Derfor har danske robotvirksomheder et godt udgangspunkt for at udnytte robotteknologi til at realisere de kommercielle muligheder, der er forbundet med den grønne omstilling.

Denne rapport's formål er at forstå robotvirksomhedernes oplevelser af og arbejde med grøn omstilling bedre, og særligt at identificere de barrierer og muligheder robotvirksomhederne oplever i forhold til at implementere flere grønne løsninger. En bedre forståelse for robotvirksomheders oplevelser med og perspektiver på grøn omstilling er et nødvendigt udgangspunkt for at kunne tilbyde robotvirksomheder den optimale hjælp til at sætte grøn omstilling på dagsordenen både internt i deres egne virksomheder og i deres relationer til kunder.

Vi håber, at denne rapport kan bidrage til en dybere forståelse af, hvilke muligheder og barrierer robotvirksomheder kan opleve i forhold til at øge deres fokus på grøn omstilling. Og at den kan bidrage til at skabe et bedre udgangspunkt for virksomhedernes arbejde med grøn omstilling.

Kristina Vaarst Andersen, Lektor, Syddansk Universitet

Christina E. Wanscher, Netværksleder, Odense Robotics

EXECUTIVE SUMMARY, ENGLISH

The aim of this report is to identify how robotics companies' activities contribute to green transition and to explore future opportunities for further contributions to the green transformation of society. The report highlights Danish robotics firms' experiences with green transition of production processes, products and services, and the opportunities their robotics hold for themselves and their customers. Robotics companies' own experiences are linked with existing analyses and policy initiatives.

Robotic companies already contribute to green transition in many ways, but the technology holds even greater potential. The focus on green transition has only intensified since the UN announced the 17 SDGs in 2015, especially consumers and the political level are increasingly focusing on fulfillment of the SDGs.

Robotics and thus robotics companies have ample opportunities to contribute to a number of UN's Global Sustainability Goals. Analyses and reports on robotics and the robotics industry indicate that Danish robotics companies have opportunity to contribute to four areas of green transition: Reducing energy consumption, and thus reducing CO₂ emissions. Optimal resource utilization, which includes less waste, extension of product life and the durability of equipment. Less pollution, especially through less use of harmful chemicals. And finally, recycling, where sorting robots can increase the recycling of valuable resources.

The robotics companies' statements point to, that they hold very different perceptions of and approaches to green transition. Some robotics companies work strategically with green transition of both company internal activities and in relation to customers, others merely see themselves as facilitators of their customers' green transition, and yet others do not view green transition as relevant to their business.

Robotics companies already contribute to green transformation through a range of products and processes. Based on the companies' own statements and the cases collected the areas identified are: Reduction of CO₂ emissions, resource optimization, replacement of chemical processes with automated robotics solutions, and finally, a circular focus through increased durability or recycling of end-of-life products.

Robotics companies often contribute to production processes and support functions far from the end users. This lack of direct exposure to consumers tends to push green transition to the background and keeps the robotics companies focused on their direct customers, which are typically production companies, often

SMEs. These customers prioritize affordable rather than environmentally friendly solutions. The distance to environmentally conscious consumers creates a significant barrier for robotics companies' contribution to green transition.

Patenting activity related to the Danish robotics industry has been steadily increasing from 2000 to 2020, and although their patenting activity remains low compared to other industries and countries, the vast majority of major robotic companies have by now gained experience with patenting to protect their technology. Many of the newer technologies are protected by patents. Several of these technologies aim at new and more far-reaching opportunities for robotics to contribute to green transition.

Conclusion

Several robotics companies work strategically with green conversion and contribute to green conversion in both internal processes and through their products and solutions. Other robotics companies focus primarily on implementing green transition on the customer side by taking advantage of the green opportunities in the technology they are working with. Finally, there is a small group of companies that are not actively pursuing green transition, but they contribute indirectly because their solutions reduce their customers use of resources. Generally, robotics companies' customers do not request green solutions. Instead they focus on affordability, and environmental concerns play a secondary role to the vast majority of customers. An exception to this is the very large industrial companies and public customers who systematically demand documentable green effects of the solutions they buy. Despite customers' low demand for green solutions, several of the robotics companies interviewed in connection with the report have a desire to contribute to the green transition. They are aware that green transition is a trend that will set the agenda for Danish business for many years to come.

EXECUTIVE SUMMARY, DANSK

Denne rapport's formål er at afdække robotvirksomheders eksisterende aktiviteter og fremtidige muligheder for at bidrage til den grønne omstilling af samfundet. Rapporten belyser robotvirksomhedernes erfaringer med grøn omstilling gennem produktionsprocesser, produkter og services, og de muligheder, deres teknologi skaber for deres kunder. Og kobler virksomhedernes egne erfaringer med eksisterende analyser og politiske udspil.

Grøn omstilling har allerede stor betydning for robotindustrien i kraft af robotteknologiens muligheder for at bidrage til grøn omstilling. Fokus på grøn omstilling er kun blevet intensiveret siden FN annoncerede de 17 Verdensmål for bæredygtig udvikling i 2015, og særligt forbrugere og det politiske niveau orienterer sig i stigende grad mod verdensmålene.

Robotteknologi og dermed robotvirksomheder har rige muligheder for at bidrage til en række af FNs verdensmål. Analyser og rapporter om robotteknologi og robotindustrien peger på at danske robotvirksomheder særligt har mulighed for at bidrage til grøn omstilling inden for fire områder: Reduktion af energiforbrug, og dermed reducere af CO₂ udledning. Optimal ressourceudnyttelse, hvilket blandt andet indebærer mindre spild, forlænget levetid for produkter og produktionsudstyr. Mindre forurening, særligt i kraft af mindre anvendelse af skadelige kemiske stoffer. Og genanvendelse, hvor sorteringsrobotter kan øge genanvendelse af værdifulde ressourcer.

Baseret på robotvirksomhedernes egne udsagn, tegner der sig et tydeligt billede af, at de har meget forskellige opfattelser af og tilgange til grøn omstilling. Nogle robotvirksomheder arbejder strategisk med grøn omstilling både internt i virksomheden selv og hos kunderne, andre ser grøn omstilling, som noget de faciliterer hos deres kunder, og andre igen mener ikke grøn omstilling er relevant for deres virksomhed.

Robotvirksomheder bidrager allerede til grøn omstilling gennem en række produkter og processer. Baseret på virksomhedernes egne udsagn og de indsamlede cases er de identificerede områder: Reduktion af CO₂ udledning, ressourceoptimering, erstatning af kemiske processer med automatiserede robotløsninger og endelig et cirkulært fokus gennem øget holdbarhed eller genanvendelse af end-of-life produkter.

Robotvirksomhedernes bidrager typisk til produktionsprocesser og støttefunktioner, der ligger langt fra slutbrugere. Fordi der ikke er en direkte kontakt til forbrugerne, skubbes den grønne agenda ofte i baggrunden og i stedet holder

robotvirksomhederne fokus på deres direkte kunder, som er producerende virksomheder og ofte SMV'er, der typisk efterspørger prisbillige fremfor miljøvenlige løsninger. Distancen til de miljøbevidste forbrugere skaber en væsentlig barriere for robotvirksomhedernes mulighed for at øge deres bidrag til den grønne omstilling.

Patenteringsaktiviteten relateret til den danske robotindustri har været støt stigende fra 2000 til 2020, og selvom deres patenteringsaktivitet fortsat er lav sammenlignet med andre brancher og lande, har langt de fleste større robotvirksomheder efterhånden erfaring med at anvende patenter til at beskytte deres teknologi. Mange af de nyere teknologier, der er på vej til markedet for robotteknologi, er beskyttet af patenter. Flere af disse teknologier åbner op for endnu flere og mere vidtrækkende muligheder for at robotteknologi kan bidrage til grøn omstilling.

Konklusion

Flere robotvirksomheder arbejder strategisk med grøn omstilling og bidrager til grøn omstilling med både deres interne udvikling og produktion og med de produkter, de leverer til deres kunder. Andre robotvirksomheder fokuserer primært på at implementere grøn omstilling på kundesiden ved at udnytte de grønne muligheder i den teknologi, de arbejder med. Og endelig er der en lille gruppe virksomheder, der ikke aktivt arbejder med grøn omstilling, men indirekte bidrager til den grønne omstilling af erhvervslivet i kraft af at deres løsninger hjælper kunderne med at reducere ressourceforbruget i deres produktion. Robotvirksomhederne oplever generelt ikke at deres kunder efterspørger grønne løsninger, de efterspørger prisbillige løsninger, og miljøhensynet er for langt de fleste kunder sekundært. En undtagelse er de allerstørste industrikunder og offentlige kunder, der systematisk efterspørger dokumenterbare grønne effekter af de løsninger de køber.

På trods af kundernes lave efterspørgsel på grønne løsninger, har overraskende mange af de robotvirksomheder, der er interviewet i forbindelse med rapporten, et ønske om at bidrage til den grønne omstilling. De er bevidste om, at grøn omstilling er en tendens, der vil sætte agendaen for det danske erhvervsliv mange år fremover.

1. INDLEDNING

Da FN i 2015 lancerede de 17 Verdensmål for bæredygtig udvikling, blev det startskuddet til en stadigt stigende opmærksomhed omkring bæredygtighed og grøn omstilling på tværs af erhvervslivets brancher og i den offentlige sektor. For danske robotvirksomheder blev verdensmålenes relevans og fremtidige betydning cementeret med lanceringen af Uddannelses- og Forskningsministeriets nationale robotstrategi (Uddannelses- og Forskningsministeriet, 2020). Strategien gjorde det klart, at regeringen ser robotteknologi som et uudnyttet potentiale, der skal drive Danmarks produktivitet og konkurrenceevne i fremtiden og samtidig bidrage til den grønne omstilling af erhvervslivet. Denne rapport tager afsæt i den nationale robotstrategi og i tidligere analyser af de danske robotvirksomheder og robotteknologi, og fokuserer særligt på at koble FNs verdensmål 6, 9 og 12 med de markedsræssige muligheder, robotteknologi åbner op for.

Virksomheder indenfor robotteknologi og automatisering har et væld af muligheder for at opbygge en profitabel forretning, der samtidig bidrager til den grønne omstilling af samfundet. Automatisering er i sig selv ofte forbundet med mere effektiv udnyttelse af ressourcer, mindre spild og reduceret energiforbrug og dermed mindre CO₂ udledning. Men robotteknologiens muligheder for at bidrage til grøn omstilling rækker videre end det. I denne rapport præsenteres erfaringer fra en række vidt forskellige robotvirksomheder, der hver på sin måde bidrager til den grønne omstilling gennem produktionsprocesser, produkter og services, og de muligheder, deres teknologi skaber for deres kunder. Fælles for virksomhederne er det, at de alle har formået at skabe en balance mellem grøn omstilling og sund økonomi for dem selv og deres kunder. Faktisk er det netop ofte det grønne fokus på at mindske spild, minimere ressourceforbrug og CO₂ udledning, genbruge og forlænge levetiden af deres egne og kundernes produkter, der skaber den gode forretning: Kritiske kunder og behårde markedsmekanismer har tvunget de virksomheder, vi har talt med, til at optimere udnyttelsen af enhver ressource, der indgår i værdiskabelsesprocessen. Dermed har virksomhederne på hver sin måde skabt sig en markedsposition, hvor de gør grøn omstilling til en god forretning, der bidrager til, at de selv og deres kunder rustes til fremtidens ressourceknappe økonomi.

Definition af robotteknologi og robotvirksomheder

Definitionen af robotteknologi i denne rapport følger den definition, der anvendes i Uddannelses- og Forskningsministeriets nationale robotstrategi. Her anvendes robotteknologi som "en samlet betegnelse for alle teknologier, der enkeltvis eller sammen skal anvendes for at kunne udnytte potentialet af en robot." (Ud-

dannelses- og Forskningsministeriet, 2020). Robotteknologi omfatter dermed både de fysiske elementer af robotten, eksempelvis sensorer, der hjælper robotten til at orientere sig, såsom kameraer, såvel som den software, der styrer robotten. Men softwareroboter såsom chatbots falder ikke ind under betegnelsen robotteknologi. Robotter kan være stationære eller mobile, præprogrammerede eller fleksible og agere mere eller mindre autonomt. De kan agere i isolation eller i kollaboration med andre robotter eller mennesker. Droner, der opererer i luften såvel som på land og under vand og alle dele heraf, falder også ind under definitionen.

Robotvirksomheder er virksomheder, der i overvejende grad beskæftiger sig med robotteknologi. Det betyder ikke, at alle robotvirksomheder udelukkende beskæftiger sig med robotteknologi, men at robotteknologi er fundamentet for en væsentlig del af robotvirksomheders aktiviteter og omsætning. Overordnet kan robotvirksomheder opdeles i fire kategorier: producenter, forhandlere, integratorer og rådgivere (Damvad Analytics, 2019). Producenter udvikler og fremstiller robotter og robotudstyr, det er eksempelvis virksomheder som Universal Robots, MIR, OnRobot, Cobot Lift og Cliin.



Foto: Cobot Lift

Robotbaserede løsninger reducerer energiforbruget på tværs af industrier

Produktet Cobot Lift kombinerer en Universal Robot med styrken fra en vakuumløfter, så robotens løfteevne øges fra 10 til 30 kg. Cobot Lift er kompakt, let at konfigurere og fleksibel, da den kan tilpasses til den enkelte virksomhed. Ved at anvende Cobot Lift løsningen kan virksomheder reducere deres energiforbrug med over 50 % sammenlignet med andre industrielle robotsystemer og samtidig øge kapacitet og produktivitet.

Fremstillingen af delmoduler kan være outsourcet til underleverandører, men robotproducenternes værdiskabelse ligger i udvikling og salg af robotter og udstyr til robotter. Knap halvdelen af de danske robotvirksomhederne er robotproducenter. Robotproducenterne er i gennemsnit den største type robotvirksomhed, de vokser hurtigt og står for langt den største andel af den danske eksport af robotteknologi (Damvad Analytics, 2019).

Robotindustrien forventes i 2025 have mellem 20.000 og 25.000 beskæftigede og indirekte skabe mellem 24.000 og 30.000 arbejdspladser afledt af aktiviteter i robotindustrien. Industrien forventes at have en omsætning på mellem 66,6 og 80,8 mia. kr. og en eksport på mellem 43 og 52 mia. kr.

Kilde: Damvad Analytics, 2019

Forhandlere er typisk underafdelinger af udenlandske robotproducenter eller har kommissionsaftaler med en eller flere robotproducenter. Integratorer eller systemintegratorer sammensætter skræddersyede robotbaserede løsninger for kunden, der varetager alle kundens behov for automatisering. Inden en kunde når så vidt, har de dog ofte haft en rådgivende virksomhed inde over, der har hjulpet dem med at afklare og specificere deres automatiseringsbehov.

Robotvirksomheders mulighed for at bidrage til grøn omstilling og FNs Verdensmål for bæredygtig udvikling

Det politiske fokus på grøn omstilling er nært forbundet med FNs Verdensmål for bæredygtig udvikling, hvoraf særligt verdensmål 6, 9 og 12 er relevante for robotvirksomheder. FNs 6. verdensmål fokuserer på beskyttelse af vand som ressource og på at sikre adgang til vand og sanitet. Dette verdensmål er særlig relevant for robotvirksomheder, der fokuserer på nye produkter eller processer, der enten beskytter vandmiljøer eller reducerer vandforbruget i industriel produktion. FNs 9. verdensmål fokuserer på infrastruktur og på at fremme bæredygtig industrialisering og innovation. Her kan robotteknologi bidrage ved at fremme industri, skabe nye arbejdspladser og fremme energieffektivitet i industriel produktion. FNs 12. verdensmål omhandler bæredygtigt forbrug og produktionsformer, og her kan robotteknologi spille en vigtig rolle i forhold til at minimere ressourcespild i industriel- og fødevarerproduktion gennem intelligent produktion og monitoring.

Rapportens metode, data og struktur

Rapporten er baseret på interview med 11 virksomheder, der arbejder med robotteknologi, desk research om en lang række virksomheder og robotter, samt analyse af patenteringsaktivitet relateret til dansk robotteknologi. Derudover trækker rapporten på baggrundsmateriale i form af en lang række analyser og politiske udspil. Rapporten er struktureret på følgende vis: Rapportens Executive Summary giver en kort indføring i rapportens baggrund og de væsentligste indsigter. Kapitel 1 (dette kapitel) beskriver rapportens udgangspunkt, fokus, metode og struktur. Kapitel 2 giver et overblik over begreber og diskussioner relateret til bæredygtighed og grøn omstilling. I kapitel 3 kobles den generelle diskussion om grøn omstilling til robotteknologien gennem en analyse af robotvirksomhedernes muligheder for at bidrage til den grønne omstilling. I kapitel 4 skifter fokus til de interviewede robotvirksomheders perspektiver på grøn omstilling, deres egen rolle i forhold til grøn omstilling og balancen mellem miljøhensyn og økonomi. Kapitel 5 kortlægger rammerne for robotvirksomheders muligheder for at bidrage til grøn omstilling, og hvordan robotvirksomheder kan anvende den grønne agende i forhold til værdiskabelse for deres kunder. Kapitel 6 analyserer, hvordan robotvirksomheders rolle i kundernes værdikæder og position i globale forsyningskæder, påvirker deres muligheder for at arbejde med grøn omstilling. I kapitel 7 præsenteres en analyse af patenteringsaktiviteten relateret til den danske robotindustri de sidste 20 år, og kapitel 8 opsummerer rapportens resultater og formidler virksomhedernes bidrag til, hvordan robotvirksomheder kan fremme den grønne omstilling af fremtidens erhvervsliv.

2. DEN GRØNNE OMSTILLING SOM POLITISK DAGSORDEN OG DEN KONSEKVENSER FOR ROBOTVIRKSOMHEDERNE

Begrebet bæredygtig udvikling kom for alvor på den politiske dagsorden i 1980'erne med nedsættelsen af FN's Verdenskommission for miljø og udvikling. I 1987 udgav kommissionen sin rapport "Vores Fælles Fremtid", der ofte refereres til som "Brundtlandrapporten". Rapporten anvender begrebet bæredygtighed meget bredt. Det dækker over en bred tilgang til udvikling, der opfylder nutidens behov uden at bringe de fremtidige generationers muligheder for at opfylde deres behov i fare. Bekymringen for balancen mellem industriel produktion og miljø, som rapporten påpegede, var ikke ny, da rapporten kom ud. Men med Brundtlandkommissionens rapport blev udvikling og innovation i industrielt regi for første gang fremhævet som en mulig løsning i forhold til at skabe bæredygtig udvikling (World Commission on Environment and Development, 1987). Det blev startskuddet til mere end to årtiers arbejde med at forene virksomheders økonomiske interesser med en politiske interesse i at sikre fremtidens adgang til ressourcer, og det blev anledning til mange politiske beslutninger om at påvirke erhvervslivet i retning af en mere bæredygtig udvikling.

Brundtland rapporten – Vores Fælles Fremtid

Rapporten "Our Common Future", på dansk "Vores Fælles Fremtid" er bedst kendt som Brundtlandrapporten. Rapporten blev udgivet af FN i 1987. Den havde til opgave at udvikle realistiske anbefalinger om miljø og udvikling, styrke internationalt samarbejde og tilslutning til at iværksætte miljøvenlige tiltag, og at formidle indsigt i behovet for mere miljøvenlige produktionsformer bredt til individer, NGO'er, virksomheder og regeringer. Rapporten satte fokus på afvejningen mellem hensyn til på den ene side erhvervslivet og på den anden side miljø, samfund og fremtidige generationer og indeholdt en definition af bæredygtig udvikling, der siden er blevet meget udbredt og bredt accepteret: "Development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs".

Kilde: World Commission on Environment and Development, 1987

I den sidste halvdel af 1990'erne begyndte begrebet "Den tredobbelte bundlinje" at vinde frem (Feil et al., 2019). Ideen om den tredobbelte bundlinje videreførte logikken fra Brundtlandkommissionen; at bæredygtighed og økonomisk vækst er nært forbundne og ikke gensidigt udelukkende. Tredelingen fokuserede på distinktionen mellem økonomiske, sociale og miljømæssige aspekter af bære-

dygtighed og gav dermed virksomheder og regeringer mulighed for at målrette deres fokus og indsats.

Populariteten af begrebet den tredobbelte bundlinje blev godt hjulpet på vej af John Elkingtons bestseller "Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business."

Kilde: Feil et al., 2019 om Elkington, 1999

I 2015 fokuserede FN den politiske dialog omkring bæredygtighed med lanceringen af de 17 verdensmål (ofte refereret til som Sustainable Development Goals eller SDG17). De 17 verdensmål har siden fungeret som politisk ramme og katalysator for den globale diskussion af, hvordan vi sikrer, at vor tids vækst og stigende velstand ikke sker på bekostning af fremtidige generationers muligheder. Der er således en lige linje tilbage til Brundtlandkommissionens rapport fra 1987, men med de 17 verdensmål har FN specificeret den politiske agenda og gjort målene for bæredygtighed så konkrete, at mange virksomheder kan se, hvordan de allerede bidrager eller kan bidrage. Nogle af de 17 verdensmål er knyttet til sociale og økonomiske dimensioner såsom at øge global økonomisk lighed og ligestilling mellem kønnene, mens andre er koblet til miljømæssig bæredygtighed. Det, der også betegnes som grøn omstilling. I denne rapport er fokus på de mål, der er koblet til miljømæssig bæredygtighed og særligt på de verdensmål, der kan kobles direkte til robotvirksomheders muligheder for at bidrage til den grønne omstilling. Det er særligt verdensmål 6, 9 og 12.



Figur 1: FN's Verdensmål

De 17 verdensmål og grøn omstilling vil være dagsordensættende for dansk såvel som udenlandsk erhvervspolitik i mange år fremover. For robotindustrien blev det tydeligt, da Uddannelses- og Forskningsministeriet lancerede den nationale robotstrategi i februar 2020. Den nationale robotstrategi er fokuseret på at fremme den grønne agenda. Mange aspekter af robotteknologi fører helt naturligt til miljømæssige gevinster (Uddannelses- & Forskningsministeriet, 2020), og robotteknologien er et område i stærk vækst (se Damvad Analytics, 2019 for en udførlig gennemgang af robotindustriens vækst og vækstpotentiale). Derfor har robotvirksomheder som leverandører afløsninger til en bred vifte af andre brancher et stort potentiale i forhold til at bidrage til den grønne omstilling af erhvervslivet.

FNs verdensmål nummer 6: Rent vand og sanitet

FNs verdensmål nummer 6 fokuserer på beskyttelse af vand som ressource og på at sikre adgang til vand og sanitet. Helt konkret er målet, at alle mennesker inden 2030 skal have bæredygtig adgang til og forvaltning af vand og sanitet. 40 % af verdens befolkning oplever i øjeblikket vandmangel, og det forventes, at klodens klimæændringer vil få denne procentdel til at stige i fremtiden. For at fuldføre målet om at sikre rent drikkevand til alle, skal der investeres i infrastruktur, leveres sanitære faciliteter og beskyttes og genoprettes vandrelaterede økosystemer. Derudover skal det internationale samarbejde overordnet styrkes for at fremme vandeffektivitet og støtte behandlingsteknologier i udviklingslande.

Verdensmål 6: Rent vand og sanitet

Sikre at alle har adgang til vand og sanitet, og at dette forvaltes bæredygtigt

I dette verdensmål findes seks delmål, hvor robotteknologi har særlig relevans for tre af delmålene. Delmål 6.3 sigter mod forbedring af vandkvaliteten inden 2030. Denne forbedring skal bl.a. ske ved at reducere forurening, afskaffe affaldsdumping og minimere udslip af farlige kemikalier og materialer. Her har robotvirksomheder en unik mulighed for at udnytte automatisering til affaldssortering og til at reducere anvendelsen af farlige kemiske stoffer eller helt erstatte dem med automatiserede processer. Delmål 6.4 omhandler effektiviteten af vandforbrug, der skal øges indenfor alle sektorer, og der skal sikres en bæredygtig opsamling og forsyning af frisk vand for bl.a. at reducere antallet af mennesker, som ikke har adgang til rent drikkevand. Når fremstillingsprocesser automatiseres med robotteknologi, fører det oftest til en reduktion af vandforbruget og dermed til et mindre træk på vand som knap ressource.



Foto: Cliin

Et eksempel på en robotvirksomhed, hvis produkt reducerer kundernes vandforbrug, er Cliin. Cliin har udviklet en robot, der kan rengøre tørlastrum på fragtskibe hurtigere, billigere, og med færre kemikalier og mindre vand end med traditionelle processer.

Delmål 6.6 omhandler genoprettelse og beskyttelse af vådområder og vandrelaterede økosystemer. For at sikre beskyttelse af sårbare økosystemer er det nødvendigt at monitorere deres generelle udvikling og overvåge potentielle miljøsnyder. Anvendelse af flyvende droner eller undervandsdroner muliggør, at større og mere ufremkommelige områder kan overvåges mere effektivt end ved manuel inspektion.

FNs verdensmål nummer 9: Industri, innovation og infrastruktur

FNs verdensmål nummer 9 fokuserer på at bygge robust infrastruktur, fremme inklusiv og bæredygtig industrialisering og understøtte innovation inden år 2030. I opfyldelsen af dette verdensmål spiller den teknologiske udvikling en nøglerolle i forhold til at finde bæredygtige løsninger på økonomiske og miljømæssige udfordringer. For at fremskynde en bæredygtig udvikling af infrastruktur og industri er det nødvendigt at investere i forskning og innovation, herunder robotteknologi.

Verdensmål 9: industri, innovation og infrastruktur

Bygge robust infrastruktur, fremme inklusiv og bæredygtig industrialisering og understøtte innovation

Robotvirksomheder spiller særligt en central rolle i opfyldelsen af delmål 9.2 og 9.4. Delmål 9.2 omhandler inklusiv og bæredygtig industrialisering, og løsninger baseret på robotteknologi er helt fundamentale for at realisere dette delmål. Indførelse af robotbaseret automatisering muliggør mere intelligent produktion, hvor ressourceforbrug og CO2 udledning holdes på et minimum, og robotteknologi muliggør genanvendelse af delkomponenter, der ikke ville være mulig eller rentabel med traditionelle produktionsteknikker

Energieffektivitet gennem robotbetjent lager

Robotteknologi kan ofte fremme energieffektiviteten og dermed skabe rammerne for en mere bæredygtig industri gennem minimeret energi- og ressourceforbrug. Et eksempel på dette er den autonome lagerrobot AutoStore, som er udarbejdet af virksomheden Element Logic. Denne lagerrobot optimerer udnyttelsen af lagerplads, hvilket leder til mindre lagerbygninger og dermed mindre brug af lys og varme. Resultatet er en betydelig reduktion i CO2 udledningen relateret til de automatiserede lagerfaciliteter.

Delmål 9.4 omhandler opgradering af infrastruktur til mere bæredygtige løsninger og effektiv ressourceudnyttelse baseret på grønne teknologier og processer. I dette delmål er dronebaserede løsninger særligt interessante i forhold til transport af varer, og til inspektion og vedligeholdelse af eksempelvis bropiller og elkabler.

Droneinspektion af Øresundsbroen

Øresundsbroen skal for tredje gang i broens levetid inspiceres for at kortlægge eventuelle svagheder og skader i betonen, og denne gang foregår inspektionen med droner. Tidligere hang specialister i reb for at gennemgå broen, og efterfølgende blev der taget fotografier, hvor kameraet bevægede sig fra søjle til søjle. Disse metoder krævede meget manuelt arbejde og var dyre og ineffektive. Denne gang effektiviseres broeftersynet ved at kombinere inspektion med droner og AI analyse. Ekspertter vil i første omgang verificere resultaterne, men det forventes, at betoneftersynet på sigt kan foregå helt automatisk.

FNs verdensmål nummer 12: Ansvarligt forbrug og produktion

Verdensmål nummer 12 er at sikre bæredygtigt forbrug og bæredygtige produktionsformer for at imødekomme det pres menneskers øgede ressourceforbrug lægger på verdens ressourcer. En vigtig målsætning i dette verdensmål er at mindske produktionen af affald gennem forebyggelse, reduktion, genvinding og genbrug, herunder minimering af giftigt affald og forurenede stoffer. Omkring en tredjedel af verdens fødevarer ender som spild, og at mindske madspild samt anvende kasserede fødevarer som en ressource er derfor en væsentlig del af dette verdensmål.

Verdensmål 12: ansvarligt forbrug og produktion

Sikre bæredygtigt forbrug og produktionsformer

Robotteknologi er særligt relevant for opfyldelsen af to delmål, 12.2 og 12.3. Delmål 12.2 sigter mod bæredygtig forvaltning og udnyttelse af naturressourcer inden år 2030. Robotteknologi relateret til droner er særligt relevant i forhold til kortlægning, monitorering og forvaltning af naturressourcer. Anvendelse af droner muliggør mere detaljeret monitorering af større og mere svært fremkomme-lige naturområder og kan derved fremme optimal udnyttelse af naturressourcer, og anvendelse af robotteknologi muliggør mere effektiv landbrugsproduktion, der ikke belaster miljøet unødigt.

Droner til monitorering af flerårigt ukrudt i korn

Et samarbejdsprojekt mellem Institut for Plante- og Miljøvidenskab KU, Datalogisk Institut KU og SEGES under Miljøstyrelsens forskningsprogram viser, at droner kan anvendes til at monitorere tidsler og andet ukrudt i korn før høst. Ved hjælp af dronefotograferinger fra 50 meters højde og digital billedanalyse kan tidselkolonier afgrænses mere præcist end observationer på jorden, da dronerne også kan kortlægge tidsler, som skjules nede i afgrøderne. Droneinspektionerne kan samtidig mindske et unødvendigt forbrug af herbicider til bekæmpelse af ukrudt før høst, fordi der ud fra registreringen af ukrudt udvikles et herbicidtildelingskort, så der kun sprøjtes med herbicider på de arealer, hvor tidslerne eksempelvis er registeret.

Delmål 12.3 stiler mod en halvering af det globale madspild per person. Madspild opstår i alle led af værdikæderne fra producent til forbruger. I produktionsleddet er målsætningen at reducere tabet af afgrøder efter høst, og i grossistleddet at optimere den andel af fødevarerne, der når detaileddet. Også i detailedet og hos den enkelte forbruger går der hvert år enorme mængder fødevarer til spilde, typisk på grund af udfordringer i forhold til at afstemme produktion og forbrug, logistik, og overskredne salgs- og udløbsdatoer. Robotteknologi kan fremme bæredygtig produktion gennem optimering af udbytte og minimering af spild i fødevarerproduktionen og forarbejdningen. Agrikulturelle robotter kan optimere udbytte og sikre, at afgrøder høstes på det optimale tidspunkt i forhold til modenhed og efterspørgsel, og produktionsrobotter reducerer fejlmarginen i forarbejdningen af fødevarer.

Siden Brundtand Kommissionens rapport udkom 1987 er fokus på bæredygtig produktion kun blevet intensiveret. Med FNs 17 Verdensmål er debatten blevet så konkret, at det er tydeligt, hvilke mål og delmål robotvirksomheder har de mest oplagte muligheder for at bidrage til. I kapitel 3 vender vi fokus mod robotteknologiens og robotvirksomhedernes muligheder for at bidrage til de mål og delmål.

3. ROBOTTEKNOLOGIENS OG ROBOTVIRKSOMHEDERNES MULIGHEDER FOR GRØN OMSTILLING

Dette afsnit bruger tidligere analyser af robotteknologi og robotvirksomheder i en dansk kontekst som udgangspunkt for at specificere en række af robotteknologiens muligheder for at bidrage til grøn omstilling. Afsnittet fokuserer på de områder, hvor robotvirksomheder har skabt forretningsmuligheder ved at bidrage til den grønne omstilling og opfyldelsen af FNs Verdensmål for bæredygtig udvikling.

Robotteknologi leverer løsninger til mange forskellige dele af samfundet. De vigtigste markedssegmenter og afsætningsområder for robotvirksomhederne er industriel produktion, fødevarer, sundhed og velfærd, affald, energi og bæredygtighed, forsvar, byggeri, landbrug og den maritime sektor (SDU & Pluss, 2018). Inden for hvert område er der en lang række muligheder for at fremme grøn omstilling af erhvervslivet ved at implementere robotteknologi. Industriel produktion kan i større eller mindre grad varetages af robotter, og integrering af robotteknologi i produktionen kan føre til reduktion af ressourceforbrug og CO₂ udledning afhængigt af, hvilke processer der erstattes, og hvor energieffektive robotterne er.

På fødevarerområdet er der en række anvendelsesmuligheder for robotteknologi, lige fra markrobotter og droneinspektion af landbrug til automatisering af fødevarerforarbejdning og -transport. Sundheds- og velfærdsområdet rummer et væld af mulige applikationer af robotteknologi i form af eksempelvis rengørings- og desinfektionsrobotter, dronebaseret transport af blodprøver, og robotbaseret intern transport på hospitaler. Indenfor affaldshåndtering åbner anvendelse af robotteknologi muligheder for at håndtere farligt og potentielt farligt affald, sortere og genanvende, i et omfang der ikke er muligt eller økonomisk rentabelt at gøre manuelt. På energiområdet kan droner identificere lækager og dermed reducere eksempelvis varmespild i forsyningsnetværk og bygninger.

Forsvarsområdet har længe anvendt droner og robotter til farlige missioner, såsom overflyvning af fjendtligt territorium og ved eksplosionsfare. Robotteknologi har også mange anvendelsesmuligheder i byggeriet, hvor droneinspektioner kan identificere potentielle problemer og hjælpe til at målrette vedligehold, og robotteknologi har mange anvendelsesmuligheder i forhold til at minimere ressourceforbruget gennem præcision i beregning og udskæring af materialer. Indenfor landbrug har robotteknologi vist sig særdeles nyttig i præcisionslandbrug, hvor markrobotter sår, gøder og luger for optimalt høstudbytte. Og endelig anvendes robotteknologi allerede til mange formål i den maritime sektor. Det kan være alt lige fra undervandsinspektioner af skibe og offshore aktiviteter til rengøring af tørlastrum og havnelogistik.

Grøn omstilling på tværs af industrier

Produktionsteknik leverer industriautomationer på tværs af industrier. Maskinvirk-somheden tilbyder bl.a. spåntagende bearbejdning, svejsning, vandstråleskæring og udarbejdelse af specialmaskiner, f.eks. robotgribere, transportører eller fixtu-rer, som f.eks. kan anvendes i den maritime industri eller vindmølleindustrien. In-dustriautomationerne tilpasses til kundens behov, og de kan både reducere om-kostninger, manuelt arbejde, materialespild og CO2 udledning. Eksempelvis kan spild ved spåntagende bearbejdning reduceres, fordi de anvendte CNC-maskiner både kan fræse i stål, rustfri aluminium og plast.

På tværs af markedssegmenter og afsætningsområder er robotteknologi således forbundet med en række muligheder, der kan bidrage til den grønne omstilling og samtidig sikre økonomisk værdiskabelse. Denne rapport fokuserer på de fire tilgange, der er mest udbredte blandt de robotvirksomheder, der har bidraget til rapporten: energibesparelse, ressourcebesparelse (udover energi), reduktion af forurening og genanvendelse af ressourcer. I resten af dette afsnit beskriver vi hver tilgang og fremhæver eksempler på virksomheder og projekter, der for-ener værdiskabelse for dem selv og deres kunder med at bidrage til den grønne omstilling gennem enten energibesparelse, ressourcebesparelse (udover energi), reduktion af forurening eller genanvendelse af ressourcer.

Energibesparelse

Langt de fleste robotløsninger er karakteriseret ved lavere energiforbrug og dermed lavere CO2 udledning end tilsvarende traditionelle industrielle processer. Så som udgangspunkt er automatisering med robotter ofte forbundet med grøn-nere produktionsformer, men robotindustriens potentiale i forhold til grøn omstil-ling rækker udover de miljømæssige gevinster ved en opgradering af industriens produktionsfaciliteter. Robotteknologi giver mulighed for at virksomheder kan implementere det, der populært kaldes Industri 4.0. Det betyder, at produktions-virksomheder med udbredt automatisering, maskine-til-maskine kommunikation og opkobling af sensorer på Internet of things (IoT) kan overgå til smart produktion, hvor intelligente maskiner kontinuerligt monitorerer og analyserer produkti-onsprocessen, diagnosticerer og eventuelt selv udbedrer fejl. Udover at sådanne produktionsformer har potentiale til at producere flere enheder per medarbej-der end traditionelle processer, anvender de typisk også mindre plads, energi og ressourcer. Robotteknologi åbner også mulighed for at bruge droner til inspektion af sværttilgængelige strukturer. Derved kan droner skabe termiske kort, som kan identificere lækager og muligheder for isolering og energioptimering af bygning-er.

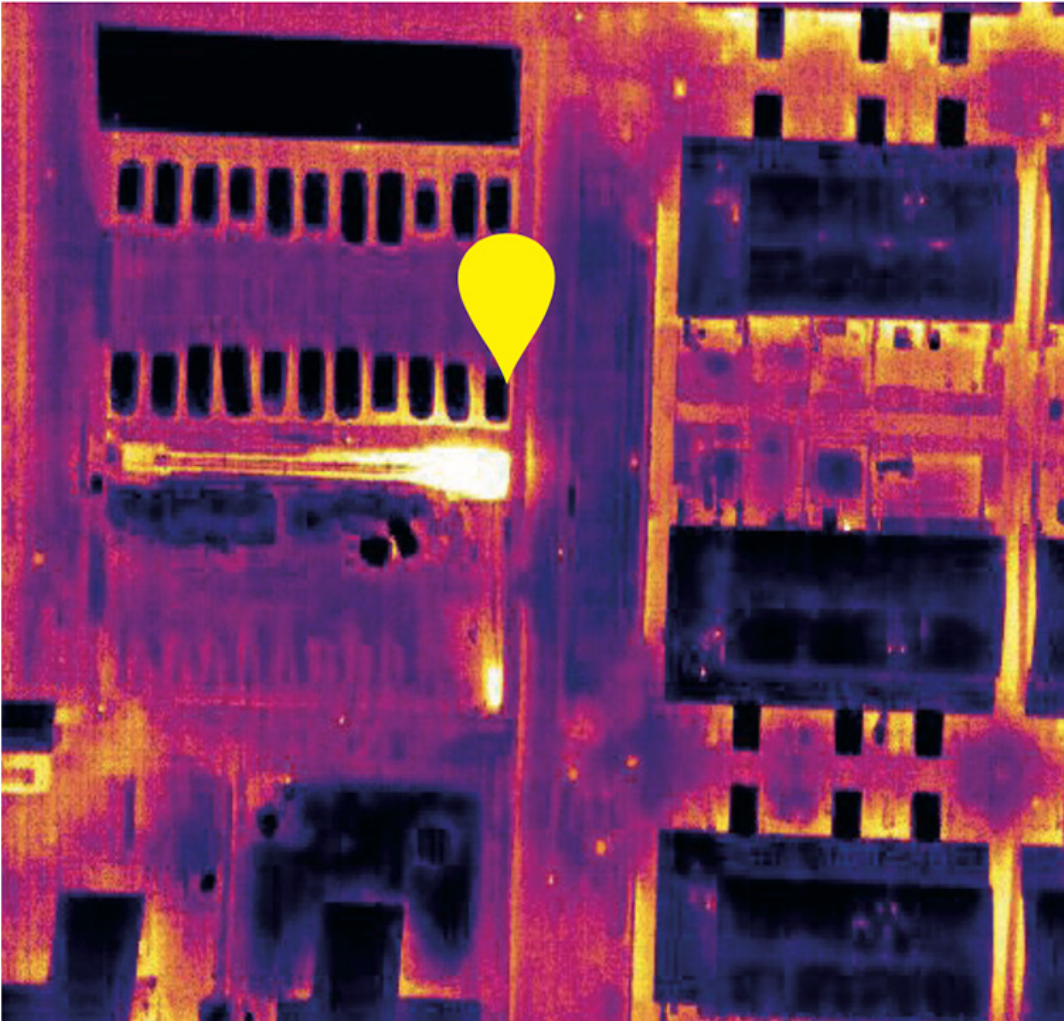


Foto: Creative Sight

Dronevirksomheden Creative Sight indsamler i samarbejde med BL-Termografi tusindvis af termiske dronebilleder, som sammensættes til et større termisk kort. Det sammensatte kort uploades til en softwareplatform, som er udviklet af virksomheden Scopito. Via softwareplatformen kan kunder tilgå de termiske dronebilleder og integrere de termiske kort i deres egne GIS-systemer. De termiske kort kan hjælpe med at lokalisere lækager, energioptimere bygninger og fejlsøge på el- og solcelleanlæg. Eksempelvis kan en droneinspektion på fjernvarmenettet hjælpe med at give et overblik over selve tilstanden i forhold til brud eller dårligt isolerede varmerør. Denne tilgang reducerer spild af energi i systemet, og den målrettede reparation af lækager mindsker ressourceforbruget forbundet med vandtab og vedligeholdelse.

Ressourcebesparelse

Robotteknologi rummer mulighed for at reducere ressourceforbrug på en lang række områder udover energi, eksempelvis vandforbrug og anvendelse af kemikalier ofte reduceres med robotbaserede løsninger, og robotter kan typisk optimere udnyttelsen af de materialer, der indgår i produktionen. Det kan enten være ved hjælp af forbedrede beregninger, optimerede processer eller gennem forebyggende tiltag såsom monitorering og vedligehold.

3D robotsannersystem forlænger levetiden på infrastruktur

Et forskningsprojekt mellem Simens Gamesa, DTU og FORCE Technology har resulteret i udviklingen af en autonom robot, som kan 3D scanne og kvalitetskontrollere overflader på vindmøllevinger uden forudgående programmering. Processen reducerer fejl og identificerer mulige svagheder i konstruktionen og forlænger dermed vingens levetid, og data kan også anvendes til at planlægge vedligeholdelse. Håbet er, at 3D robotsannersystemet i fremtiden også kan anvendes til at udpege indre defekter på andre infrastrukturer, bl.a. broer.

Reduktion af forurening

Anvendelse af robotteknologi åbner ofte muligheder for at erstatte forurenende kemiske processer med mekaniske. Det kan være rengøringsopgaver, hvor automatiseringen overflødiggør eller reducerer brug af kemikalier. Det kan også være agrikulturelle opgaver, hvor intelligente robotter kan erstatte sprøjtegifte med automatiske processer og reducere vand- og kemikalieforbrug ved hjælp af højpræcisions GPS tracking. Når de pågældende robotter tilmed er energieffektive og drives af solceller eller anden ren energi, så bidrager det både til værdiskabelsen hos kunderne og til den grønne omstilling.



Foto: Robotti

Den autonome markmaskine, Robotti

Agrointelli står bag den selvkørende markmaskine Robotti med de samme funktioner som en lille traktor, men uden behov for fører. Robotti kan udstyres med forskellige redskaber gennem hele landbrugssæsonen og kan derudover opsamle information om jordbundsforhold og derved optimere planproduktionen, samtidig med at den reducerer energiforbruget og udledningen af næringsstoffer til vandmiljøet. Fordi Robotti er en letvægtsrobot, reduceres risikoen for jordpakning og strukturelle jordskader, og landmanden kan optimere såtidspunktet, hvilket resulterer i et højere udbytte af afgrøder pr. hektar end ved brug af traditionelle maskiner. Den eneste opgave, som Robotti endnu ikke kan varetage, er høstning. På grund af de lavere omkostninger til arbejds løn og et højere udbytte af afgrøder er afkastet på investeringen af Robotti 181 procent mod 138 procent for konventionelle traktorer.

Genanvendelse

Meget ressourcefyldt affald bliver ikke udnyttet, fordi det enten er for farligt eller ikke er økonomisk rentabelt at genanvende. Robotteknologi åbner en lang række muligheder for, at robotter kan udføre opgaver med potentielt farligt affald eller opgaver, der ikke økonomisk kan svare sig at udføre manuelt.

Robotsystem sorterer miljøfarligt og ressourcefyldt affald

Teknologisk Institut, Refind Technologies og Stena Rycycling har sammen udviklet et robotsystem, der kan genkende og sortere batterier og elektronikaffald. Sorteringen sker ved hjælp af avancerede visionssystemer og deep learning, hvor robotsystemet lærer, hvilke typer af objekter der dukker op, og hvilke typer af objekter der ikke bør dukke op for derefter at sortere affaldet ud i de rigtige kategorier. Robotsorteringssystemet erstatter en række rutineopgaver, der tidligere blev udført af medarbejdere, hvilket reducerer medarbejdernes eksponering i forhold til det miljøfarlige affald. Derudover muliggør sorteringen genanvendelse af ressourcefyldt affald, da robotsystemet bl.a. kan skelne mellem batterier fra telefoner og andre mindre kostbare batterier.

Analyser og rapporter om robotteknologi og robotindustrien peger på at danske robotvirksomheder særligt har mulighed for at bidrage til grøn omstilling inden for fire områder: Reduktion af energiforbrug, og dermed reducere af CO2 udledning. Optimal ressourceudnyttelse, hvilket blandt andet indebærer mindre spild, forlænget levetid for produkter og produktionsudstyr. Mindre forurening, særligt i kraft af mindre anvendelse af skadelige kemiske stoffer. Og genanvendelse, hvor sorteringsrobotter kan øge genanvendelse af værdifulde ressourcer. I de næste to kapitler flyttes fokus til de robotvirksomheder, der har bidraget til rapporten med interview og casemateriale.

4. ROBOTVIRKSOMHEDERNES PERSPEKTIVER PÅ GRØN OMSTILLING

Dette kapitel omhandler robotvirksomhedernes egen forståelse af grøn omstilling og bæredygtighed generelt. Fokus er på robotvirksomheders tilgang til grøn omstilling, og på hvordan de definerer deres egen rolle i forhold til den grønne omstilling af erhvervslivet. Dette og de følgende afsnit tager udgangspunkt i robotvirksomhedernes egne perspektiver på muligheder og barriere for grøn omstilling, og hvordan deres produkter og service på forskellig vis bidrager til den grønne omstilling.

De robotvirksomheder, vi har talt med, er alle opmærksomme på det stigende fokus på grøn omstilling i samfundet, men de repræsenterer vidt forskellige tilgange til hvordan virksomheder kan arbejde med grøn omstilling. Nogle af robotvirksomhederne arbejder meget strategisk med grøn omstilling internt i virksomheden, andre har udviklet produkter, der i kraft af deres funktionalitet nærmest automatisk bidrager til grøn omstilling, og atter andre fokuserer på de muligheder for økonomiske besparelser, deres kunder kan opnå med miljøvenlige teknologiske løsninger.

Perspektiver på grøn omstilling

Nogle af de robotvirksomhederne, vi har talt med, har en ejerkreds eller bestyrelse, der har strategisk fokus på grøn omstilling og kræver det implementeret i virksomhedens virke og produkter. Som en af robotvirksomhederne udtaler, så er miljøhensyn et grundvilkår de arbejder ud fra i alle deres aktiviteter:

"Det er simpelthen beskrevet i vores strategi, så det kommer vi ikke udenom."

Fordi robotvirksomhedernes produkter typisk indgår i andre virksomheders produktion, har deres bidrag til den grønne omstilling af erhvervslivet to aspekter: De kan arbejde med grøn omstilling af deres egen virksomhed og produktion internt, og de kan udvikle produkter, der bidrager til grøn omstilling af andre virksomheders produktionslinjer. De robotvirksomheder, der har grøn omstilling som strategisk fokus, fokuserer på begge aspekter:

"Jeg ved ikke, om vi er CO2 ansvarlige, men vi gør i hvert fald noget for miljøet også... Vi er ved at bygge nyt domicil, og der gør vi alt, hvad vi kan, vi har solceller på taget, og vi har gulvtæpper, der er lavet af genbrugsfiskenet og plastiskflakser"

"Vi har lige investeret i en ny kompressor. Det var ikke, fordi vi mente, at der kunne vi nok spare lidt penge og sådan noget. Det er mere, fordi vi skal kigge indad, på hvad kan vi gøre her. Men på et eller andet tidspunkt, så har vi gjort det, vi kan gøre."

Andre robotvirksomheder, der tilbyder produkter med tydelige positive effekter for den grønne omstilling, betragter det ikke nødvendigvis som deres rolle at gå forrest i den grønne omstilling. De fremhæver i stedet, at deres produkter kan bidrage til den grønne omstilling:

"Man kan sige, i vores virksomhed, er det ikke en del af vores forretning at undgå spild. Det vi kan tilbyde, det er et redskab til virksomheder, så de kan undgå spild"

"Altså bæredygtighed for [os] det er egentlig mest, at vi hjælper vores kunder med at blive mere bæredygtige"

En gruppe af de robotvirksomheder, vi har talt med, oplever ikke, at debatten om erhvervslivets grønne omstilling har nogen stor betydning for deres virke, og mener heller ikke at det bør have indflydelse på deres forretning, medmindre deres kunder begynder at efterspørge miljøvenlige alternativer. De oplever, at den grønne omstilling er en politisk agenda langt fra deres egen og deres kunders hverdag. Dermed bliver miljøhensyn ikke et presserende tema for de robotvirksomheder. Men generelt tilvælger overraskende mange af de robotvirksomheder, vi har talt med, at arbejde med grøn omstilling på trods af lav efterspørgsel på miljøvenlige produkter fra kunderne. De gør det ud fra et ønske om at "opføre sig ordentligt" og ud fra en antagelse om, at det i fremtiden vil blive et konkurrenceparameter:

"Jamen jeg tror, jeg tror også meget af det her, det er også en proces, man skal tro på, kommer."

I forlængelse heraf er de robotvirksomheder, vi har talt med, mere fokuserede på miljømæssige effekter end på markedsføring. Som en robotproducent udtaler:

"Altså en ting jeg som leder ikke vil have, det er, at det bare bliver sådan en marketingsgimmick, ..., Altså jeg er lidt mere optaget af, at vi, at vi laver reel bæredygtighed, end vi bruger en masse krudt på at markedsføre det, for vores kunder falder ikke for sådan noget"

Selvom robotvirksomhederne ikke er direkte fokuseret på at brande deres bidrag med at skabe grøn omstilling gennem markedsføringstiltag, er de fokuserede på, at deres miljøhensyn også skal styrke forretningen. Der er en klar bevidsthed blandt robotvirksomhederne, om at det først og fremmest er nødvendigt at skabe indtægter og forretningsudvikling.

Den generelle tendens blandt de robotvirksomheder, vi har talt med, er, at bæredygtighed og særligt miljøhensyn er en voksende tendens, som de i høj grad bakkere op om. Enten i deres strategi, deres egen produktion eller gennem valg, der optimerer grøn omstilling i deres kunders produktion. I de følgende afsnit vender vi fokus mod, hvordan virksomhedernes produkter påvirker deres muligheder for at arbejde med grøn omstilling: For nogle virksomheder har selve deres produkt en stærk miljøeffekt, for andre er deres produkter og services indirekte med til at bidrage til den grønne omstilling.

Robotløsninger der bidrager direkte til grøn omstilling

Mange af de robotvirksomheder, der har et strategisk fokus på grøn omstilling, er nyere virksomheder, der er etableret med det formål at kommercialisere grøn teknologi. Det vil sige teknologi, der i udgangspunktet bidrager til grøn omstilling fordi hele grundlaget for forretningsideen er at teknologien kan reducere ressourceforbrug og dermed være en profitabel investering for kunderne. Disse virksomheder er 'født grønne' med et strategisk fokus på grøn omstilling.

Robotteknologi kan anvendes til rengøring med ganske få kemikalier eller endda helt uden kemi og med langt mindre vandforbrug end ved traditionelle metoder. Vand og kemikalier er store poster på rengøringssekskabers budgetter, og robotteknologi målrettet rengøringsløsninger har derfor potentiale til at reducere kundernes udgifter til rengøring betydeligt, samtidig med at den bidrager til grøn omstilling af kundernes aktiviteter. Flere nye rengøringsrobotter er derfor "født grønne". En udvikler af robotteknologi til rengøring beskriver det på følgende vis:

"Jamen det [ambitioner omkring det grønne] var en meget stor del af det. Det produkt, vi har nu, har et meget stort, miljømæssigt aftryk."

Et andet eksempel er robotteknologi, der har potentialet til at reducere spild i fødevarerproduktion og dermed optimere fødevarerproducenters indtjening. AMINIC er et eksempel på en virksomhed, hvis teknologi potentielt kan skabe store besparelser for kødgrossister og slagtere, og samtidig bidrage til grøn omstilling ved at reducere spild af kød, der er en af de helt store CO₂syndere i fødevarerproduktionen.



Foto: AmiNIC

Et eksempel på en robot under udvikling, som mindsker madspild, er sensormåleren fra virksomheden AmiNIC, der fungerer som en robotnæse, der måler friskheden på kød og fisk og dermed fastsætter en korrekt holdbarhedsdato. Robotten forhindrer, at kød og fisk ikke kasseres, før holdbarhedsdatoen er nået, hvilket kan reducere produktionen af kød og Danmarks udledning af CO₂ med op imod 2%.

Robotvirksomheder som AmiNIC tilbyder kunderne teknologi, der både optimerer kundernes forretning og gennem reduktion af spild derved bidrager til opfyldelsen af SDG 12, der handler om at fremme ansvarlig produktion gennem minimering af ressourcospild i eksempelvis industriel- og fødevarerproduktion. For kunderne er det oftest muligheden for at optimere indtjening gennem reduktion af spild, der er det primære motiv til at implementere teknologien, men det ændrer ikke på, at anvendelsen af denne type robotteknologi også fremmer grøn omstilling af fødevarerproduktionen. Samtidig kan det bidrage til, at kunderne imødegår et stigende fremtidigt fokus på grøn omstilling.

Når det handler om virksomhedernes tilgang til deres kunder, handler det især om, at virksomhederne kan tilbyde en god business case og vise, hvordan deres løsninger skaber økonomisk værdi for kunden. Flere robotvirksomheder fremhæver i den forbindelse, at det kan være udfordrende at opsætte parametre for, hvilke typer af værdi der skabes i forhold til grøn omstilling. De har ofte en udfor-

dring i forhold til at sætte tal på og beregne, hvor lang tilbagebetalingstid, der er på investeringer i deres grønne løsninger.

Besparelser på vand, energi og andre ressourcer bidrager også til grøn omstilling

Mange af de robotvirksomheder, vi har talt med, har ikke strategisk fokus på grøn omstilling, og disse virksomheder anser typisk miljømæssige effekter som en 'sidegevinst' ved deres produkter og løsninger. De anvender ikke grøn omstilling som et salgsargument i dialogen med kunder. I stedet fokuserer de på, at kunderne kan opnå økonomiske besparelser, fordi deres produkter og løsninger muliggør en mere effektiv ressourceanvendelse. Disse robotvirksomheder oplever typisk ikke miljøvenlige løsninger og grøn omstilling som vægtige argumenter i deres relationer til nuværende og potentielle kunder. Som en producent af industrirobotter forklarer:

"De [kunderne] gør det jo selvfølgelig ud fra en økonomisk betragtning, fordi spild det koster jo også penge, når du smider [materiale] ud er det jo dyrt. Det er jo positivt sådan rent bæredygtighedsmæssigt, at det er dyrt, for så er der motivation til at genanvende det eller til at passe på det."

Denne indirekte tilgang til de bæredygtige kvaliteter ved deres produkter er i høj grad en konsekvens af, at robotvirksomhederne oplever deres kunder som meget prisbevidste:

"De (kunderne) lægger vægt på én ting, og det er jo dybest set billigere produktionsomkostninger per enhed"

"Jeg må desværre sige, at det er meget få af dem, der lægger vægt på det [bæredygtighed], som det er nu, men jeg tror på, at det kommer mere og mere. Det er jo klart, at de automatiseringsanlæg, som vi sælger, de bruger jo en eller anden form for energi og så videre, og som det er lige nu, så er der ikke ret mange, som interesserer sig for... det her grønne aftryk. Altså at du faktisk kan spare tyve procent strøm"

Selvom kunderne ikke direkte efterspørger miljøvenlige produkter og løsninger, så arbejder flere af de robotvirksomheder, vi har talt med alligevel mod grøn omstilling motiveret af deres eget ønske om at bidrage til mere bæredygtige produktionsformer. Flere har en stærk tro på, at den grønne omstilling og robotteknologiens muligheder for at bidrage hertil vil skabe kommercielle muligheder i fremtiden.

"Vi går meget op i, hvad det er for noget udstyr, vi sætter sammen, så det belaster [miljøet] mindst muligt. Det, tror vi også på, vil give noget mersalg på sigt."

Som integrator hjælper Technicon kunder med at optimere produktionsprocessen og oftest fører denne optimering til lavere forbrug af energi og andre ressourcer. Økonomisk optimering af produktionsprocesser bidrager typisk til den grønne omstilling.

Flere af de robotvirksomheder, vi har talt med, opfatter bæredygtighed og grøn omstilling som 'buzz-words', der forbindes med politiske debatter og store selskabers marketing, men er meget fjernt fra deres egen hverdag. De har ikke interesse i at bruge grøn omstilling som et mærkat, de sætter på deres ageren og produkter, for at iscenesætte sig selv som ansvarlig overfor omverdenen. En producent af industrirobotter forklarer, at virksomhedens løsninger hjælper kunder med at forbedre processer gennem automation, og at virksomheden selv er bevidst om, at det bidrager til grøn omstilling. Men det er ikke en agenda, virksomheden aktivt anvender, blandt andet fordi virksomheden opfatter grøn omstilling som et emne, der tilhører politiske dagsordener og større virksomheder.

"Jeg tror, det i høj grad er en dialog, der kører politisk og hos nogle få store selskaber, som, hvad skal man sige, politisk er nødt til at udvise den her interesse eller i hvert fald kommunikere, at de udviser den her interesse. For langt de fleste selskaber, så er det, hvis du kigger på det globalt, en fuldstændig uinteressant dialog"

Selvom grøn omstilling opfattes som et buzz-word af flere af de virksomheder, vi har talt med, betyder det imidlertid ikke, at de ikke tager det alvorligt. Det gør de. Virksomhederne er bevidste om, at det øgede fokus på grøn omstilling er en stærk tendens, og de er meget positive overfor de miljøvenlige tiltag, så længe de også kan svare sig økonomisk.

Selvom de fleste robotvirksomheder, vi har talt med, beretter at deres kunder generelt vægter økonomi højere end bæredygtighed, så oplever enkelte virksomheder, at de store kunder og offentlige kunder har miljøhensyn med i deres kravspecifikationer, når de indkøber robotteknologi. Det handler ofte om, at robotvirksomhederne skal dokumentere, hvor meget energi der bruges til fremstilling af deres løsninger, og hvor meget energi processerne bruger. Det kræver, at robotvirksomhederne kan udarbejde et CO2 regnskab på deres eget og underle-

verandørers ressourceforbrug, hvilket kan være en udfordring. Samtidig mangler mange virksomheder også viden og rådgivning om, hvor der er mest økonomisk gevinst at hente i et grønt regnskab.

“Jamen jeg tror, det [grøn omstilling og bæredygtighed generelt] kommer i højsædet. Vi har nogle fantastiske industri-kæmper herhjemme, såsom i Danfoss og Grundfos, der er med til at bidrage til verdensmålene ved at have nogle meget, meget grønne omstillinger som produkter. Og derfor vil det også blive et krav, at de vil stille til deres underleverandører, og der vil de komme ind i det spil og vil måske betale lidt for det også, tænker jeg.”

Baseret på robotvirksomhedernes egne udsagn, tegner der sig et tydeligt billede af, at de har meget forskellige opfattelser af og tilgange til grøn omstilling. Nogle robotvirksomheder arbejder strategisk med grøn omstilling både internt i virksomheden selv og hos kunderne, andre ser grøn omstilling, som noget de faciliterer hos deres kunder, og andre igen mener ikke grøn omstilling er relevant for ikke deres virksomhed. I det følgende kapitel vender vi fokus mod de muligheder virksomhederne selv identificerer for kommerciel anvendelse af deres teknologi til at fremme grøn omstilling hos kunderne.

5. MULIGHEDER OG RAMMER FOR GRØNNE EFFEKTER AF ROBOTTEKNOLOGI

Dette afsnit fokuserer på, hvordan forskellige robotteknologier giver forskellige typer robotvirksomheder vidt forskellige grundvilkår for arbejdet med grøn omstilling. Nogle robotvirksomheder arbejder med teknologi, der i sig selv fremmer grøn omstilling. For eksempel vil virksomheder, hvis ydelser er baseret på robotteknologi, hvor værdien for kunden ligger i, at teknologien sparer kunderne for udgifter til kemikalier, eller i at teknologien reducerer spild, helt automatisk bidrage til grøn omstilling. For andre robotvirksomheder er deres produkters effekt i forhold til grøn omstilling ikke så direkte observerbar, men der er typisk en indirekte effekt i form af lavere ressourceforbrug grundet øget præcision og i form af reduceret energiforbrug og dermed lavere CO₂ udledning.

Virksomhederne varierer i forhold til de produkter og/eller services, de tilbyder deres kunder. I den forbindelse er der også forskel på, hvordan deres løsninger bidrager til den grønne omstilling. På baggrund af rapportens empiriske data kan der identificeres en række forskellige former for grøn omstilling, som virksomhedernes løsninger bidrager til:

- Co₂-reduktion
- Optimeret ressourceforbrug
- Cirkulært fokus og genanvendelse
- Optimering af produktionsprocesser
- Erstatning af kemiske processer med mekaniske

Dette er ikke en udtømmende liste over alle de forskellige former for grøn omstilling robotvirksomheder kan bidrage til, men det er de mest fremtrædende.

CO₂ reduktion

Det er relativt komplekst at måle, hvorvidt robotvirksomhedernes løsninger er med til at reducere CO₂ udledningen hos deres kunder. Det kræver overblik over kilderne til CO₂ udledning og metoder til beregning af udledningen fra hver kilde.

De fleste af de robotvirksomheder, vi har talt med, vurderer, at deres løsninger nedbringer CO₂ udledningen hos kunderne, men de måler ikke direkte på CO₂ reduktion hos deres kunder. De tager i stedet udgangspunkt i reduktion af energiforbrug og energieffektivisering. Det giver kunderne økonomiske besparelser på energiomkostningerne, og må også forventes at lede til en reduktion i CO₂ udledning.

Lagerrobotter reducerer energiforbrug og CO2 udledning

Lagerrobotter muliggør en mere effektiv udnyttelse af lagerplads end ved menneskebetjente lagre. Dermed kan kunderne reducere antallet af lagerkvadratmeter, og der er derfor færre kvadratmeter at varme op og belyse. Da robotter ikke har samme behov for belysning og opvarmning som lagermedarbejdere reducerer det kunders energiforbrug og dermed CO2 udledning betydeligt, når de investerer i et robotstyret laget.

Kunders CO2 udledning er et centralt element i robotvirksomhedernes effekt på miljøet, men robotvirksomhedernes egen CO2 udledning er også vigtigt for deres bidrag til grøn omstilling. En producent af industrirobotter fremhæver, at der er flere forskellige faktorer, der spiller ind, når det handler om at reducere CO2 udledningen fra deres egen produktion:

"Den energi, vi putter i vores robotter, kommer fra vindmølleenergi, den måde vi anskaffer vores materialer på, det bliver gjort på en bæredygtighed måde og så videre. Så derfor så er robotterne generelt set en meget, meget stærk indgangsvinkel til den grønne omstilling."

CO2 reduktion handler både om robotvirksomhedernes interne processer og deres produkters effekter når de indgår i produktionen ude hos kunderne. Som det fremgår af citatet ovenfor, kan virksomhederne selv gøre meget for at reducere den miljømæssige belastning af deres egen produktion.

Optimering af ressourcer

Robotteknologi åbner mange muligheder for at optimere udnyttelsen af en lang række ressourcer. Fleksibel automation er i sig selv et eksempel på optimeret ressourceforbrug, da automationsløsningerne kan justeres. De interviewede robotvirksomheder lægger vægt på at, fleksibiliteten i deres produkter har stor økonomisk og miljømæssig betydning, når den teknologiske udvikling går hurtigt, og kunderne har behov for hurtigt at kunne omstille deres produktion. Fleksibiliteten betyder, at kunderne ikke behøver indkøbe nye robotløsninger, hvis der indføres nye produkter i produktionen. Derfor bidrager selve fleksibiliteten også til grøn omstilling, ved at åbne mulighed for løbende justering af kunders produktion. En producent af fleksible robotter beskriver det på følgende vis:

"Med almindelige robotter er det design, 'brug og smid væk'. Med fleksible er det 'rekonfigurer – brug. 'rekonfigurer – brug.'"

Det vil sige, at vi har en langt mindre volumen af maskiner, der skal bygges for at kunne løse en langt større del af opgaverne.”

Et helt andet eksempel på, hvordan robotteknologi kan reducere ressourceforbrug, er anvendelse af robotter i byggebranchen. I byggebranchen kan robotteknologi erstatte menneskelig måling og udskæring med alt, hvad det indbefatter af skøn, fejlskøn og fejleregninger. Anvendelse af robotter åbner mulighed for en meget høj grad af præcision, der reducerer fejl og optimerer udnyttelsen af ressourcer i eksempelvis udskæringsopgaver og håndtering af materialer i byggeriet.



Robotter reducerer fejl og spild i byggebranchen

Robot at Work er et eksempel på en robot, der kan anvendes til skæreopgaver i byggebranchen. Robotten reducerer fejl og spild ved udskæringsopgaver og bidrager dermed både til kundernes bundlinje og til den grønne omstilling.

Cirkulært fokus og genanvendelse

Flere af de robotvirksomhederne vi har talt med fremhæver, hvordan de med robotteknologi kan mindske spild ud fra en cirkulær tilgang til produktion og produkter. Ved at anvende robotter kan deres kunder optimere både deres ressourcetilforbrug og deres produkters levetid og muligheder for genanvendelse.

Automatisk sortering forlænger tekstilers levetid

Inwatec udvikler automationsløsninger, der er målrettet automatisering af storvaskerier. Automatisk sortering af vasketøj sikrer, at linned behandles korrekt og mindsker dermed spild af bomuld. Netop bomuld er svært at genanvende, så forkert håndtering betyder, at ellers værdifulde produkter smides væk og i sidste ende brændes af.

Robotteknologi reducerer spild hos kunderne når levetiden på vindmøller forlænges ved hjælp af droneinspektioner, eller når vindmøllevinger scannes for fejl og svagheder i konstruktionen inden de monteres. Sådanne inspektioner forlænger levetiden for både møller og vinger, og robotteknologi kan dermed reducere den miljøbelastning, der ville være forbundet med produktion og transport af nye møller og vinger til erstatning for de eksisterende. Robotter kan også facilitere afmontering og/eller sortering, så end-of-life produkter kan genbruges. De kan også sortere objekter, og dermed sikre korrekt behandling. Det forlænger levetiden for eksisterende produkter. En robotvirksomhed beskriver fordelene som følgende:

"Når vi sorterer automatisk i stedet for manuelt, så minimerer vi fejl, og når du laver fejl i sorteringen, så kommer du til at [fejl]behandle [materialerne], og så kan du komme til at ødelægge noget af det, så du er nødt til at smide det væk."

Optimerede produktionsprocesser

Selve formålet med robotvirksomhedernes løsninger er at bidrage til optimering af kundernes produktionsprocesser. En robotvirksomhed, vi interviewede, forklarede at de aktivt arbejdede med at erstatte trykluft med el. Fordi det kræver en del energi at opretholde et konstant centralt lufttryk, er det mere energieffektivt, hvis robotter anvender el og selv skaber lufttrykket lokalt, når der er behov for det. Dermed kan omstilling fra trykluft til el bidrage til grøn omstilling hos deres kunder. En virksomhed, der udvikler end-of-arm-værktøjer til kollaborative appli-

kationer, forklarer desuden, at el-drevne produkter udover energieffektivitet også fører til mindre behov for vedligehold af kundernes produktionslinjer:

"Ved at alle vores produkter er elektriske og ikke drevet af trykluft, det er nok der, vi laver det største umiddelbart grønne aftryk, fordi brug af trykluft er jo ikke ret effektivt, og det er superdyrt at generere og vedligeholde rundt om på de forskellige fabrikker."

Mekaniske processer kan erstatte kemiske processer

Robotteknologi kan også bidrage til grøn omstilling ved at erstatte kemiske processer med mekaniske. En robotvirksomhed, der udvikler automatiserede rengøringsløsninger, som erstatter de kemiske processer, som hidtil har været brugt til rengøring af bl.a. skibe, beskriver det på følgende vis:

"Lige nu laver vi robotter til rengøring af lastrum, og det grønne aspekt i det det er..., at vi kan undgå at bruge kemikalier, som der bliver brugt i dag. Så hver gang et lastrum bliver gjort rent, så bliver der brugt en masse kemikalier, som bliver udledt i havet bagefter."

Mange robotvirksomheder er opmærksomme på de positive grønne effekter af deres løsninger, men i salgssituationen er det de økonomiske aspekter, der fylder mest hos kunderne og bliver det primære i kunderelationen. En af robotvirksomhederne beskriver det på følgende vis:

"Det vil sige, du skal ind og lave en kommerciel attraktiv løsning, og så ligger du de miljømæssige aspekter oveni."

Det er en fordel for de robotvirksomheder, der udvikler rengøringsrobotter, at kemikalier og dermed også kemiske rengøringsmetoder er relativt dyre. Det betyder, at deres løsninger ofte er konkurrencedygtige på pris, og samtidig tilbyder kunderne en grønnere profil. Flere af robotvirksomhederne oplever, at den løbende skærpelse af miljøkrav er en fordel for dem: når kunderne oplever skærpede miljøkrav, oplever robotvirksomhederne, at kunderne finder deres automatiserede løsninger mere attraktive.

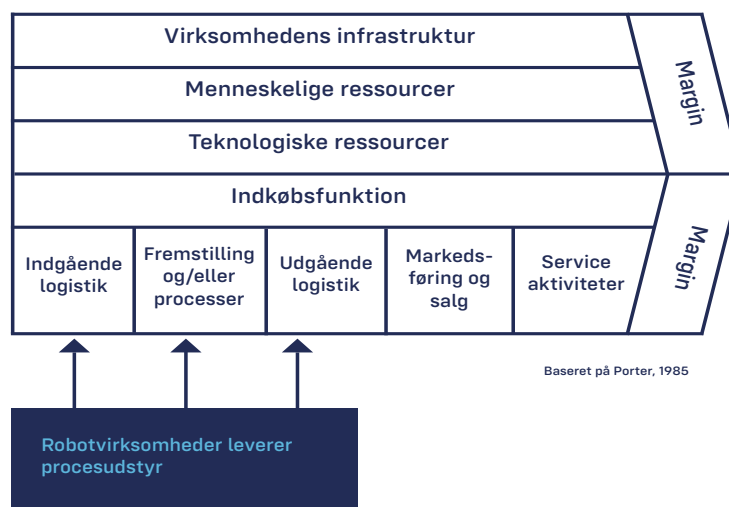
Robotvirksomheder har allerede mange produkter på markedet eller på vej på markedet, der bidrager til den grønne omstilling af erhvervslivet. Baseret på virksomhedernes egne udsagn og de indsamlede cases har det været muligt at identificere fem områder. De fem områder overlapper til en vis grad, men det er alligevel meningsfuldt at skelne mellem dem, da det giver bedre indsigt i de

dynamikker, der skaber koblingen mellem grøn omstilling og forretningspotentialer for robotvirksomhederne. Et stort område, som langt de fleste robotløsninger bidrager til reduktion af CO2 udledning, dernæst er der også en gennemgående tendens til at robotvirksomhederne bidrager til ressourceoptimering hos deres kunder gennem optimerede processer. To mindre områder er henholdsvis muligheder for at erstatte kemiske løsninger med automatiserede robotløsninger, og endelig nævnte enkelte virksomheder at deres teknologi havde et cirkulært fokus i kraft af at den enten bidrog til at forlænge levetiden for eksempelvis anlæg og infrastruktur, eller til genanvendelse af end-of-life produkter.

6. PLACERING I VÆRDIKÆDER OG AFSTAND TIL FORBRUGERE

Dette afsnit kobler indsigt i robotvirksomheders bidrag til kundernes interne værdikæder og placering i forsyningskæder med de oplevelser, de interviewede robotvirksomheder har med kunder og kundernes opfattelser af grøn omstilling. Derfor indledes afsnittet med eksempler på, hvor og hvordan robotteknologi og robotvirksomheder typisk bidrager til kundernes interne værdikæder og eksterne forsyningskæder.

Figur 2 viser en standardiseret model for virksomheders interne værdikæder. Begrebet værdikæde er udviklet af den amerikanske økonom Michael Porter (1985) og er en model, der giver et overblik over en virksomheds produktionsproces: Hvordan virksomheden omdanner indkøbte (rå)varer til et færdigt produkt eller en service, der sikrer virksomhedens indtjening. Modellen fokuserer på virksomheden som enhed og har et procesperspektiv, og den skelner mellem virksomheders primære funktioner, der er direkte værdiskabende, og virksomheders indirekte funktioner, som faciliterer de primære funktioner, men ikke i sig selv direkte bidrager til værdiskabelse. Tilsammen skaber synergien mellem virksomhedens primære og sekundære funktioner en profitmargin for virksomheden.

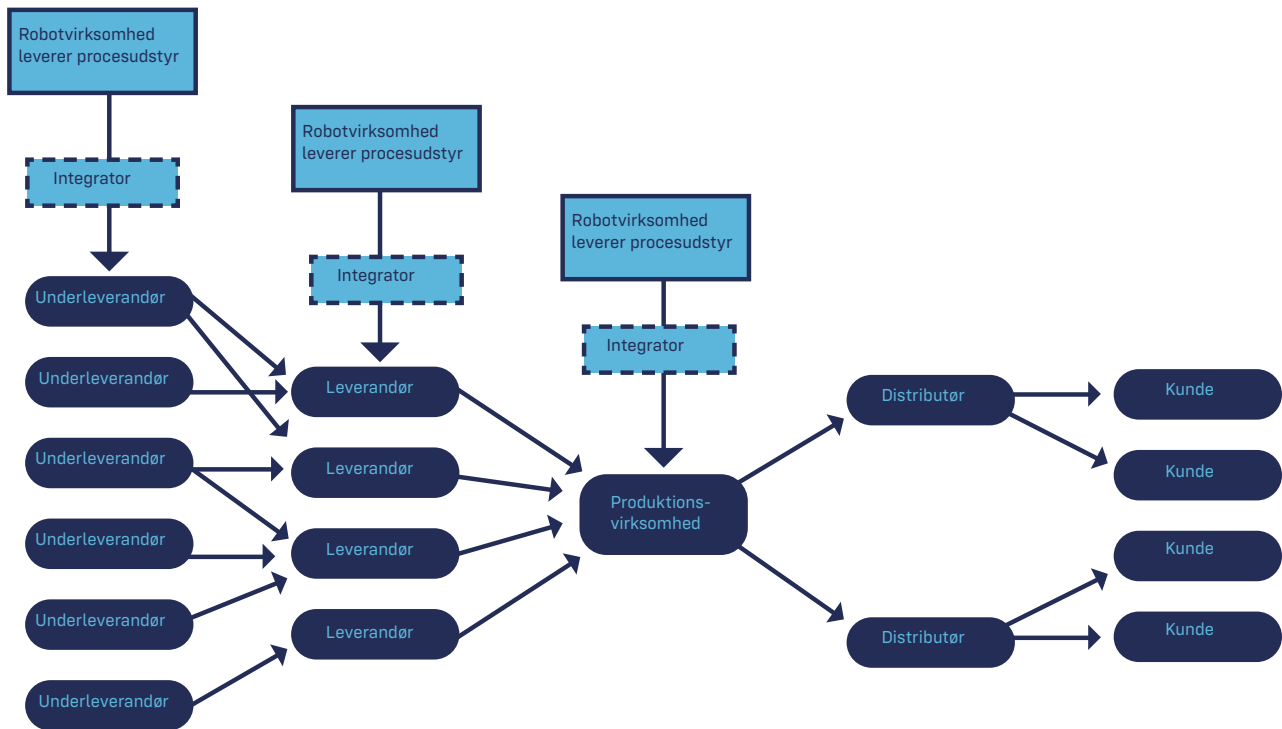


Figur 2: Værdikæde

Nederst er virksomhedens primære processer: indgående logistik, fremstillingsprocessen for produkter eller services, udgående logistik, salg og markedsføring, og service aktiviteter i forbindelse med implementering og efterfølgende service. Det er disse primære processer, der skaber virksomhedens produkt eller service. Øverst er de tværgående sekundære støttefunktioner: virksomhedens infrastruktur i form af eksempelvis generel ledelse og bogholderi, menneskelige ressourcer såsom rekruttering og træning, teknologiske ressourcer såsom IT, hardware og produktionsapparatet, og endelig indkøb.

Robotvirksomheder har deres egne interne værdikæder, hvormed de skaber nye teknologiske løsninger, indkøber dele og bringer produkter og services baseret på robotteknologi til deres kunder. Men i forbindelse med den grønne omstilling har robotvirksomhederne en særlig vigtig rolle i kraft af deres produkters betydning for andre virksomheders produktion. Typisk spiller robotvirksomheder en central rolle for mange virksomheders produktion, fordi de leverer udstyr, der hjælper virksomhederne til at udføre primære funktioner knyttet til logistik (ind- og udgående) og produktion. Det betyder, at robotvirksomheder bidrager til den sekundære støttefunktion "Teknologiske ressourcer". Robotvirksomheder leverer derfor typisk input til sekundære processer, der støtter kundernes primære produktionsprocesser. Underleverandører i robotindustrien er en undtagelse, men i denne sammenhæng er fokus på kunder udenfor robotindustrien.

Værdikædemodellen kan hjælpe os til at forstå virksomheders interne produktionsprocesser, men hvis vi gerne vil forstå, hvordan hele produktionsprocessen for produkter og services påvirker miljøet, er det ikke nok at se på den enkelte virksomhed. Vi bliver nødt til også at forstå, hvordan robotvirksomheder indgår i de globale leverandørkæder, der forbinder aftagervirksomheder til deres leverandører og kunder. Figur 3 viser en grafisk fremstilling af, hvor robotvirksomheder typisk bidrager til deres kunders leverandørkæder. Leverandører og underleverandører er vist på figurens venstre side. Mange virksomheder har langt flere niveauer af underleverandører, men for at holde figuren nogenlunde enkel, har vi her kun medtaget to niveauer. I midten er den virksomhed, for hvilken leverandørkæden kortlægges, og på højre side først distributører og endelig slutkunderne. Selvom robotteknologi og robotvirksomheder potentielt kan levere vigtigt udstyr til både virksomheden og dennes underleverandører, så er det sjældent, at disse leverancer indgår direkte i det færdige produkt. Langt oftere indgår robotbaserede løsninger udelukkende i den interne logistik og i produktionsprocessen.



Figur 3: Leverandørkæder

Arten af robotvirksomhedernes bidrag til kundernes værdikæder og deres placering i leverandørkæder betyder, at den typiske robotvirksomhed er placeret ganske langt fra forbrugerne og kun bidrager indirekte til det færdige produkt, forbrugerne køber. Det betyder bestemt ikke, at robotvirksomheder ikke er vigtige for produktionsprocesser. Tværtimod, robotvirksomheder har en helt central rolle i forhold til grøn omstilling af produktionsprocesser. Men det betyder, at der er langt fra robotvirksomheders produkter og services til forbrugerne. Det er ikke i sig selv et problem, men det er en udfordring i forhold til robotvirksomhedernes muligheder for skabe mere salg baseret på deres bidrag til grøn omstilling. Efterspørgslen på mere miljøvenlige produkter, der bidrager til den grønne omstilling, er i høj grad drevet af forbrugerne. Virksomheder, der opererer langt fra den forbrugerdrevne efterspørgsel på grønne produkter, har en ekstra udfordring i forhold til at anvende den grønne agende strategisk. For små og mellemstore virksomheder er den største barriere i forhold til grøn omstilling derfor, at kunderne vægter prisbillige løsninger højere end miljøeffekter (SMVDanmark, 2020).

Robotvirksomhedernes direkte kunder tilhører hovedsageligt det industrielle marked, og mange er SMV'er. Robotvirksomhederne oplever hovedsageligt, at SMV-segmentet fokuserer på de økonomiske aspekter og kun har fokus på grøn omstilling, hvis det indirekte kan skabe økonomisk værdi. Enten i form af ressourcebesparelser eller fordi kunderne, eller i sidste ende forbrugerne, efterspørger det. En robotproducent opsummerer situationen på følgende vis:

"Så for dem [kunderne] handler det om forretning, og det giver jo også noget god PR, hvis man kan profilere sig selv som grøn, fordi det er jo i stigende bevidsthed hos forbrugerne. Altså at produkterne skal være fremstillet med så lidt spild som muligt i produktionen og den del. Så på den måde kan man godt sige, vi arbejder indirekte med det på grund af forbrugerne."

De robotvirksomheder, vi har talt med, oplever, at det kan være vanskeligt at tale ind til en grøn dagsorden hos slutbrugere, da der ikke er en direkte kontakt til dem. I stedet er hovedfokus på deres direkte kunder, som er producerende virksomheder og ofte SMV'er, der typisk efterspørger prisbillige fremfor miljøvenlige løsninger. Det skaber en væsentlig barriere for robotvirksomhedernes mulighed for at øge deres bidrag til den grønne omstilling.

7. ROBOTTEKNOLOGIENS ROLLE I FREMTIDENS GRØNNE OMSTILLING

Dette afsnit udforsker patenteringsaktiviteten i den danske robotindustri med særligt fokus på koblinger til grøn omstilling. Først analyseres patenteringsaktivitet relateret til den danske robotindustri fra 2000 til 2020, og derefter fremhæves en række nye virksomheder, der anvender robotteknologi til at fremme den grønne omstilling. Formålet er at bruge de nyeste tendenser indenfor grøn robotteknologi som pejlemærke for hvordan robotvirksomheder kan koble deres aktiviteter til fremtidens grønne omstilling.

Patenteringsaktivitet relateret til den danske robotindustri 2000-2020

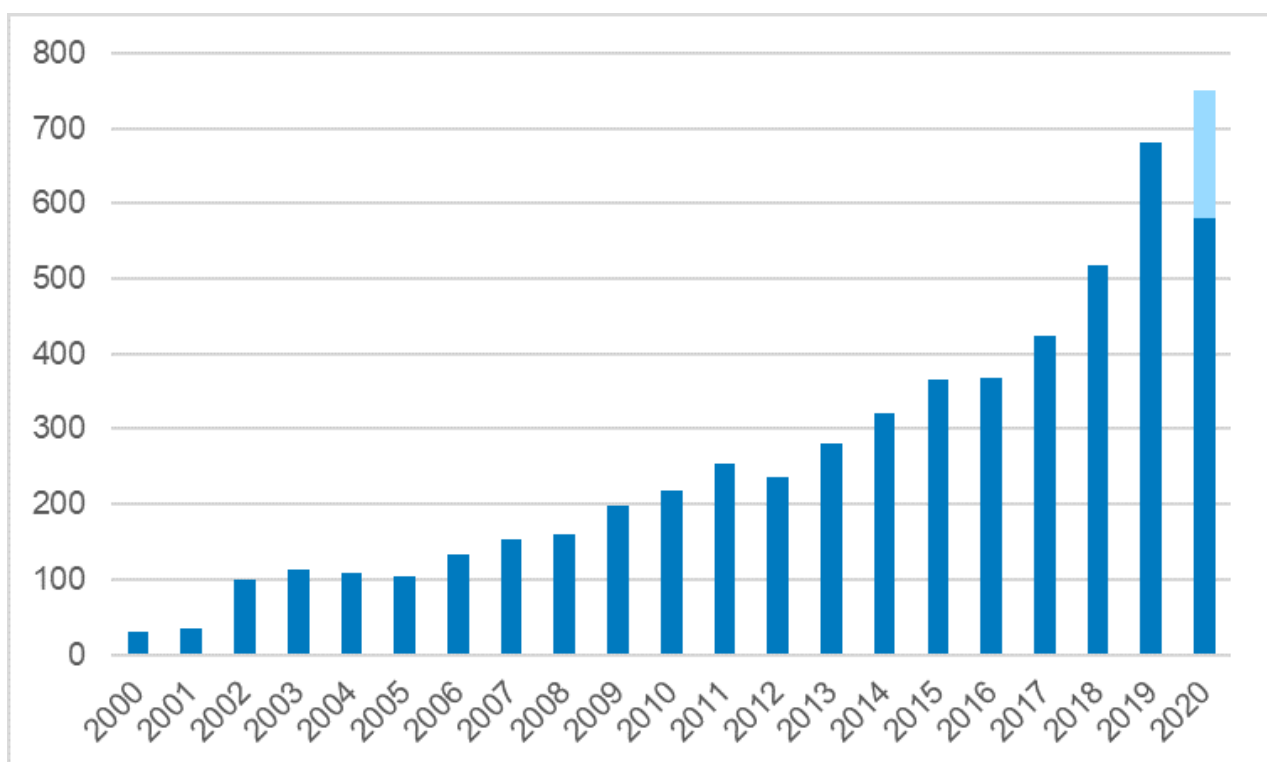
Patenter er en form for ophavsret, der giver en opfinder og dennes organisation eneret på at producere, anvende og sælge opfindelsen. Privatpersoner og organisationer kan ansøge om et patent, når de har udviklet en opfindelse, men der er en række krav, som en opfindelse skal opfylde for at være patenterbar. I Danmark skal en opfindelse ifølge Patent- og Varemærkestyrelsen tilfredsstillende følgende kriterier for at være patenterbar:

- Opfindelsen skal være ny, hvilket betyder, at der ikke allerede må findes en tilsvarende opfindelse, der er patenteret, beskrevet i offentligt tilgængeligt materiale eller taget i brug uden for virksomhederne selv.
- Opfindelsen skal være nyttig og adskille sig væsentligt fra tidligere opfindelser, det betyder, at opfindelsen skal indeholde noget væsentligt nyt i forhold til andre offentligt tilgængelige opfindelser på området.
- Opfindelsen skal kunne anvendes industrielt, det vil sige, at der skal være et kommercielt sigte med opfindelsen.

Patenter er offentligt tilgængelige, og der er flere databaser, som samler patenter på tværs af virksomheder, industrier og lande. Patenter er klassificeret efter områder og referer til andre patenter, der beskriver teknologi, som den patenterede opfindelse bygger på. Det betyder, at det er muligt at identificere patenter, der er relateret til den danske robotindustri i flere databaser og indenfor flere industrier. Dette afsnit trækker på Googles patentdatabase. Fordelen ved Googles patentdatabase er, at den samler patenter fra virksomheder på tværs af geografiske regioner (eksempelvis EU og USA), til gengæld er der en risiko for, at enkelte patenter er udeladt af databasen, da patenter ikke registreres automatisk. Da hensigten med dette afsnit er at udforske nye teknologiske områder med relation til robotindustrien, er det ikke afgørende, at alle patenter indgår i ana-

lysen. Det er vigtigere, at der er et bredt udsnit af patenter relateret den danske robotindustri, da det kan give et overblik over generelle tendenser i patenteringsaktiviteten.

Figur 4 viser udviklingen i patenteringsaktiviteten relateret til den danske robotindustri fra 2000 til 2020 . Ikke alle patenterne er danske, nogle er udtaget af udenlandske virksomheder med interesse i den danske robotindustri. Nogle af de mest patenteringsaktive virksomheder er Danfoss, Grundfos, DTU, danske hospitaler og regioner, Huawei, Kamstrup, Marel, Novo Nordisk, Radiometer, Rockwell Automation og Siemens (med underselskaber). Langt fra alle patenter er udtaget af robotvirksomheder, eksempelvis er der mange patenter indenfor vindmølle-, sundheds- og fødevarerindustrien, der kun indirekte er koblet til robotteknologi. Men udviklingen er alligevel meget tydelig. Aktiviteten er gået fra et ganske lavt niveau i 2000, hvor der kun blev udtaget 30 patenter til et godt 20 gange så højt niveau med over 600 patenter i 2019, og hvis der i resten af 2020 udtages lige så mange patenter som i årets første ni måneder, vil det resultere i, at der udtages mere end 700 patenter relateret til den danske robotindustri i 2020.



Figur 4: Antal publicerede patenter relateret til den danske robotindustri
Per 10. september 2020 var der 580 patenter, såfremt patentering er jævnt fordelt over året, vil det resultere i ca. 750 patenter for hele 2020

Der er tendenser i, hvilke teknologier virksomhederne har patenteret gennem den analyserede periode. Sensorer er et område, hvor der har været patenteringsaktivitet kontinuerligt fra 2000 til 2020. Virksomheder så forskellige som Danfoss, Force Technology og Kamstrup har patenteret forskellige former for sensorer siden 2002/2003. I slutningen af den observerede periode har flere aktører, blandt andet DTU, patenteret sensorer til detektion af blandt andet infrarødt lys og udvalgte molekyler. Et andet område, hvor der er udtaget rigtig mange patenter, er fødevarereproduktion og -håndtering, hvor der har været tidligt og kontinuerlig aktivitet gennem hele perioden. I 2019 udtog virksomheden Frontmatec eksempelvis et patent på en automatiseret metode til klassificering af kød på slagterier. Fra 2006 kommer de første patenter på fleksible manipulationsrobotter. Universal Robots er ikke overraskende den mest patenteringsaktive virksomhed i denne kategori, men virksomheden har ikke været særlig patenteringsaktiv de første mange år af dens virke, og har udtaget langt de fleste patenter i 2019 og 2020. Fra 2015 begynder der også at komme enkelte patenter på mobile robotter. Men hverken virksomhederne bag fleksible manipulationsrobotter eller mobile robotter er særligt patenteringsaktive. Generelt er robotvirksomhederne ikke specielt aktive i forhold til patentering og langt de fleste patenter i relation til den danske robotindustri kommer fra virksomheder, der primært opererer på andre markeder end robotvirksomhederne. Men fra 2015 begynder de danske robotvirksomheder at udtage patenter og de fleste større robotvirksomheder har i 2020 erfaring med patentering af deres teknologi.

Nye teknologier

En række nye teknologier såsom droneteknologi, højpræcisions GPS og AI åbner nye muligheder for anvendelse af robotteknologi, hvoraf mange kan bidrage direkte til den grønne omstilling af erhvervslivet. Selvom droneteknologien ikke er ny, sætter teknologiens udvikling og regulering stadig begrænsninger for anvendelsen af droner i kommercielt regi (Andersen et al., 2020).

Droneteknologi, både de flyvende, kørende og undersøiske droner, har potentiale til at åbne for en lang række kommercielle løsninger, der kan gavne miljøet. Særligt de flyvende droner, unmanned aerial vehicle eller UAV, har potentiale til at nå svært tilgængelige områder og kan derved monitorere sårbare naturområder. Det vil gøre det muligt at opdage og sætte ind overfor for eksempel forurening eller skovbrande tidligt, inden det får alvorlige konsekvenser for miljøet. Samtidig har droner et stort potentiale i forhold til at minimere spild. Droneinspektion af konstruktioner såsom el ledninger, broer, vindmøller og høje eller sværttilgængelige bygninger vil kunne identificere svagheder i konstruktioner på et tidligt tidspunkt. Dermed kan ressourceforbruget til vedligehold minimeres og konstruktionernes

levetid forlænges. Droner kan også identificere utætheder på infrastruktur og bygninger, der eksempelvis giver anledning til varmetab.

Fødevarerproduktion og fødevarerhåndtering er et område, der tidligt implementerede automatisering og hvor der kontinuerligt har foregået udvikling og implementering af robotløsninger. Men de senere år har eksempelvis markrobotter og automatisering af landbrug åbnet nye muligheder. Højpræcisions GPS åbner muligheder for, at markrobotter kan så, luge, gøde og vande med centimeters præcision. Anvendelse af markrobotter kan dermed reducere vand- og kemikalieforbrug og samtidig øge udbyttet. Og så drives de markrobotter, som eksempelvis Agrobot og Farmdroid arbejder med, tilmed af solceller. Virksomheden Egatec har patenteret teknologi, der faciliterer automatiseret høst af tomater. Fordi robotten kan monitorere og lagre placering og modningsgrad for hver tomatklaase, kan teknologien minimere risikoen for plantesygdomme og dermed reducere brugen af de kemikalier, der ellers er nødvendige for at slå sygdomme ned. Invenstars Vergromat er et integreret system til vertikalt landbrug, der er optimeret i forhold til både produktion og klimapåvirkning. Teknologien kan reducere vandforbrug og spild og anvender op til 80% mindre energi end traditionelle løsninger (AutomationsBoost, 2019). Virksomheden Blue Unit udnytter robotteknologiens muligheder indenfor målinger, analyse og dokumentation i deres overvågningsystem til akvakulturanlæg. Deres teknologi faciliterer et optimalt og stabilt vækstmiljø for fisk. Teknologien muliggør, at fiskeproducenter kan varsles tidligt, når der er opstået problemer i produktionen, den optimerer derudover foderudnyttelsen og reducerer brug af kemi og energi og risikoen for fiskedød. Mange automatiseringsløsninger indenfor fødevarerproduktion og fødevarerhåndtering er muliggjort af de store fremskridt, der de seneste år er sket indenfor "internet of things" (IoT) og kunstig intelligens. Syntesen mellem robotteknologi og relaterede teknologiske områder åbner således nye muligheder for, at robotteknologi kan bidrage til grøn omstilling.

Endelig er robotteknologi en væsentlig komponent i industri 4.0. "Smart production", også kaldet intelligente produktionsteknikker, er baseret på integrationen af sofistikeret software og fysiske robotter, der i samarbejde med mennesker og andre robotter kan flytte og manipulere fysiske produkter. Et eksempel er Robot Nordics selvprogrammerende palleteringsrobot, der ved at scanne produkter selv kan beregne den optimale placering af dem på pallen og udfører palleteringen automatisk (AutomationsBoost, 2019). Der er ganske få eksempler på komplette smart produktion faciliteter, men Siemens fabrik uden for Amberg er et af dem.

Optimeret ressourceforbrug med automatisering og "smart factories"

Siemens Electronics Works ved den tyske by Amberg producerer hvert år mere end 12 millioner enheder fordelt på omkring 1000 forskellige produktkategorier. Fabrikken er en såkaldt "smart factory", en fabrik, hvor alle maskiner og systemer er forbundet af et IoT-system. Alle relevante data deles mellem de forskellige enheder, samles i en database og analyseres derefter automatisk ved hjælp af AI. Dette skaber en fleksibel produktionslinje, som konstant kan efterleve nye krav fra kunder eller leverandører. Samtidig er denne on demand produktion med til at reducere spild i produktionen og skabe et lavere energiforbrug, fordi det er nemmere at udpege eventuelle fejlkilder og opretholde et konstant produktionsniveau, når fremstillingsprocesserne er automatiserede. Produktiviteten på fabrikken er steget med otte gange, siden det blev til en "smart factory", hvor IoT-sensorer bl.a. optimerer procesarbejdet ved at dele processituationer i realtid og kontrollere for mulige fejl.

Patenteringsaktiviteten relateret til den danske robotindustri har været støt stigende fra 2000 til 2020, og selvom deres patenteringsaktivitet fortsat er lav sammenlignet med andre brancher og lande, har langt de fleste større robotvirksomheder efterhånden erfaring med at anvende patenter til at beskytte deres teknologi. Mange af de nyere teknologier, der er på vej til markedet for robotteknologi, er beskyttet af patenter. Flere af disse teknologier åbner op for endnu flere og mere vidtrækkende muligheder for at robotteknologi kan bidrage til grøn omstilling.

8. KONKLUSION

Denne rapportes ærinde har været at afdække robotvirksomheders muligheder for at bidrage til den grønne omstilling af erhvervslivet med fokus på, hvordan robotvirksomheder kan hjælpe deres kunder med grønne løsninger.

Interview med robotvirksomheder og casestudier af robotvirksomheder og deres produkter har sat fokus på forskelle og ligheder mellem forskellige typer af robotvirksomheder. Nogle af virksomhederne arbejder strategisk med grøn omstilling og bidrager til grøn omstilling med både deres interne udvikling og produktion og med de produkter, de leverer til deres kunder. Andre virksomheder fokuserer primært på at implementere grøn omstilling på kundesiden ved at udnytte de grønne muligheder i den teknologi, de arbejder med. Og endelig er der en lille gruppe virksomheder, der ikke aktivt arbejder med grøn omstilling, men indirekte bidrager til den grønne omstilling af erhvervslivet i kraft af at deres løsninger hjælper kunderne med at reducere ressourceforbruget i deres produktion.

Robotvirksomhederne oplever generelt ikke at deres kunder efterspørger grønne løsninger, de efterspørger prisbillige løsninger, og miljøhensynet er for langt de fleste kunder sekundært. Efter de har købt og implementeret miljøvenlige løsninger, oplever robotvirksomhederne dog ofte at kunderne anvender den grønne agenda til markedsføring. En undtagelse er de allerstørste industrikunder og offentlige kunder, der systematisk efterspørger dokumenterbare grønne effekter af de løsninger de køber.

På trods af kundernes lave efterspørgsel på grønne løsninger, har overraskende mange af de robotvirksomheder, der er interviewet i forbindelse med rapporten, et ønske om at bidrage til den grønne omstilling. De er bevidste om, at grøn omstilling er en tendens, der vil sætte agendaen for det danske erhvervsliv mange år fremover. Derfor har flere af virksomhederne en interesse i at investere tid og ressourcer allerede nu, selvom kundernes efterspørgsel lader vente på sig. Mange robotvirksomheder arbejder da også med teknologi, der fremmer eller har potentiale til at fremme grøn omstilling. Generelt oplever robotvirksomhederne, at de kan overkomme den udfordring den manglende efterspørgsel skaber, ved at sikre, at deres grønne løsninger også er prismæssige konkurrencedygtige. For nogle af de robotvirksomheder, vi har talt med, var det relativt simpelt, fordi deres produkter helt naturligt førte til væsentlige besparelser hos kunderne i form af mindre energi-, vand- og ressourceforbrug, højere produktivitet og mindre spild. For andre var det knap så ligetil, men langt de fleste af de virksomheder, vi har talt med, har været meget bevidste om, at deres løsninger kunne gøre produktionen mere miljøvenlig. Robotvirksomhederne vil gerne bidrage til den grønne

omstilling, og det er ofte en naturlig effekt af deres kerneydelser, at produktionen bliver mere grøn.

Flere af de robotvirksomheder, vi har talt med, efterlyser klarere retningslinjer for, hvordan de kan beregne de økonomiske besparelser ved implementering af deres miljøvenlige løsninger. I dialogen med kunderne vil det hjælpe dem, hvis de kan estimere tilbagebetalingstiden på deres løsninger og demonstrere deres beregninger af energi-, vand og andre ressourcebesparelser.

Der er masser af nye og endnu grønnere løsninger på vej fra robotvirksomhederne, og robotteknologi har et stort potentiale i forhold til at bidrage til den grønne omstilling af erhvervslivet. Ved løbende at integrere grøn omstilling i deres kerneforretning kan virksomhederne potentielt opnå en konkurrencefordel i forhold til andre virksomheder, der ikke har fokus på grøn omstilling. Alt taler for, at efterspørgslen på grønne løsninger kun vil stige, efterhånden som forbrugerne bliver stadig mere bevidste, og der fra politisk niveau fokuseres stadig mere på at skabe en incitamentsstruktur, der motiverer virksomheder til at omstille deres produktion til at være mere miljøvenlige. I takt med at efterspørgslen på bæredygtige løsninger stiger, bliver fokus på grøn omstilling et stadigt vigtigere konkurrenceparameter.

9. REFERENCER

Andersen, K V, Frederiksen, M H, Knudsen, M P & Krabbe, A D (2020) The strategic responses of start-ups to regulatory constraints in the nascent drone market. *Research Policy* 49(10).

Damvad Analytics(2020) Analyse af den danske robotindustri - En styrkeposition i vækst.

Feil, A A, Schreiber D, Haetinger, C, Strasburg, V J 4 and Barkert, C L. (2019). Sustainability Indicators for Industrial Organizations: Systematic Review of Literature. *Sustainability*, 11(3).

Porter, Michael E (1985). *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York.: Simon and Schuster.

SDU & Pluss (2018). *Økosystemanalyse af robotteknologi*. Syddansk Universitet.

SMVDanmark (2020). *SMV'er vil gerne klimaet, men mangler grønne kunder og redskaber*.

Uddannelses- og Forskningsministeriet (2020). *National Robotstrategi*.

World Commission on Environment and Development (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press.

10. INTERVIEWEDE VIRKSOMHEDER

Virksomhedsnavn	Virksomheden primære produktkategorier
AmiNIC	Nanoteknologisk sensor til måling af holdbarhed i kød og fisk
Bila	Robotautomatisering
Cliin	Rengøringsrobot
Cobot Lift	Kollaborative robotter
DanRobotics	Robotsvejseløsninger, robotautomatisering, fixturbyg
Egatec	Robotautomatisering, robotdragter, robotløsninger til pakning og intern transport
Jorgensen Engineering	Robotfremstilling af løfte- og håndteringsudstyr
Inwatec	Robotautomatisering til vaskerier
OnRobot	Kollaborative end-of-arm-værktøjer
Produktionsteknik	Specialmaskiner til spåntagende bearbejdning, robotgribere, intern transport og fixturer samt vandstråleskærer
Technicon	Robotautomatisering

Rapporten er bestilt af RoboClusters styregruppe i 2020, og er udført af Syddansk Universitet under ledelse af Kristina Vaarst Andersen, lektor ved Institut for Marketing og Management med bistand fra post doc Helle Aarøe Nissen og studentermedhjælp Anne Sofie Arevad Hundebøll. RoboCluster er medfinansieret af Uddannelses- og Forskningsministeriet samt Region Syddanmark. Da klyngerne blev samlet i Danmark, blev RoboCluster en del af den nye nationale robot- og drone-klynge, Odense Robotics.

Tak til virksomhederne der har stillet deres tid og ekspertise til rådighed for udarbejdelsen af denne analyse.

Kristina Vaarst Andersen, Lektor, Syddansk Universitet, vaarst@sam.sdu.dk

Christina E. Wanscher, Netværksleder, Odense Robotics, cewa@odenseroobotics.dk