

## ET NYT SYN PÅ FREMTIDENS ARBEJDSPLADS: ROBOTTEKNOLOGI

### 1 Indledning

Mennesket har brugt maskiner i umindelige tider, men den industrielle revolution markerede et afgørende gennembrud på området. På det tidspunkt anerkendte man generelt maskinernes betydning, men folk reagerede meget forskelligt. Nogle betragtede dem som en trussel, mens andre så store muligheder i dem. I dag, hvor vi er omgivet af ny teknologi og befinder os midt i en omstillingsfase, er situationen næsten den samme. Denne gang handler det dog om intelligente maskiner og processer.

Som beskrevet nedenfor vil udviklingen/revolutionen, hvor ny teknologi findes overalt, indvarsle en æra, hvor maskiner og udstyr kan installeres hvor som helst – selv i menneskekroppen. Robotter bliver menneskets hjælpere og – på længere sigt – kolleger.

### 2 Hvad er en robot?

Afhængigt af de formål, som en robot er beregnet til, kan den klassificeres som en industriel robot eller en servicerobot:

- International Robot Association har defineret en industriel robot som en automatisk styret, omprogrammerbar, multifunktionel manipulator med mindst tre programmerbare faste eller mobile akser til brug i industrielle automatiseringsapplikationer. (som defineret i standarden ISO 8373: 1994)
- **Servicerobotter** er beregnet til at ledsage, hjælpe og passe mennesker, idet de indgår i det menneskelige miljø og udviser grundlæggende intelligent adfærd ved udførelse af tildelte opgaver. De kan inddrages i tre klasser: Robotter i klasse 1 erstatter mennesker ved arbejde i beskidt og/eller farligt miljø og trivielt arbejde. Robotter i klasse 2 arbejder tæt sammen med mennesker for at øge komforten, f.eks. i form af underholdning, hjælp til ældre, løft af patienter eller andet samarbejde med mennesker. Robotter i klasse 3 anvendes på mennesker, f.eks. i form af medicinske robotter til brug ved diagnose, operation, behandling og rehabilitering.

Robotter blev oprindeligt bygget for at udføre simple arbejdsopgaver, men i dag skal de i stigende grad også kunne tænke – ved brug af **kunstig intelligens**.

Der findes to former for kunstig intelligens, nemlig svag og stærk intelligens. Svag kunstig intelligens dækker over udstyr, som er afhængigt af software, der er udviklet med henblik på at undersøge og afhjælpe et bestemt problem. Der er ikke tale om at opnå egentlig bevidsthed, men der frembringes en problemløser inden for et begrænset anvendelsesområde (f.eks. genkendelse af tekst/billeder, ekspertsystemer og skakcomputere). Stærk kunstig intelligens vedrører derimod "hypotetiske" maskiner, som udviser en adfærd, der som minimum er lige så behændig og fleksibel som menneskers.

Fordelen ved robotter og intelligente maskiner ligger i deres evne til at foretage en række forskellige bevægelser og "tænke" uendeligt længe og utrætteligt. Ved udvikling af robotter lægges der i dag vægt på deres evne til at følge bestemte mønstre, og de er derfor generelt højt specialiserede. I en ikke alt for fjern fremtid vil dette ændre sig, og vi vil have robotter, som kan udføre en bred vifte af opgaver og efterligne mennesker. Denne udvikling vil til dels kunne opnås takket være en betragtelig forøgelse af hukommelseskapaciteten hos robotter og apps med kunstig intelligens, hvorved meget store mængder af data kan tilgås og anvendes til en række praktiske opgaver.

### 3 Robotteknologiens udbredelse og prognoser

Generelt bevæger vi os fra et informationssamfund til et vidensamfund og herfra videre til et samfund med adgang til viden overalt. I dette samfund vil intelligente og autonome maskiners rolle være afgørende for de politiske beslutningstagere. Opmærksomheden vil skulle rettes mod "teknologiske

bølger" såsom digitalisering, informations- og kommunikationsteknologi samt robotteknologi, som alle er afgørende elementer ved udviklingen af det nye samfund.

I EU's strategi for robotteknologi frem mod 2020 skitseres den aktuelle udvikling.

Her står der bl.a., at robotteknologien vil være fremherskende i det kommende årti. Den vil påvirke alle aspekter ved vores arbejds- og privatliv. Den har potentiale til at ændre vores liv og arbejdsmetoder, øge effektiviteten og sikkerheden, sikre bedre service og skabe job *Dens indvirkning vil blive øget med tiden, og det samme gælder samspillet mellem robotter og mennesker.*

I tiden mellem 1960'erne og 1990'erne blev de fleste robotter og robotteknologier kun brugt i industrien. I dag har robotterne nået et meget højt niveau med hensyn til færdigheder og holdbarhed, og robotteknologi og kunstig intelligens vil få en meget stor indvirkning på en lang række sektorer såsom militærindustri, sikkerhedstjenester, sundhedspleje, transport og logistik, kundeservice og vedligeholdelse af boliger. På området for serviceroobotteknologi har vi på det seneste set en bemærkelsesværdig udvikling i sektoren for lægehjælp og sundhedspleje, og en endnu højere grad af autonomi og systemkompleksitet ligger ikke langt ude i fremtiden, blandt andet hvad angår anvendelsesformer med øget fokus på mennesket.

Som hidtil vil mennesker kommunikere med hinanden, ligesom maskiner og mennesker også vil kommunikere indbyrdes. Men derudover vil maskiner (herunder robotter) også kommunikere med hinanden. Mængden af anordninger, der bruges ved kommunikation mellem maskiner, forventes at stige eksponentielt, og antallet af "intelligente objekter", der kan tale med hinanden og interagere med mennesker, vil nå op på omkring 50 mia. i 2020.

Denne udvikling på kommunikationsområdet vil føre os frem til "**tingenes internet**" (IoT), som er betegnelsen for et system, der bygger på autonom kommunikation mellem fysiske objekter, og som mange ser frem til. Robotteknologi vil i vid udstrækning blive knyttet til IoT, og denne tilknytning vil på mange måder ændre det "gamle" netværkssamfund. Den udstrækning, hvori mobiltelefoner og intelligent beklædning – f.eks. digitale armbånd – er blevet en del af vores dagligdag, betyder, at vi snart vil leve i en verden, hvor vi er helt omgivet af anordninger (herunder robotter), som alle er koblet op på internettet. I forbindelse med den igangværende IoT-revolution vil den fortsatte udbredelse af robotter til mange af dagligdagens aktiviteter indebære, at brug af IoT-støttet robotteknologi bliver til en håndgribelig realitet.

I fremtiden vil fremskridtene på området for robotteknologi føre til udvikling af partnere, assistenter, robotter inden for husholdning, sundhedspleje samt bygge- og anlægsarbejde, kæledyr i form af robotter, teletilstedeværelsesrobotter og legetøjsrobotter. Ved brugen af disse robotapplikationer vil vi efterligne menneskers og dyrs adfærd, og takket være IoT og avancerede applikationer vil de kunne kommunikere med hinanden.

Alle disse kvantitative ændringer vil føre til kvalitative ændringer, som det er næsten umuligt at forudsige på grund af kompleksiteten på området. Hurtige computersystemer har allerede givet os muligheder for hurtigere og mere pålidelig og præcis beslutningstagning og handling, idet denne hurtige udvikling dog også kan medføre trusler og risici, f.eks. kraftige udsving på aktiemarkeder pga. hyppige handler. Går udviklingen måske for hurtigt? Kan de stadig hurtigere fremskridt med hensyn til udbredelse af bl.a. allestedsnærværende teknologier indebære større risici for økonomien og samfundet?

## 4 Robotteknologi og fremtidens arbejdsplads

Når vi ser på fremtidens arbejdsplads, er det vigtigt at overveje, i hvilken udstrækning robotter kan erstatte eller supplere og lette menneskers arbejde. En fremtid, hvor robotter fortsat primært udvikles for at spille en supplerende rolle, vil være den mindst udfordrende for samfundet, idet mennesket ikke vil skulle konkurrere med robotter, og de traditionelle roller stort set vil blive fastholdt. I stedet vil økonomisk og produktivitetrelateret pres dog sandsynligvis føre til en tilgang, hvor enkeltpersoners og grupper jobfunktioner erstattes af robotteknologi og automatisering. Samlet set vil der være behov for færre arbejdstagere til rutineprægede job eller job med klart definerbare opgaver, da disse i stedet vil blive udført af industri- og serviceroobotter. Som et resultat af disse tekniske forandringer vil vi opleve øget efterspørgsel efter højtuddannede arbejdstagere og mindre søgning efter arbejdstagere med en kortere uddannelse, som traditionelt har varetaget job præget af rutineprægede kognitive og manuelle opgaver. Denne "udhuling" blandt arbejdstagere med middelhøje kvalifikationer kan føre til, at vi mister omkring en tredjedel af alle nuværende job i de kommende årtier.

Dette dilemma mellem komplementaritet og substitution og balancen mellem bevaring af arbejdspladser og teknologidrevet arbejdsløshed er en stor udfordring for de politiske beslutningstagere, erhvervslivet og civilsamfundet i almindelighed. Robotteknologiens mere generelle konsekvenser for arbejdsmarkedet, økonomien og samfundet skaber vanskelige sociale og politiske problemstillinger. Diskussionen om intelligente maskiner og konsekvenserne af robotter og allestedsnærværende teknologier for samfundet, økonomien og beskæftigelsen har hidtil været temmelig passiv, og der er kun fremsat få konkrete idéer til, i hvor stor udstrækning et samfund baseret på robotter og automatik kan videreudvikles.

Frygten for arbejdsløshed på grund af ny teknologi er mindst lige så gammel som de engelske tekstilarbejderes (ludditernes) protester mod, at de mistede deres job som følge af den industrielle revolutions nye teknologier. Frygten for, at ny teknologi skal overflødiggøre en stor del af arbejdsstyrken og føre til permanent strukturel arbejdsløshed, er imidlertid blevet gjort til skamme flere gange, og for mange økonomer er idéen helt utænkelig. Faktisk har teknologiske fremskridt generelt ført til øget velstand og flere job – i hvert fald på længere sigt, ligesom ny teknologi og videnskabelige opfindelser generelt betragtes som noget meget positivt. Den nye æra med robotteknologi og kunstig intelligens kan dog indebære forandringer i hidtil uset målestok. Og i dette scenario har vi kun i begrænset omfang drøftet den mulige indvirkning på beskæftigelsen, tab af arbejdspladser og økonomien. Mange traditionelle økonomer mener, at markedsmekanismerne igen vil kunne afhjælpe problemerne på længere sigt. Men vil dette virkelig altid være tilfældet?

## 5 Robotteknologiens konsekvenser for arbejdsmiljøet

Som beskrevet ovenfor har udbredelsen af nyskabelser inden for robotteknologi afgørende konsekvenser for fremtidens arbejdsplads. Robotterne skaber mulighed for at opretholde høj industriproduktion i lande med høje lønniveauer. De vil desuden gøre det muligt at udføre produktionsaktiviteter og -opgaver, som mennesker ikke kan varetage, såsom gennemgang og analyse af meget store mængder data eller arbejde i svært tilgængelige eller farlige miljøer. Endvidere kan robotterne i den aktuelle situation med den aldrende befolkning afhjælpe den stadig større mangel på – og værdi af – manuel arbejdskraft.

Ud fra en arbejdsmiljø-mæssig betragtning rummer udbredelsen af robotteknologi både muligheder og udfordringer.

De største fordele ved mere udbredt brug af robotteknologi ligger i, at mennesker kan erstattes ved arbejde i usunde eller farlige miljøer. Inden for rumfart, forsvar, sikkerhed og kerneenergiindustri såvel som på områderne for logistik, vedligeholdelse og inspektion er autonome robotter særlig nyttige med hensyn til at erstatte mennesker, når der skal udføres beskidt, kedeligt eller usikkert arbejde, hvorved det undgås, at arbejdstagere udsættes for farlige stoffer og forhold, mens de fysiske, ergonomiske og psykosociale risici mindskes. For eksempel bruges robotter allerede til at udføre gentagne og monotone opgaver, håndtere radioaktivt materiale eller arbejde i eksplosive atmosfærer. I fremtiden vil mange andre særlig rutineprægede, risikobetonede eller ubehagelige opgaver blive udført af robotter i mange forskellige sektorer såsom landbruget, bygge- og anlægssektoren, transportsektoren, sundhedspleje, brandbekæmpelse eller rengøring.

Trods disse fremskridt findes der visse opgaver, som mennesker i en rum tid fortsat vil egne sig bedre til at løse end maskiner, og spørgsmålet er, hvordan vi opnår den bedste kombination af menneskers og robotters indsats. Blandt fordelene ved robotteknologi kan nævnes udførelse af tungt arbejde, der kræver præcision og gentagne processer, mens fordelene ved menneskers bidrag omfatter kreativitet, beslutningstagning, fleksibilitet og evnen til at tilpasse sig. Dette behov for at kombinere de bedste kompetencer har resulteret i, at robotter og mennesker har arbejdet tættere sammen, og ført til udvikling af nye tilgange og standarder, som garanterer sikkerheden ved samarbejdet mellem menneske og robot. Nogle europæiske lande medtager robotteknologi i deres nationale programmer og forsøger at fremme et sikkert og fleksibelt samarbejde mellem robotter og operatører for at øge produktiviteten. Det tyske føderale institut for sikkerhed og sundhed på arbejdspladsen (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin) arrangerer f.eks. årlige workshopper om samarbejde mellem mennesker og robotter.

I fremtiden vil samarbejdet mellem robotter og mennesker blive mere diversificeret, idet robotterne bliver mere autonome, og samspillet antager helt nye former. De nuværende tilgange og tekniske standarder, der skal beskytte arbejdstagere mod risici i forbindelse med samarbejde med robotter, vil skulle revideres, idet vi forbereder os på denne udvikling.

Der findes også andre arbejdsmiljømæssige udfordringer med relation til kommende autonome robotter og servicrobotter, som vi skal tage hånd om:

- Robotteknologi spiller en vigtig rolle for nyskabelser på området for sundheds- og ældrepleje (herunder pleje af ældre arbejdstagere). Robotteknologien er tæt knyttet til udviklingen inden for proteser og implantater, og disse to områder er til gengæld meget afhængige af neuro- og informationsvidenskab. Blandt de seneste udviklingstendenser kan nævnes hjerne/computer-grænseflader, proteser med forbindelse til nervesystemet, kunstigt syn, IKT-implantater og selv neuro-chips (stadig på udviklingsstadiet).

Disse og andre fremskridt inden for robotteknologi gør det muligt at udvikle teknologier til "forbedring" af menneskekroppen, som ikke blot afhjælper handicap, men også øger sunde personers ydeevne. For eksempel kan exoskeletter eller "bærbare robotter" sætte arbejdstagere i stand til at bære tungere gods, men de bruges også til rehabilitering og som hjælpeanordninger, der gør det muligt for handicappede at få adgang til arbejdsmarkedet eller vende tilbage til det. Indførelsen af teknologier til "forbedring" af menneskekroppen stiller nye krav til forvaltning af sundhed og sikkerhed med hensyn til at holde øje med nye risici. Desuden rejser den også nye retlige og etiske spørgsmål.

- Langt de fleste mennesker har ingen erfaring med at arbejde sammen med robotter, men dette vil ændre sig, efterhånden som samspillet mellem mennesker og maskiner på arbejdspladsen øges. Vi ved ikke så meget om de indirekte konsekvenser af kommunikation mellem maskiner, men de kan være betragtelige. Der er behov for at foretage afprøvning med hensyn til ergonomisk indretning og logistiske arrangementer i forbindelse med autonome robotter i industrien og servicesektoren. Desuden skal der gennemføres skræddersyede uddannelsesprogrammer for de arbejdstagere, der skal programmere, betjene og vedligeholde robotterne og dele arbejdsplads med dem.
- Vi ved endnu ikke særlig meget om robotteknologiens indvirkning på arbejdstageres og lederes motivation og velfærd. Der skal rettes øget opmærksomhed mod psykosociale faktorer med relation til robotteknologi på området for sikkerhed og sundhed.
- På grund af forskellene med hensyn til modning på de forskellige anvendelsesområder er det ikke muligt at opstille ensartede retningslinjer for sikkerhed og risikostyring. På visse anvendelsesområder er spørgsmålene om sikring og sikkerhed blevet håndteret professionelt, men der findes en række robotapplikationer, som måske er mindre sikre. Der skal foretages flere analyser for at udpege risikable og usikre aktiviteter ved brug af autonome robotter, navnlig inden for landbruget og fødevarerindustrien, plejeydelser, tjenesteydelser i hjemmet, fremstillingsvirksomhed, professionelle tjenester og transport.
- Da brug af professionelle servicrobotter er et forholdsvis nyt område, er en lang række spørgsmål om juridisk ansvar i tilfælde af ulykker i det offentlige rum endnu ikke afklaret. Der skal foretages nærmere analyser af lovgivningen om juridisk ansvar, før teknologien lanceres.

Således er der på visse områder behov for at udforme sikkerhedsmæssige rammer for autonome industrielle robotter og servicrobotter. De vigtigste strategiske temaer er 1) teknologiforvaltning, 2) regulering og god forvaltningsskik samt 3) brugergrænseflader og erfaringer. Der er behov for en mere udbredt fælles europæisk videnbase om sikkerhedsmetoder for mindre intelligente systemer (f.eks. biler og andre køretøjer) med henblik på at tilpasse dem til servicrobotter og autonome robotter, som i fremtiden vil blive meget mere "intelligente".

## 6 Afsluttende bemærkninger

Historien har vist os, at nye teknologier ikke kun giver os nye fordele og muligheder, men også indebærer nye omkostninger og trusler. Der er udbredt enighed om, at forandringerne sker stadig hurtigere, og at fremtiden virker fremmed for os i et højere tempo, navnlig på området for robotteknologi og kunstig intelligens, hvor nye opfindelser og nyskabelser introduceres stort set hver eneste uge. Blandt fordelene ved disse fremskridt kan nævnes øget sundhed, komfort, produktivitet og sikkerhed samt flere brugbare data, oplysninger og mere viden til brug for mennesker og organisationer. De mulige ulemper består af udfordringer med hensyn til privatlivets fred og databeskyttelse, overdrevne forventninger og øget teknologisk kompleksitet.

Der er behov for mere udbredt europæisk samarbejde på følgende områder: 1) sikkerhedskrav til robotteknologi (kravspecifikationer, normer for sikker betjening og bedste praksis), 2) konstruktionsmæssige retningslinjer med fokus på ergonomiske aspekter af robotteknologi, 3) metoder til forbedring af sikkerheds- og sundhedsrelaterede former for anvendelse af robotteknologi, 4) validerings- og kontrolteknikker (metoder til afprøvning af, om kravene og retningslinjerne anvendes på behørig vis), 5) brugerbaserede erfaringer og adfærdsmønstre i forbindelse med robotteknologi, 6) modeller for uddannelse af arbejdstagere i at samarbejde med robotter, 7) bedste praksis med hensyn til regulering på området for industrielle robotter (navnlig autonome robotter) og servicrobotter (navnlig robotter på pleje- og velfærdsområdet) samt 8) teknologiske muligheder for at skabe mere sikre systemer ved at fjerne eller mindske eventuelle risici i forbindelse med robotteknologi.

*Dette diskussionsoplæg er baseret på et sammendrag af en længere artikel skrevet af Dr. Jari Kaivo-oja på foranledning af EU-OSHA. Det omfatter input fra agenturets netværk af kontaktpunkter på et seminar den 11. juni 2015 i Bilbao.*