



# Kunstig Intelligens Morgendagens Job og Samfund

Rapport til SIRI-Kommissionen



**Titel:**

Kunstig Intelligens – Morgendagens Job og Samfund.

**Rapporten er udarbejdet af Teknologisk Institut for Ingeniørforeningen, IDA til Siri-kommissionen**

**Udarbejdet af:**

Teknologisk Institut  
Teknologiparken  
Kongsvang Allé 29  
8000 Aarhus C  
Analyse og Erhvervsfremme

November 2016

Forfattere: Hanne Shapiro, Benita Kidmose Rytz, Jeppe Holtum Hansen

## Indholdsfortegnelse

1.	Om Rapporten .....	6
1.1.	Indledning .....	6
2.	Resume.....	7
2.1.	Baggrund .....	7
2.2.	Hvad er kunstig intelligens.....	7
2.3.	Hvad bør der ske politisk de næste 5-8 år.....	7
	Interviewkonklusioner.....	7
2.4.	Kommer det til at påvirke Danmark – og hvordan? .....	8
2.5.	Survey blandt IDA-medlemmer .....	10
	Forventninger til job, arbejdsmarked og samfundsudviklingen.....	10
2.6.	Nye kompetencekrav i Danmark .....	13
	Programmering igennem hele grundskolen .....	13
	Uddannelsessystemet rettes mod "21st century skills" .....	14
2.7.	Etiske udfordringer .....	15
3.	Litteraturanalysen .....	16
	Voksende debat om kunstig intelligens.....	16
	Definitioner.....	17
3.1.	Stærk og svag intelligens.....	19
3.2.	Udviklingstendenser i teknologier .....	20
	Dyb læring .....	20
	Teknologi og mennesker i samspil .....	21
3.3.	Fra laboratorier til applikationer.....	22
	Transport .....	24
	Intelligent transportinfrastrukturer i byer .....	25
	Sejlbådsdrone i antarktiske farvande .....	26
	Innovationspotentialer og risici forbundet med kunstig intelligens applikationer i transportsektoren.....	27
3.4.	Sundhed.....	27
3.5.	Ældre.....	28
3.6.	Uddannelse.....	29
3.7.	Policy-tiltag for at fremme forskning, udvikling og anvendelse af kunstig intelligens til gavn for samfundet .....	31
3.8.	Kunstig intelligens og den samfundsmæssige udvikling .....	32
3.9.	Kunstig intelligens - effekter på beskæftigelse og kompetencekrav .....	34

Jobomsætning- jobændringer og kunstig intelligens? .....	36
3.10.    Potentielle etiske udfordringer .....	43
4.    Survey .....	46
4.1.    Metode .....	46
4.2.    Præsentation af respondenter .....	46
4.3.    Brugen af kunstig intelligens teknologier .....	48
4.4.    Kunstig intelligens job og kompetencer .....	49
4.5.    Ændrede kompetencer eller jobomsætning? .....	63
4.6.    Hvor kan Danmark med fordel satse på kunstig intelligens.....	65
4.7.    Scenarier for udviklingen i kunstig intelligens i Danmark .....	68
5.    Sammenskrivning af interview .....	83
5.1.    Udviklingstendenser i forhold til kunstig intelligens .....	83
5.2.    Menneske og teknologi .....	85
5.3.    Udvikling i job og arbejdsmarked .....	85
5.4.    Udvikling Kompetencekrav .....	88
Programmering igennem hele grundskolen .....	88
Udfordringer for det ordinære uddannelsessystem .....	89
Uddannelsessystemet rettes mod 21st century skills .....	89
Efter-videre uddannelse 4.0 .....	90
Barrierer i uddannelsessystemet og efter-videreuddannelse .....	91
Hvordan kan den danske model understøtte AI udviklingen .....	92
F&U og innovation .....	92
6.    Scenarier for kunstig intelligens .....	94
6.1.    De fire Scenarier .....	94
Scenarie 1: En rose så jeg skyde .....	94
Scenarie 2: Digital Archipelargo .....	95
Scenarie 3: E Bindstouw .....	96
Scenarie 4: De red den vej .....	97
6.2.    Danske potentialer .....	100
Indsamling af gode data og brug af data .....	100
Samarbejde i økosystemer .....	100
Anvendt teknologi og nicheprodukter .....	101
Væsentligste politiske prioriteter i de kommende 5-8 år, hvis Danmark fuldt ud skal udnytte potentialerne i kunstig intelligens .....	102
7.    Bibliografi .....	104
Bilag A: Respondenter .....	110



## 1. Om Rapporten

### 1.1. Indledning

Folketingsmedlem Ida Auken fra Radikale Venstre og Ingeniørforeningen i Danmark - IDA har taget initiativ til SIRI-Kommissionen. Denne rapport er udarbejdet til SIRI-Kommissionen på opdrag af Ingeniørforeningen i Danmark (IDA) og som indspil til SIRI-Kommissionens arbejde samt med det formål at kortlægge, hvordan kunstig intelligens og digital disruption kan medvirke til at fremme vækst og jobskabelse.

.Rapporten er bygget op i tre hovedafsnit.

Kapitel 2 indeholder en gennemgang af nyere analyser og forskningslitteratur om kunstig intelligens som begreb og med perspektiv på udviklingstendenser og mulige konsekvenser for job og arbejdsmarked.

Kapitel 3 rummer resultaterne af en survey, som har været gennemført blandt IDA's medlemmer om deres perspektiv på job, arbejdsmarked, kompetencebehov og mulige udviklingstendenser i Danmark.

Kapitel 4 rummer en sammenskrivning af de interview, der er gennemført med et udvalg af medlemmer fra SIRI-Kommissionen, danske interessenter i øvrigt samt udenlandske eksperter med særlig viden på området.

Endeligt indeholder det femte kapitel fire udkast til scenarier, som indspil til dialog om danske potentialer og risici.

En stor tak til alle de, som har bidraget til analysen.

## 2. Resume

### 2.1. Baggrund

Teknologisk Institut har på opdrag af Ingeniørforeningen IDA udarbejdet denne rapport om udviklingen i kunstig intelligens til SIRI-Kommissionen, som blev dannet på initiativ af folketingsmedlem Ida Auken og IDA. Rapporten består af et litteraturstudie, en survey blandt IDA's medlemmer og interview med SIRI-Kommissionens medlemmer, samt seks internationale eksperter.

### 2.2. Hvad er kunstig intelligens

Interessen for kunstig intelligens (også kaldet AI (**A**rtificial **I**ntelligence)) er på ingen måde ny. Begrebet blev første gang anvendt i 1950'erne af den amerikanske forsker John McCarthy, som tog initiativ til at få skabt en forskergruppe inden for kunstig intelligens. Op til i 1980'erne var udviklingen inden for kunstig intelligens begrænset, men i de senere år er der kommet fornyet interesse, og udviklingshastigheden er øget markant som følge af voksende mængder af data og øget computer regnekraft.

Kunstig intelligens er blevet defineret som "*aktiviteter, som har til formål at gøre maskiner intelligente*". "Intelligente" forstås i denne sammenhæng som "indlejrede egenskaber, der medfører, at en enhed fungerer forudseende og efter hensigten i sit miljø".

John McCarthy, som betragtes som den forsker, der rammesatte kunstig intelligens som et F&U område, har defineret kunstig intelligens som følger:

*"Kunstig intelligens er det videnskabelige og det ingeniørfaglige felt, som fokuserer på udviklingen af intelligente maskiner - især intelligente computer programmer."*

Den danske forsker Thomas Bolander konstaterer, er det en god definition, men den rejser samtidig spørgsmålet om, hvad intelligens egentlig er, mens andre i SIRI-Kommissionen rejser spørgsmålet om, hvorvidt kunstig intelligens overhovedet er den rette terminologi, hvis man vil forstå udviklingen.

Det er ikke alene i Danmark, at der er en voksende interesse i kunstig intelligens. For nylig lancerede en kommission, som Præsident Obama nedsatte om kunstig intelligens, en rapport om udviklingstendenser på baggrund af en række høringer og analyser samt en roadmap, som kan danne grundlag for prioritering af indsatser.

### 2.3. Hvad bør der ske politisk de næste 5-8 år

#### Interviewkonklusioner

Flere af de interviewede eksperter nævner, at det fra politisk hold er centralt at sikre, at transitionen fra Danmark i dag til et Danmark med øget brug af kunstig intelligens er båret af rettidig omhu. Det vil kræve, at det politiske system forstår de potentialer og risici, der er forbundet med udviklingen i kunstig intelligens. Fordi kunstig intelligens potentielt kan blive udnyttet inden for utallige områder, så vil en høj grad af policy koordinering og prioritering af indsatser være nødvendig på områder som fx arbejdskraftens kompetencer, datasikkerhed og datatransparens. Nogle eksperter forudser, at udviklingshastigheden kombineret med de potentielt disruptive ændringer i job- og beskæfti-

gelsesstrukturer vil kræve nye metoder til at overvåge udviklingen i teknologitrends som forudsætning for et responsivt uddannelses- og efter-videreuddannelsessystem.

Nogle af de internationale eksperter anbefaler, at Danmark tidligt får udviklet en national vision og roadmap for AI. Det vil også kunne understøtte en bredere debat om udviklingsprioriteringer, og hvordan vi i Danmark kan håndtere omstillingen til et samfund, hvor vi potentielt vil anvende kunstig intelligens inden for stadig flere områder, som fx kan få betydning for hele diskussionen om kvalitet i offentlig service.

Endvidere bør Danmark fremme, at man i internationale fora som OECD diskuterer forhold vedrørende standarder for sikkerhed, performance af AI systemer, løsninger og metoder og indikatorer for måling af effekt, transparens i underliggende data for algoritmer samt retslige og sikkerhedsforhold. Som et lille land kan Danmark med fordel arbejde internationalt om AI på et politisk plan<sup>1</sup> såvel som inden for forskning og udvikling.

Radikale Venstre har konkret foreslået en taskforce til at facilitere udviklingen og udmøntningen af en AI strategi. Fordi kunstig intelligens er så central for hele samfundet, bør en taskforce placeres i Statsministeriet.<sup>2</sup> Et beslægtet forslag er at skabe et digitaliseringsudvalg/AI udvalg, som kunne være med til at skabe den pondus på Christiansborg, som er nødvendig for at dagsordenssætte AI politisk.<sup>3</sup>

Kunstig intelligens rejser nye udfordringer til uddannelses- og eftervidereuddannelsessystemet. Flere eksperter forudser, at udviklingen inden for kunstig intelligens vil nødvendiggøre, at læring bliver en langt mere kontinuerlig aktivitet igennem hele livet og med stigende brug af digitale teknologier.

Sidst, men ikke mindst, er der behov for en bred diskussion af fordele, udfordringer, lovgivning mv. for at få billedliggjort, hvad der karakteriserer det gode samfund, som udnytter kunstig intelligens.

## 2.4. Kommer det til at påvirke Danmark – og hvordan?

Der er stor usikkerhed om, i hvilket omfang udviklingen i kunstig intelligens vil medføre en øget jobomsætning samt hvor hurtigt, det vil ske. En ting står klart, og det er, at det ikke alene er de ufaglærtes og de faglærtes arbejdsmarkeder, der vil blive markant påvirket. Uanset kvalifikationsniveau peger analyser entydigt på, at alle job i et eller andet omfang vil blive påvirket. For at forstå udviklingen, er det nødvendigt at se på aktiviteterne i de enkelte job, da den samme jobtitel kan dække over et forskelligt jobindhold med mange forskellige jobaktiviteter (tasks), påpeger OECD (OECD, 2016). Arbejdsorganiseringen vil også have markante konsekvenser for jobindholdet - herunder det relative omfang af rutineopgaver i et givet job, og som både kan være manuelle opgaver og opgaver, der har en kognitiv karakter. Der er derfor snarere tale om, at kunstig intelligens og beslægtede teknologier fører til ændringer i jobindholdet med forskydninger og konvergens mellem brancher og dermed også ændrede kompetencekrav. Endvidere peger OECD på, at selv om et givet job vil kunne automatiseres, så er det langt fra sikkert, at det sker, da en række faktorer ud over forhold som rentabilitet vil være bestemmende

<sup>1</sup>[https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/whitehouse\\_files/microsites/ostp/NSTC/national\\_ai\\_rd\\_strategy\\_c\\_plan.pdf](https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/whitehouse_files/microsites/ostp/NSTC/national_ai_rd_strategy_c_plan.pdf)

<sup>2</sup> Interview med Ida Auken

<sup>3</sup> Interview med IDA



for, hvorvidt jobbet automatiseres, eller om ændringerne medfører forskydninger i forhold til efterspørgslen på kvalifikationer. Inden for det administrative arbejdsmarked ser man fx, at digitalisering har ført til en omfattende uddannelsessubstitution især i det offentlige arbejdsmarked (Shapiro & Hougaard, 2016).

Det bliver en central udfordring, vurderer flere fra SIRI-Kommissionen, at sikre, at der er brug for alle i arbejdsmarkedet fremover. Analyser viser, at man ikke entydigt kan pege på, hvilke jobfunktioner, der overflødiggøres på grund af teknologiudviklingen, da det ikke blot er bestemt af en række strategiske valg, men også arbejdskraftens kompetencer og de institutionelle rammevilkår - herunder tiltag for at vedligeholde og udvikle arbejdsstyrken gennem efter-videreuddannelse. Andre vurderer, at vi allerede nu bør diskutere, hvordan vi indretter samfundet, hvis vi bevæger os mod et samfund, hvor vi skal arbejde mindre, eller slet ikke, hvor vi bør tage stilling til spørgsmål som fordeling og omfordeling af velfærd, det meningsfulde liv m.m.

Omvendt giver økonomerne Levy og Murnane (Levy & Murnane, 2015) deres bud på, hvad der vil være brug for. Med det nuværende teknologistade, vurderer de, at arbejdsmarkedet fremover vil udvikle sig omkring følgende tre typer af jobfunktioner:

1. Løsning af ustrukturerede problemer
2. Behandling af ny information
3. Manuelle opgaver, som stiller særlig krav til finmotorik og perception, og som udføres i omgivelser, som er skiftende.

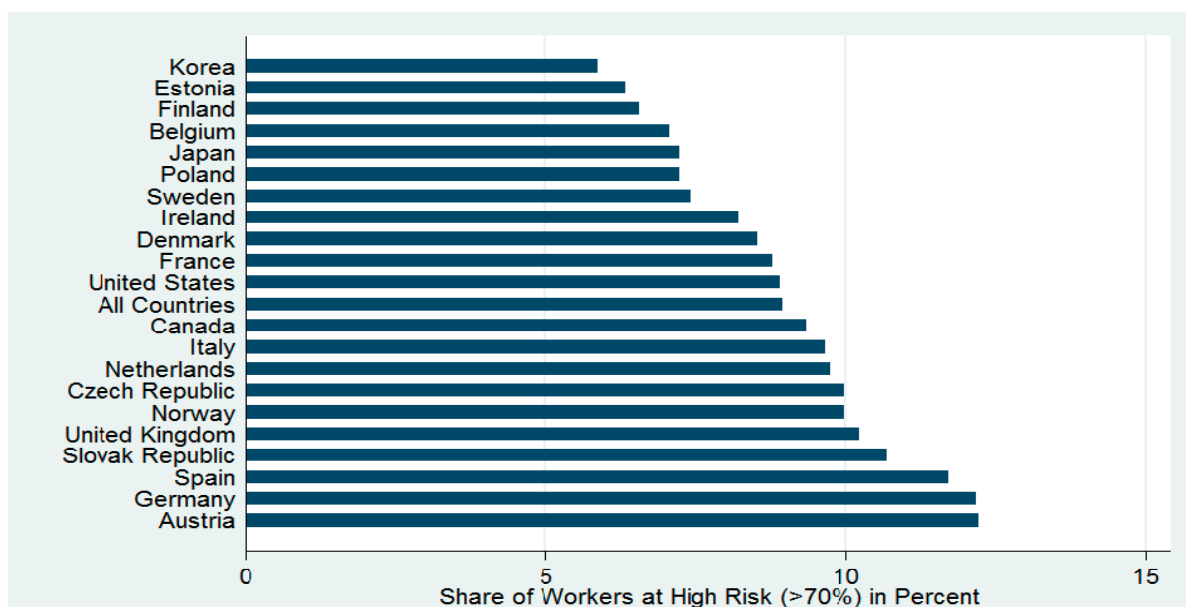
Kognitive og manuelle jobfunktioner, som kan beskrives via deduktive eller induktive regler, er lettere at automatisere.

Den danske PIAAC deltagelse har vist, at omkring en million danskere mellem 16-65 år har svært ved at løse basale problemer med brug af en PC, og at der er en direkte sammenhæng med en persons skrive-, læse- og regnefærdigheder.<sup>4</sup> PIAAC resultaterne sætter kravene til efter-videreuddannelsessystemet i perspektiv i forhold til udviklingen i arbejdsmarkedet, men også som borgere forventes danskerne at kunne betjene sig selve gennem digitale løsninger. Derfor er det kritisk, at så stor en del af arbejdsstyrken mangler helt basale færdigheder. Som Figur 8 viser, vurderer OECD, at omkring 8% af jobbene i Danmark er i højrisikozonen for automation som følge af digitalisering, og markant flere (mere end 40% af den danske arbejdsstyrke) med sandsynlighed vil se et væsentligt skift i jobindholdet, hvilket vil stille store og nye krav til efter-videreuddannelsesindsatsen for alle grupper i det danske arbejdsmarked, men ikke mindst de kortuddannede, som ifølge OECD er i den største risikozone.

---

<sup>4</sup> <http://www.uvm.dk/Uddannelser/Folkeskolen/Viden-og-kompetencer/Internationale-undersogelser-i-folkeskolen/PIAAC>

**Figur 1: Estimeret pct. af arbejdsstyrken, som er i højrisiko for, at deres job automatiseres**



Kilde: OECD, 2016

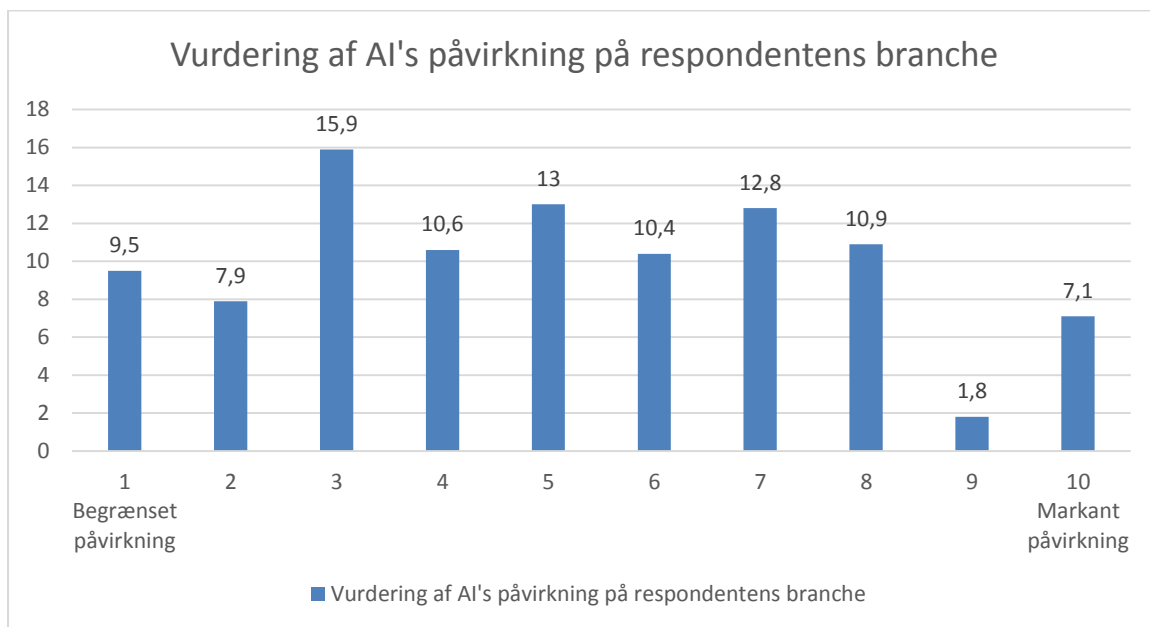
## 2.5. Survey blandt IDA-medlemmer

### Forventninger til job, arbejdsmarked og samfundsudviklingen

IDA's medlemmer er blandt de arbejdstagergrupper, som man kan forvente er på forkant med udviklingstendenser i disruptive teknologier som AI og derfor også kan vurdere disse teknologier.

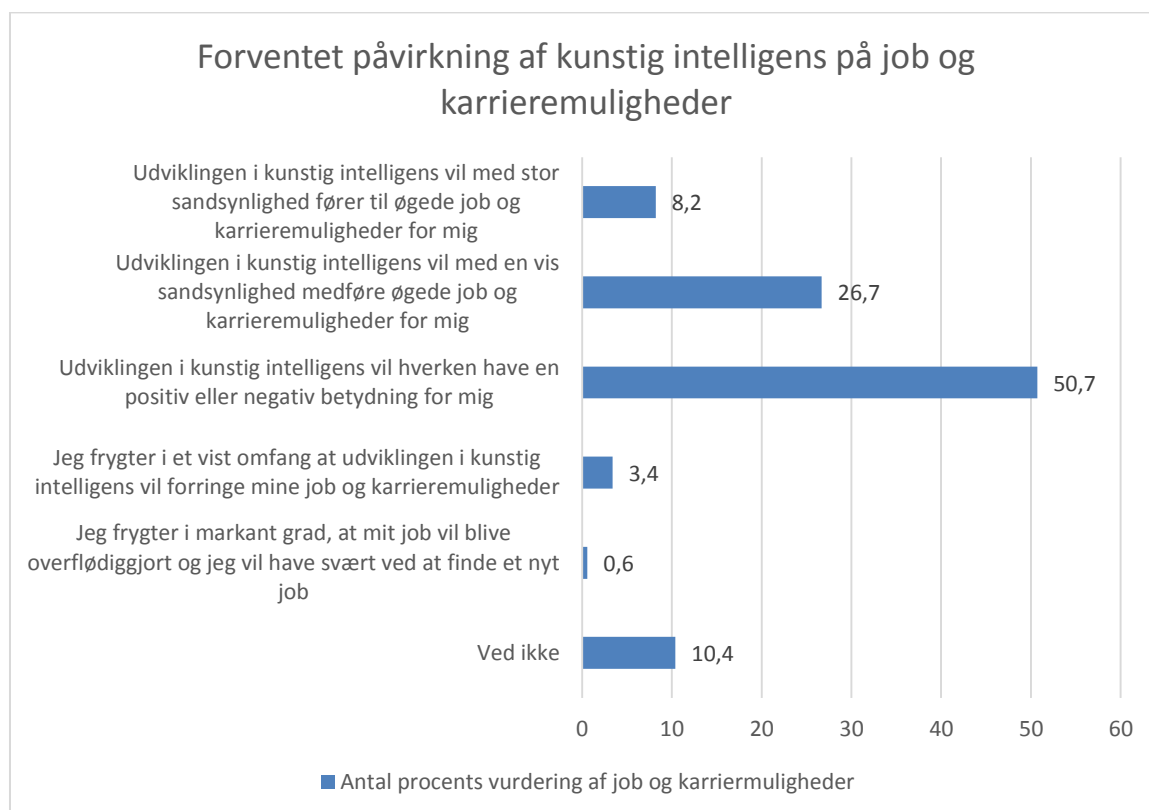
I en survey har knap 800 af IDA's medlemmer givet deres bud på, i hvilken udstrækning kunstig intelligens vil påvirke deres branche, ligesom vi har spurgt til deres forventninger om kompetencekrav og til udviklingstendenser i samfundet.

**Figur 2: Hvordan vurderer du, at kunstig intelligens (AI) vil påvirke din branche på en skala fra 1-10, hvor 1 = en begrænset påvirkning og 10 = er en markant påvirkning inden for de næste 5-8 år.**



Y: procent af antal respondenter. X: vurdering af påvirkning. Gennemsnit = 5,07. Standardafvigelse = 2,578

**Figur 3: Hvordan vurderer du, at kunstig intelligens (AI) vil påvirke jobbene og karrieremulighederne i din branche**



Ingeniørerne frygter ikke, at deres job er truede. Det er positivt og understøttes af en undersøgelse gennemført af Epinion for Dansk Industri. I den forstand adskiller den danske arbejdsstyrke sig, hvis man skeler til internationale undersøgelser. En væsentlig forklaring kan være, at man med automationsteknologien inden for fremstillingssektoren har set, at det har ført til, at job er kommet tilbage til Danmark. Ydermere har Danmark traditionelt haft en høj jobomsætning, vi har et fleksibelt arbejdsmarked, og Danmark har traditionelt en høj deltagelse i efter-videreuddannelse. Endelig spiller den danske flexicurity model sandsynligvis også en rolle, selvom flere dog har peget på, at den igennem de senere år er blevet forringet.<sup>5</sup>

Som Tabel 1 viser, at knap 1/3 vurderer, at de har behov for kompetenceudvikling i relation til kunstig intelligens, mens næsten halvdelen ikke vurderer, det bliver nødvendigt, og lidt over 1/5 er usikre på, hvorvidt de vil få behov for kompetenceudvikling. Det er værd at bemærke, at behovet for kompetenceudvikling i forhold til de specifikke teknologier ligger lavt. Det kan skyldes, at brugen af teknologierne endnu er i sin vorden, og at respondenternes indsigt i de specifikke teknologier, og hvad de vil kræve af kompetencer, er lav. På cloud teknologi, som er en af de mere implementerede teknologier, er kompetencebehovet større.

**Tabel 1: Vurderer du, at du inden for de kommende 1-3 år har behov for kompetenceudvikling i relation til kunstig intelligens?**

	Antal	Procentandel
Ja	182	31,7%
Nej	265	46,1%
Ved ikke	128	22,3%
Total	575	100%

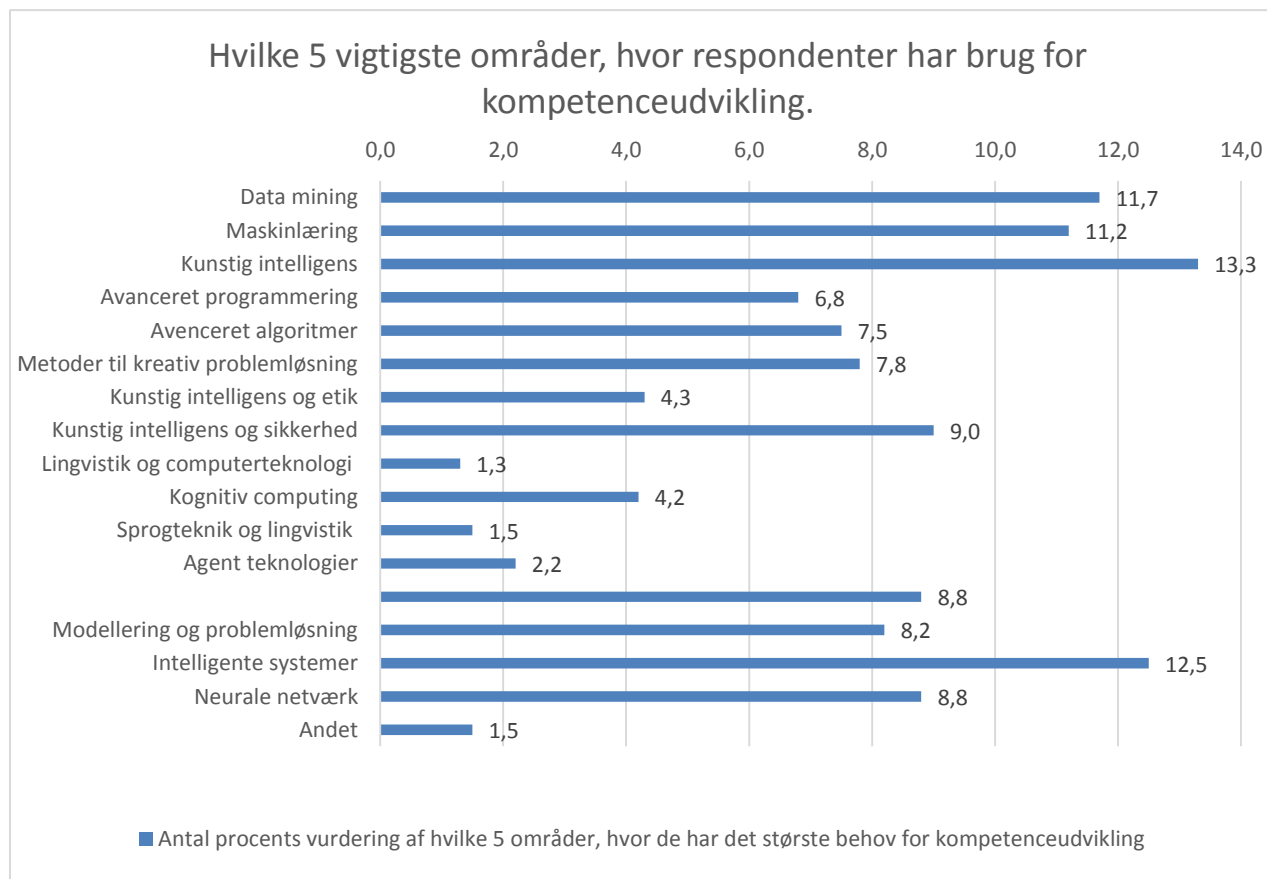
Dette peger på, at det bliver vigtigt for IDA og andre lønmodtagerorganisationer sammen med de virksomheder, der er i front med brugen af kunstig intelligens teknologier, at tydeliggøre, hvad det er for kompetencekrav, de forskellige teknologier stiller, fx afhængig af om man er avanceret bruger eller udvikler.

Selv om svarene i Figur 4 indikerer, at ingeniørerne ikke oplever et presserende behov for kompetenceudvikling, er der i de kommende år behov for at følge udviklingen i og udnyttelsen af kunstig intelligens, og hvordan det påvirker forskellige ingeniørjob, som forudsætning for et responsivt uddannelsessystem og efter-videreuddannelsessystem.

Både internationale og danske eksperter vurderer, at udviklingen i kunstig intelligens er eksponentiel, men der er stor usikkerhed med hensyn til udviklingshastighed og spredning. Der synes at være en tendens til, at ingeniørerne måske undervurderer betydningen af, hvordan teknologier relateret til kunstig intelligens kan føre til ændringer i forretningsmodeller og services, selv om tidligere analyser for IDA om Ingeniøren i 2020 har vist, at virksomhederne prioriterer højt, at ingeniører kan kombinere dyb tekniske kompetence med forretningsudvikling og innovation.

<sup>5</sup> faos.ku.dk, Forskningsnyheder

**Figur 4: Hvad er de fem vigtigste områder, hvor du har behov for kompetenceudvikling?**



Procentandel af hvor mange gange pågældende områder er blevet valgt. N=600

Endnu er det primært algoritmer, cloud teknologi og sensorsystemer, som ingeniørerne især vurderer vil medføre ændrede kompetencekrav. Det er interessant, at algoritmer ligger højest, fordi netop algoritmer er underliggende for kunstig intelligens løsninger. Både interview- og litteraturgennemgang viser, at det især er de store virksomheder, som pt. satser på kunstig intelligens teknologier, eller som flere foretrækker at benævne det kognitive teknologier.

## 2.6. Nye kompetencekrav i Danmark

Udviklingen i kunstig intelligens og digitalisering stiller som helhed uddannelses- og efter-videreuddannelsessystemet over for store og nye krav både ud fra et borger- såvel som et demokratiperspektiv. Der er forskellige holdninger til, hvordan vi sikrer fremtidens kompetenceforsyning i et samfund, som bliver stadigt mere digitalt. Flere af SIRI-Kommissionens medlemmer peger på nødvendigheden af at sikre en anvendelse af og fokus på digitalisering i hele uddannelsessystemet og argumenterer for, at programmering bør indføres som en integreret del af undervisningen allerede i 0. klasse.

### Programmering igennem hele grundskolen

Flere mener, at basale programmeringsfærdigheder bør være et hovedfag i folkeskolen og ikke bare være et tema i matematikundervisningen. Alle skal have:

- Programmering i skolen fra 0.-6. klasse
- Op igennem skolen og uddannelsessystemet skal IT integreres på et stadigt mere avanceret niveau
- Børn og unge skal udvikle digital dannelse:
  - De skal lære at forholde sig kritisk til datakilder
  - De skal igennem designtænkning lære at løse komplekse problemstillinger med brug af digitale teknologier
  - De skal lære kritisk stillingtagen, så de bliver i stand til at udfordre traditionelle tankemønstre og som grundlag for at udvikle nyt
- Der skal være tværfaglighed med fokus på menneske-teknologisamspil

En af de interviewede eksperter argumenter, at basal programmeringskendskab er grundlaget for at forstå det 21. århundredes sprog. Det at kunne kode er ikke bare et spørgsmål om at få tilstrækkeligt mange dataloger i fremtiden. Langt mere centralt handler kodning om demokrati og at sikre, at teknologiudviklingen ikke bliver defineret af eliten.

### **Uddannelsessystemet rettes mod "21st century skills"**

Interviewene understreger, at digitaliseringskompetencer skal forstås bredt. Det omfatter også nøglekompetencer som kritisk tænkning, som fx at kunne forholde sig kritisk til de voksende datamængder, og stigende brug af algoritmer.

I ungdomsuddannelserne og i de videregående uddannelser peger flere på, at den pædagogiske tilrettelæggelse skal fremme, at elever og studerende lærer at arbejde systematisk med ideudvikling. Det indebærer at stille spørgsmål til, hvordan en given løsning vil virke i en given kontekst og i forhold til specifikke brugere, med fokus på, at mennesket er i centrum. I praksis vil det betyde, at designtænkning er bærende for undervisningens tilrettelæggelse, fx gennem at elever og studerende arbejder på autentiske problemstillinger, som også giver mulighed for tværfaglighed. Samarbejde mellem uddannelsessystemet og den omkringliggende verden bliver stadig vigtigere.

Nogle af de interviewede eksperter peger på, at vi måske skal have langt mere flydende grænser mellem det ordinære uddannelsessystem og efter-videreuddannelsessystemet på grund af hastigheden i og karakteren af teknologiudviklingen. Det kunne betyde, at uddannelserne på det videregående niveau skulle være kortere, samtidig med at man som lønmodtager har en garanti for at kunne vende tilbage til uddannelsessystemet over tid, foreslår nogle.

Efter-videreuddannelsessystemet skal dynamisk kunne håndtere strukturelle ændringer og disruption i en helt anden grad og takt end set tidligere og potentielt for alle grupper i arbejdsmarkedet. Et konkret forslag fra interviewene er et tilbud om 1 års efteruddannelse hvert 5. år til alle erhvervsaktive med fuld lønsikring og en omkostningsneutral afløser/rotationsordning for arbejdsgivere udviklet i samarbejde med A-kasserne. Det er væsentligt, at medarbejdere ikke først opkvalificeres ved eventuel ledighed, men at det sker dynamisk over tid.

Interviewene viser, at en række kompetencer, der af World Economic Forum betegnes som nøglekompetencer i 2020, også betragtes som centrale i en dansk kontekst, og derfor bør de være indlejrede i hele uddannelsessystemet og efter-

videreuddannelsessystemet i curriculum og i den pædagogiske tilrettelæggelse. Det drejer sig om følgende nøglekompetencer:<sup>6</sup>

- Evne til at løse komplekse problemer (fuzzy environment)
- Evne til at stille spørgsmål/de skæve spørgsmål
- Evne til at forstå et problem fra forskellige perspektiver
- Evne til koordinering og i øget omfang samarbejde med andre virtuelt og på tværs af kulturer, fastansatte og løst tilknyttede medarbejdere
- Teknologiindsigt + STEM kompetencer
- Designtænkning, som er en skandinavisk tradition helt tilbage fra 1970'erne. Med den nye digitale disruption er det tid til ny brugerinvolverende *design tænkning*
- Integreret brug af teknologi
- Videndannelse og det at kunne forholde sig kritisk reflekterende i forhold til algoritmisk genereret viden.
- Kreativitet.

## 2.7. Ethiske udfordringer

Endelig påpeger rapporten nødvendigheden af at kompetenceudvikling og politiske tiltag bør gå hånd i hånd med større fokus på de etiske dilemmaer og udfordringer, som teknologien også medfører. Det konkluderes i rapporten, at det er nødvendigt at sikre, at:

- Der er afsat ressourcer med den fornødne faglige kapacitet til en uafhængig overvågning af teknologiudviklingen og de samfundsmæssige potentialer og risici som grundlag for den offentlige debat og som indspil til politikudvikling og regulering.
- Et højt offentligt informationsniveau og debat om udviklingstendenserne.
- Det er nødvendigt uddannelsesmæssigt at sikre, at alle danskere på et grundniveau kan anvende teknologierne kritisk, kompetent og kreativt og forstå, hvordan de grundlæggende virker, og endvidere at det at forholde sig kritisk til data (såvel tekst som tal og billeder) ikke kun bliver et anliggende for eksperter. Det at kunne anvende teknologierne, og at kunne forholde sig kritisk og kreativt til teknologiernes potentiale og risici ses af flere som en potentiel demokratisk udfordring og som en inklusionsudfordring.

---

<sup>6</sup> World Economic Forum, <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-10-skills-you-need-to-thrive-in-the-fourth-industrial-revolution/>

### 3. Litteraturanalysen

Det følgende kapitel indeholder en opsummering og diskussion af en række analyser og forskningsrapporter om udviklingen inden for kunstig intelligens (AI) eller kognitive teknologier, som nogle benævner teknologierne. Kapitlet bygger på en gennemgang af især internationale rapporter og analyser. Rapporterne har endvidere været anvendt som input til design af surveyen blandt IDA's medlemmer. Resultaterne af surveyen er præsenteret i Kapitel 3. Endelig har litteraturgennemgangen også være brugt i udarbejdelsen af interviewramme og med henblik på også at teste hypoteser og udsagn, som udspringer af litteraturgennemgangen.

Rapporter og analyser er identificeret gennem en Google søgning med brug af terminologi som fx *"AI jobs and Skills, Cognitive technologies future jobs, disruption of labour markets and AI, anticipation of skills AI, societal trends and AI, opportunities and threats emerging from AI/cognitive technologies"*. Herudover har vi været i dialog med World Economic Forum, OECD, TUAC, og forskere fra University of California, Berkeley, som beskæftiger sig med de samfundsmæssige aspekter af kunstig intelligens. Igennem kapitlet bruges begrebet "kunstig intelligens" som samlebegreb og til tider forkortet "AI" vel vidende, at begrebet er diffust. Netop fordi begrebet er diffust, har vi i surveyen, hvis resultater findes i Kapitel 3, valgt at spørge ind til specifikke teknologier.

#### Voksende debat om kunstig intelligens

Inden for de sidste år er kunstig intelligens for alvor nået ud i vores hverdag fra Google's søgemaskine, til Apple's assistent, Amazon's anbefalinger til forbrugeren på baggrund af tidligere køb, Rigshospitalets samarbejde med IBM's Watson inden for diagnostik af cancer og Tesla's selvkørende biler. Med udviklingen i kunstig intelligens har der også været en voksende debat om, hvad kunstig intelligens kommer til at betyde for job og beskæftigelse, når stadig flere også kognitive opgaver kan automatiseres, og teknologien samtidig rummer muligheder for, at vi kan udnytte global ekspertviden inden for en række fagområder.

Forskere som Frey og Osborne (Frey & Osborne, 2013) har skabt medieoverskrifter med deres vurdering af, at arbejdsmarkedet vil være under et kolossalt pres på grund af effekterne af teknologiudviklingen, som ikke alene vil automatisere manuelle job men også job inden for rådgivning som fx advokatbranchen.

Omvendt vurderer OECD, at Frey og Osborne's konklusioner er stærkt overdrevne, og at der er metodiske brist i deres analysegrundlag. For det første er det typisk ikke job, som bliver automatiseret, men jobfunktioner, for det andet er automationsgraden af et job ikke entydig, den vil være påvirket af virksomhedens arbejdsorganisering, strategi, de relative lønomkostninger og udbud af kvalificeret arbejdskraft såvel som samfundsnormer (Arntz, et al., 2016).

Interessen for kunstig intelligens er på ingen måde ny. Begrebet blev første gang anvendt i 1950'erne (Nilsson, 2010) af den amerikanske forsker John McCarthy, som tog initiativ til at få skabt en forskergruppe inden for kunstig intelligens. Gruppens arbejde byggede videre på forskning inden for blandt andet sandsynlighedsberegninger, heuristiske søgemetoder, logisk ræsonnement mv. Op igennem 1960'erne og 1970'erne var der en række større internationale forskningsinitiativer, og senere fulgte forskning inden



for ekspertsystemer. Alligevel konkluderede amerikanske forskere i slutningen af 1980'erne, at forskningen inden for kunstig intelligens og tilstødende teknologier endnu ikke havde flyttet hegnspele i form af løsninger med en klar kommerciel eller samfundsmæssig værdi (Stanford Study Panel, 2016).

### Definitioner

Kunstig intelligens er blevet defineret som "*aktiviteter, som har til formål at gøre maskiner intelligente*" (Nilsson, 2010). "Intelligente" forstås i denne sammenhæng som "indlejrede egenskaber, der medfører, at en enhed fungerer forudseende og efter hensigten i sit miljø". John McCarthy, som betragtes som den forsker, der rammesatte kunstig intelligens som et F&U område, har defineret kunstig intelligens som følger:

*"Kunstig intelligens er det videnskabelige og det ingeniørfaglige felt, som fokuserer på udviklingen af intelligente maskiner - især intelligente computer programmer."*

Som den danske forsker Bolander konstaterer, er det en god definition, men den rejser samtidig spørgsmålet om, hvad intelligens egentlig er. (Bolander, 2010)

Den amerikanske forsker og pioner inden for kunstig intelligens, Marvin Minsky, har en lidt anden definition:

*"The science of making machines do things that would require intelligence if done by men "*

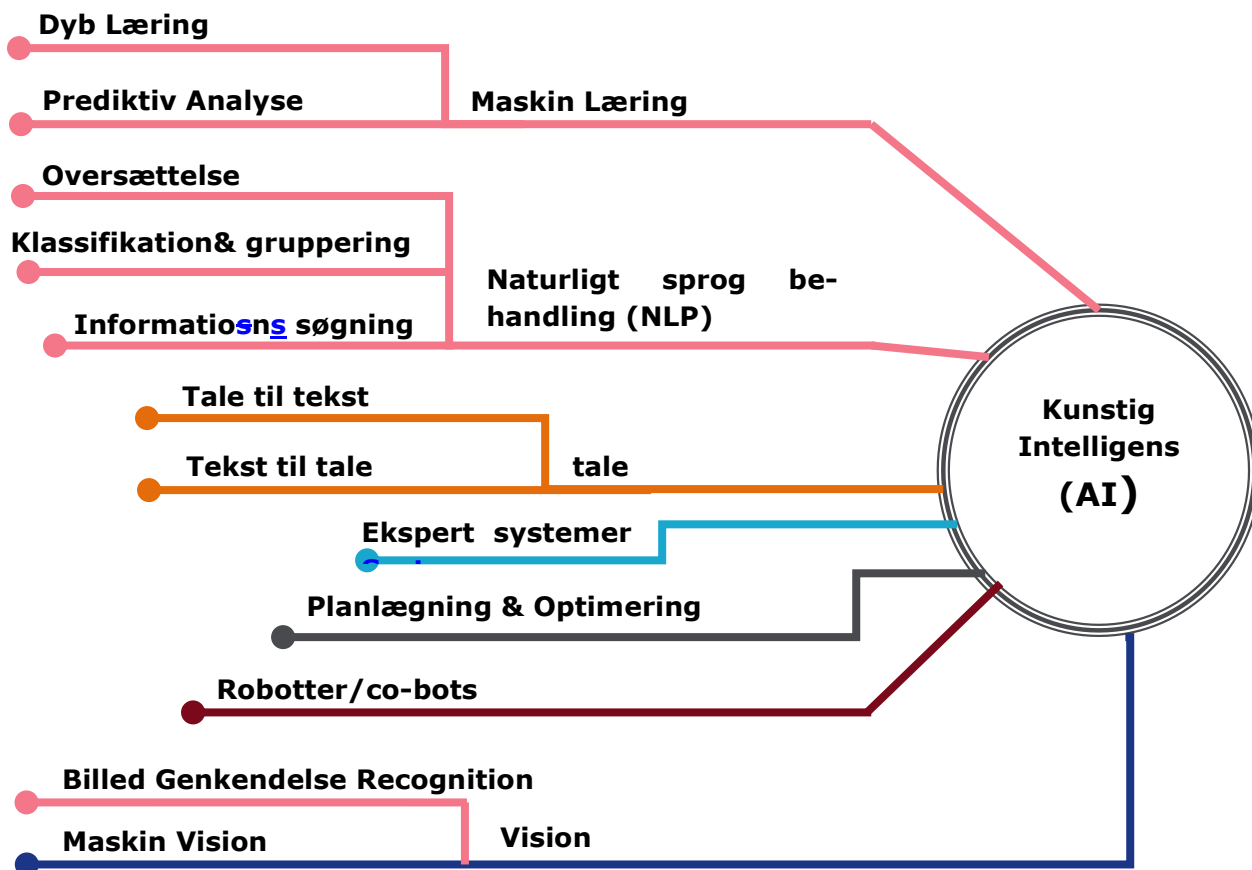
Kunstig intelligens (AI) refererer derfor til maskiner, som varetager menneskelige kognitive funktioner som læring, forståelse, ræsonnement, interaktion som fx talegenkendelse, konkurrencer i strategiske spil som skak eller GO, førerløse biler, eller analyser af komplekse datamønstre. Væksten i data og regnekraft har øget muligheder og udviklingshastighed i kunstig intelligens på forskellige områder som fx Google Translate eller Facebook billedgenkendelse.

Intelligens omfatter således kompetencer som:

- At kunne resonere
- Planlægge
- Løse problemer
- Tænke abstrakt
- Forstå komplekse ideer
- At lære hurtigt og lære af erfaringer (Bolander, 2010)

Figur 5 er et forsøg på at kategorisere nøgleområder inden for kunstig intelligens.

Figur 5: Kunstig intelligens teknologier- et overblik



Shapiro 2016

Kunstig intelligens kan således opdeles i følgende grove kategorier:

- Kognitionsteknologier, som finder og syntetiserer billeder, tekst, stemmer.
- Ikke superviserede dybe læringsteknologier, som søger efter relationer i hierarkiske lagrede netværk.
- Superviserede teknologier, der søger at finde mening i data gennem klassifikation og semantik.
- Lærende teknologier som maskinlæring og prædiktiv analyse.
- Optimerende teknologier som anvendt information og spørgsmål til ekspertssystemer.

Kilde OECD 2016, interview

Fordi kunstig intelligens omfatter mange potentielle anvendelsesområder, kan det være vanskeligt at nå frem til en entydig definition. De metoder, der er blevet udviklet til at analysere store mængder af data, er fx udviklet af forskere inden for kunstig intelligens, men de betegnes nu som Big Data og algoritmer.

### 3.1. Stærk og svag intelligens

I forskningen skelner man mellem *stærk kunstig intelligens* (Strong AI) og *svag kunstig intelligens* (Weak AI). Begrebet *stærk kunstig intelligens* bygger på tidlige antagelser blandt amerikanske forskere om, at det over tid ville være muligt at udvikle computerintelligens på niveau med menneskets evnet til at tænke, forstå og udvise empati. I dag peger forskere fra University of California, Berkeley på, at udviklingen af stærk kunstig intelligens er på niveau med en myre, og at vi fortsat ikke har nogle entydige og klare definitioner af menneskelig intelligens.

Hvis vi ser på et fænomen som *Chatbots*, så er de nok avancerede, for så vidt at de med brug af komplekse algoritmer kan give en bruger et meningsfuldt svar på en masse spørgsmål, hvad enten det handler om vejrtjenester eller tips til makeup, som kædevirk-somheden *Sephora* har gjort brug af og med stor succes har målrettet teenager markedssegmentet (Forbes, 2016). Alligevel kan de ikke karakteriseres som stærk AI, idet de er udviklet til et specifikt område.

Forskere som blandt andet Kurzweil vurderer, at det er et spørgsmål om tid, inden computere bliver lige så intelligente som mennesker med argumenter baseret på Moore's Lov og teknologisk singularitet.<sup>7</sup> Fortalerne for, at kunstig intelligens over tid kan nå et niveau som den menneskelige intelligens, bygger på en teori om, at mennesker processer information og ideer i form af symboler i en struktureret trinvis procedure (Andino, 2015).

Skeptikere fremfører, at det ikke er muligt at simulere menneskelig intelligens, fordi det kræver intentionalitet, som computeren ikke besidder. Andre bygger deres argumenter på, at skanninger har vist, at der sker fysiske ændringer i menneskers hjerne, når de tænker. Ændringerne skaber flere forbindelser i hjernen, og sådanne fysiske ændringer findes ikke i computere, der udfører programmer.

Endelig har andre fremhævet, at analogien mellem maskiners hardware og den menneskelige hjerne er fejlagtige med hensyn til, at begge behandler information. Argumentet er, at computerens hardware undergår en række ændringer i elektriske og magnetiske tilstande, som mennesket kan tolke både syntaktisk i form af grammatisk analyse og semantisk i forhold til ords og sætningers betydning. Hverken kredsløbene, harddisken eller de enkelte fysiske chips har dog nogen indre syntaks eller semantik, og det viser svagheden i analogien (Searle, 1980).

Det ekspertudvalg, som Præsident Obama nedsatte for at vurdere muligheder og risici forbundet med udviklingen i kunstig intelligens, har vidt forskellige vurderinger af udviklingen i såkaldt stærk intelligens (Executive Office of the President National Science and Technology Council, Committee on Technology, 2016) (Fodnote 14 s. 7-8). Trods forskellige vurderinger konkluderer udvalget, at potentielle risici forbundet med udviklingen i stærk intelligens bedst håndteres ved at fokusere på de problemer, som måtte opstå på den korte til mellemlange bane som følge af udviklingen. Et af de områder, de peger på, er vigtigheden af entydige standarder og metoder til rådighed, så de data, som algoritmer bygger på, er transparente. Et andet område, som rapporten tager op, er sikkerhed

<sup>7</sup> Teknologisk singularitet er defineret som "Et teoretisk punkt i en civilisations udvikling, hvor dens teknologiske udvikling accelererer så hurtigt, så den går mod uendeligt", <https://da.wikipedia.org/wiki/Singularitet>

og ansvar i forbindelse med eventuelle ulykker, hvor førerløse biler har været involveret. I det hele taget understreger ekspertrapporten fra USA, at det er nødvendigt, at forskning og udvikling inden for kunstig intelligens bygger på en tværfaglig indsats, som også involverer samfundsvidenskab og humaniora, idet der allerede er eksempler på, at kunstig intelligens kan have vidtrækkende samfundsmæssige konsekvenser med både juridiske og etiske implikationer.

### 3.2. Udviklingstendenser i teknologier

Maskinlæring er en af de vigtigste udviklingstendenser i de senere år inden for kunstig intelligens. Tidligere har man skulle bruge enorme ressourcer på programmering og indhentning af ekspertviden for at udlede de regler og kriterier, som kan danne grundlag for beslutninger inden for et specifikt fagområde og så omsætte det til software kode — hvis "a" så "b". Årsagen var, at kunstig intelligens tidligere tog udgangspunkt i læring via løsninger. I praksis betød det, at hvis en computer skulle vurdere, om der fx var en bil i et billede, så skulle man først skrive en masse regler op, fx at en bil har fire hjul, et rat, vinduer, døre, som kan åbnes osv. Det var en tung proces, fordi det typisk ville kræve, at en række karakteristika skulle beskrives, for at systemet var i stand til at skelne meningsfuldt.

#### Dyb læring

Efter 2012 igangsatte både Facebook, Microsoft og Google for alvor forskningsprojekter inden for neurale netværk inspireret af den menneskelige hjernes opbygning, som bl.a. førte til Google projektet *Google Brain*. Forskerne bag projektet begyndte at eksperimentere med ikke superviserede data, alene af den grund, at der er langt flere ikke superviserede end superviserede data.<sup>8</sup> De fik forfinet en læringsalgoritme for neurale netværk for et kæmpe stort neuralt netværk (16.000 computer processorer med milliard forbindelser), som kunne identificere "en kat" efter at være blevet præsenteret for 10 millioner tilfældigt udvalgte YouTube videoer og en liste på 20.000 forskellige genstande med brug af den dybe læringsalgoritme, der var udviklet, og uden nogen anden form for forudgående information, som kunne hjælpe med at skelne andre dyr fra en "kat". Systemet kunne med udgangspunkt i YouTube videoerne i 81.7% af tilfældene identificere et menneskes ansigt korrekt, i 76.7% af tilfældene forskellige dele af kroppen, og i 74,8% af tilfældene en kat.

Dybe netværk bygger typisk på mange lag - til tider mere end 100 lag - og bruger store mængder af enheder (neuroner) for at kunne genkende ekstremt komplekse og præcise mønstre i billeder som fx røntgenbilleder. Derfor er adgangen til gode data en central forudsætning for udvikling af løsninger, som *Google Brain* eller *IBM's Watson* eller inden for helt andre områder som trafikregulering.

Når AI bevæger sig fra laboratorier ud i den virkelige verden, kommer forhold som *autonomi*, *automation* og *augmentation* i forhold til mennesker i spil.

- *Autonomi* refererer til, at et system kan fungere og tilpasse sig ændrede omstændigheder uden indgriben af mennesker. Det er en af de facetter af kunstig intelligens, som har ført til diskussioner om risikoen for masseledighed. Selv om der har været meget fokus på selvkørende biler, er begrebet autonomi som sådan brede-

---

<sup>8</sup> Superviserede data: Data som har fået en meningsfuld mærkat, som er betydningsdanneende og gør, at man kan skelne mellem data

re. Det inkluderer også digital handel med værdipapirer uden menneskelig indgriben, eller systemer, som er i stand til at diagnosticere og reparere sig selv, som allerede nu har ført til ændringer inden for softwareudvikling.

- *Automation* refererer til, når teknologi løser opgaver, som tidligere blev udført af mennesker. Udviklingen i kunstig intelligens har medført, at robotter og computere i stigende omfang kan substituere arbejdskraften på mere komplekse opgavefunktioner. Det kan fx være det at skrive en avisartikel, udføre opgaver, som en advokatfuldmægtig tidligere har udført osv. Ikke mindst i USA har dette ført til en voksende debat om, hvorvidt teknologien vil føre til masseledighed.
- *Augmentation* refererer til, at teknologien er komplementær til og forstærker menneskelig ekspertise, som fx i brug af et beslutningsstøtte AI systemer som Watson, som giver cancereksperter helt nye diagnosemuligheder. Udviklingen rummer muligheder for at øge diagnosekapaciteten i sundhedssystemer, og man kan samtidig potentielt sænke udgifterne til sundhedssystemet. Ikke desto mindre er der en spirende debat i USA, om der ligger en potentiel risiko i, at beslutninger tages på baggrund af et ekspertsystem, hvad enten det er flytrafik eller en cancereksperter med det argument, at ekspertsystemer ikke er 100% sikre, og at en stadig hyppigere brug af ekspertsystemer i kritiske situationer medfører, at eksperter mister evnen til at forholde sig kritisk analyserende i situationer, hvor der skal tages beslutninger i forhold til et komplekst problem, hvad enten det er en uventet og ikke tidligere set nødsituation i et fly eller en kompleks diagnose, hvor en række faktorer virker gensidigt forstærkende. (Dreyfus, 2014)

### **Teknologi og mennesker i samspil**

Udviklingen i kunstig intelligens teknologier har medført, at det i stigende omfang er muligt ikke alene at automatisere manuelle funktioner, men også kognitive funktioner som fx dele af softwareudviklingsprocessen og en del af det sagsforberedende arbejde blandt jurister.

Teknologierne har imidlertid også andre potentialer, som det også er blevet fremhævet i interviewene (Executive Office of the President National Science and Technology Council, Committee on Technology, 2016). Kombinationen af menneske og teknologi kan være mere effektiv end hver for sig, hvad enten vi fokuserer på avanceret produktion eller fx det medicinske felt radiologi. I et nyligt studie, som var baseret på billeder af lymfeceller i brystet og en diagnose af, hvorvidt de indeholdt cancerceller eller ej, havde patologerne en fejlrate på 3,5% og ekspertsystemet havde en fejlrate på 2,7%. Da lægerne anvendte ekspertsystemet var fejlraten reduceret til 0,5% (Dayong, Wang; Khosla, Aditya; Rishab, Gargeya; Humayun, Irshad; Beck, Andrew H., 2016). Eksemplet illustrerer potentialerne i kognitive systemer, og samtidig også, at den virkelige værdi opstår, når menneskelig ekspertise og teknologi spiller sammen, og at konklusioner om, at ekspertsystemer kan erstatte menneskelig ekspertise er forfejlede.

Forskere, bl.a. fra Northeastern University i USA, har peget på, at det i stigende omfang bliver vigtigt, at vi igennem uddannelse får en indsigt i, hvordan vi bedst udnytter AI systemer som Watson, hvad de kan, og hvad der er deres begrænsninger for at være i stand til at afbalancere AI systemernes anbefalinger i forhold til egne analyser og konklusioner. Der er ifølge forskerne en latent risiko for, at man kommer til at overvurdere systemernes kapacitet og derfor lægger mindre vægt på uddannelse og udvikling af forskningsekspertise inden for forskellige fagområder.

Forskere fra Google Deep Mind<sup>9</sup> vurderer, at vi i stigende omfang vil kunne udnytte kunstig intelligens i innovationsprocesser baseret på det væld af underliggende data, som er indlejret i stadig flere produkter (Internet of Things (IOT)), og at det kan være med til at øge hastigheden fra forskning til innovation, som karakteriserer Google's egne innovationsprocesser, men som også har medført en voksende debat om troværdigheden af de informationer, man finder på internettet.

### 3.3. Fra laboratorier til applikationer

Inden for de sidste 10- 15 år er forskningen inden for kunstig intelligens for alvor nået ud af forskningsmiljøer og har fundet anvendelse inden for flere områder. Tesla har skabt en selvkørende bil. Mercedes Benz er også kommet langt i udviklingen af en selvkørende bil, men måtte dog for nyligt trække en annonce tilbage, fordi de nok har skabt en bil med en række selvkørende egenskaber, uden at der dog er tale om en førerløs bil.<sup>10</sup> Siden 2009 har Google satset massivt på den selvkørende bil, og denne udvikling er et godt eksempel på, hvordan digital teknologi "disrupter" en branche som i dette tilfælde bilbranchen.

Et team bestående af læger og ingeniører fra Emiraterne og USA har udviklet et system, som bygger på avanceret mønstergenkendelse. Løsningen bliver anvendt i tidlig diagnostik af en række medfødte sygdomme. Løsningen bygger på analyse af tre fotografier: Et billede af det nyfødte barn med ansigtet vendt mod kameraet, et billede fra siden og et billede af barnets håndflade. På den baggrund kan systemet afdække, hvorvidt et nyfødt barn har en af ca. fyrrer medfødte sygdomme.<sup>11</sup> Samtidig er systemet et eksempel på, hvordan jobprofiler og kompetencer konvergerer.

Også inden for relationsfag begynder fx socialrådgivere og psykologier at anvende virtuelle verdener som Second Life til gruppesamtaler med udvalgte målgrupper,<sup>12</sup> og en virksomhed som Sentimetrix<sup>13</sup> har udviklet software, der bygger på kunstig intelligens som redskab til at afdække symptomer associeret med post- traumatisk stress.

Forskere i Stanford University's 100 års projekt om kunstig intelligens vurderer, at vi i de kommende år vil se en øget vægt på at udvikle kunstig intelligens systemer, som er modelleret med udgangspunkt i menneskelig adfærd og designet med henblik på, at mennesker kan interagere med systemerne. I en dansk kontekst har vi en lang tradition for at fokusere på de sociale aspekter af teknologien, dvs. at mennesker ikke skal tilpasse sig teknologien, men at teknologien skal designes, så den understøtter og menneskelig interaktion og opgaveaktiviteter. Ligeledes har forskningen fokus på skalerbare metoder til, at robotter kan lære. Med udviklingen i Internet of Things (IoT) vil der være et øget behov for en tværfaglig forskning, som også fokuserer på de samfundsmæssige, sociale og økonomiske dimensioner af kunstig intelligens og er tæt koblet til datadrevne produkter og serviceydelser.

---

<sup>9</sup> Demis Hassabis, Shane Legg, and Mustafa Suleyman

<sup>10</sup> <http://time.com/4431956/mercedes-benz-ad-confusion-self-driving/>

<sup>11</sup> The United Emirates, World Government Summit 2016

<sup>12</sup>

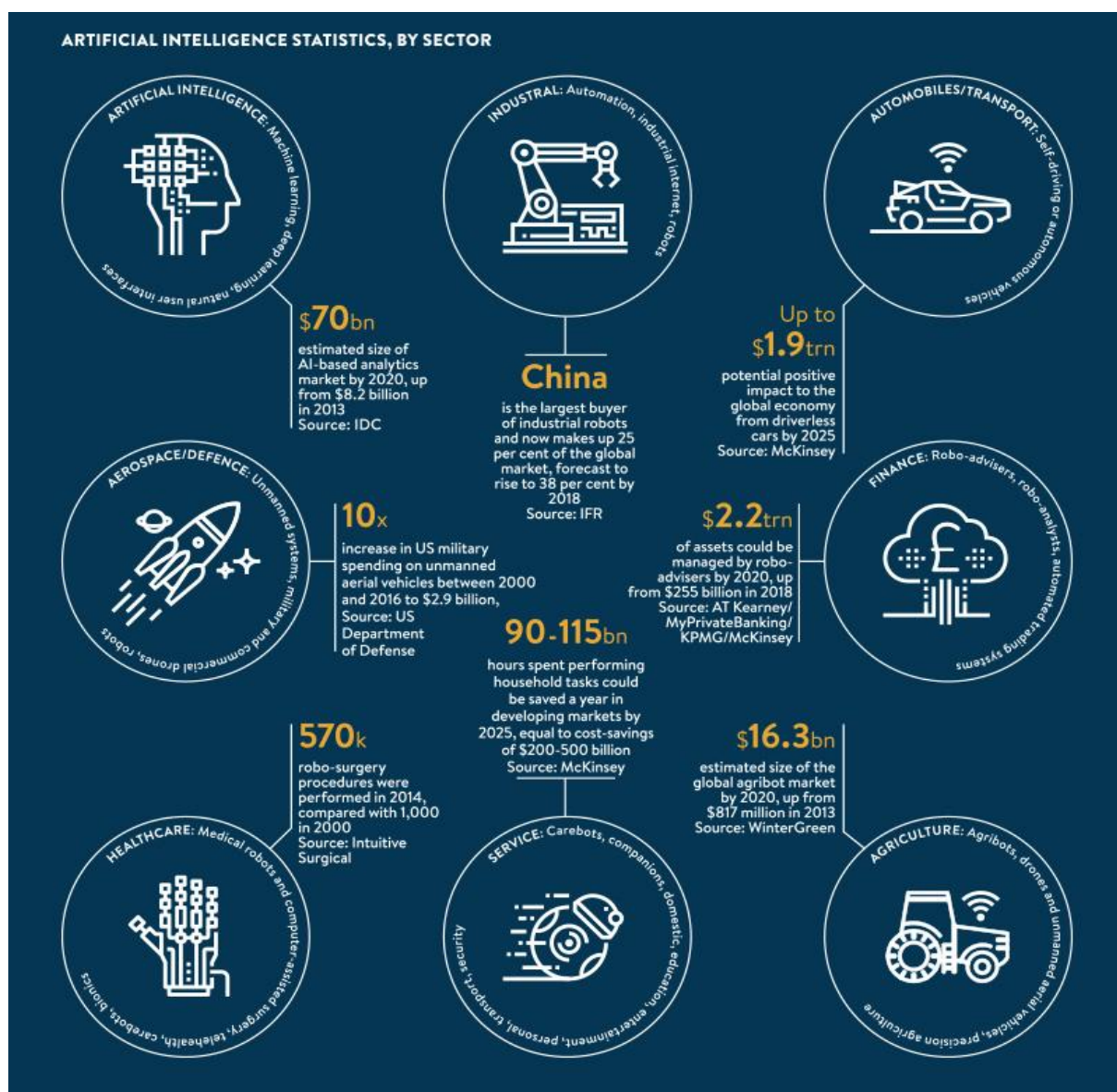
[http://www.socialworker.com/feature-articles/technology-articles/SW\\_2.0%3A\\_Going\\_Where\\_the\\_Client\\_Is%3A\\_Exploring\\_Virtual\\_Clinical\\_Social\\_Work\\_Practice/](http://www.socialworker.com/feature-articles/technology-articles/SW_2.0%3A_Going_Where_the_Client_Is%3A_Exploring_Virtual_Clinical_Social_Work_Practice/)

<sup>13</sup> <http://www.medgadget.com/2013/06/sentimetrix-uses-artificial-intelligence-to-detect-ptsd.html>

Stanford panelet af forskere peger i deres rapport fra 2016 på potentialerne for anvendelsen af kunstig intelligens teknologier inden for en række anvendelsesområder som transport, sundhed, uddannelse, ældre, udsatte borgergrupper, sikkerhed og underholdning. I det følgende afsnit giver vi nogle eksempler på anvendelsesområder inden for kunstig intelligens og udviklingstendenser.

Oversigten nedenfor giver et overblik over forventninger til markedsudviklingen inden for en række applikationsområder for kunstig intelligens (Allidina, 2016). Oversigten viser spændvidden i applikationsområder- og dermed også, hvor mange erhverv og job, der potentielt vil blive påvirket af udviklingen i kunstig intelligens.

Figur 6: Udviklingstendenser i udvalgte sektorer



Kilde: Raconteur 2016

## Transport

De amerikanske forskere bag Stanford 100 års rapport forventer, at transport er det område, hvor vi for alvor vil støde på kunstig intelligens i hverdagen. Hvordan udviklingen inden for kunstig intelligens applikationer i gods- og persontransport kommer til at påvirke os, og hvordan vi oplever det, vil derfor med stor sandsynlighed have betydning for vores holdning til kunstig intelligens, herunder om muligheden for førerløs transport vil føre til brug af "autochauffør", som vi kender det fra flytransport, hvor flyene er bemandede med piloter, men en stor del af transporttiden sker via autopilot, eller om det reelt set vil føre til førerløs transport. Alene inden for godstransport var der i Danmark 2014 26.835 fuldtidsansatte i.<sup>14</sup> Hvis udviklingen går så hurtigt, som nogle trends tyder på inden for transport, bliver det helt afgørende at adressere både de lovgivningsmæssige rammebetingelser for konsekvensen af førerløse transport, hvad enten vi taler om persontransportbranchen eller godstransportbranchen, da de lovgivningsmæssige rammer i forhold til begrebet "førerløs", vil have vidtrækkende konsekvenser for både beskæftigelse og kompetencer. I yderste konsekvens kan lovgivningen medføre massiv strukturel ledighed. I Storbritannien blev der igangsat en offentlig høring omkring førerløs transport i oktober i år med forslag til, hvordan området potentielt kan reguleres (Center for connected and autonomous vehicles, 2016). I Australien anvender man førerløse lastvogne i de store mineområder, og Japan er i fuld gang med at teste teknologien på offentlige veje. Også i Danmark er udviklingen i gang med Himmerlands Kommune, som har set besparings- og effektiviseringspotentialer i, at kommunens social- og sundhedspersonale ikke selv skal sidde bag rattet.<sup>15</sup> Aalborg Kommune planlægger fra 2017 at sætte førerløse busser ind i transport af passager mellem Aalborg Lufthavns terminaler.

En rapport som for nylig blev publiceret, forudser, at selvkørende biler vil være et vidt spredt fænomen i 2020 (Greenough, 2016), og baseret på de nuværende udviklingstendenser, at selvkørende transport ikke alene vil omfatte personbiler men også kollektiv trafik. Om det så vil få indflydelse på bosætningsmønstre, når mennesker kan bruge transporttiden aktivt, er et andet spørgsmål (Lin, 2013).

Foreløbig tillader teknologien ikke bilerne at køre helt uden fører, men det er muligvis kun et spørgsmål om tid. Det kan betyde andre måder at blive transporteret på, som kan styrke den offentlige transport, fordi den bliver billigere, hvis man ikke længere har lønudgifter. Omvendt kan det også medføre øget brug af delebiler nær storbyområder, som så blot vil køre rundt, mens man arbejder, og uden nødvendigvis at have behov for en parkeringsplads, som kan få negative konsekvenser for miljøet. Diverse estimater peger på, at førerløse biler vil nedbringe antallet af kollisioner såvel som uheld markant fx i forbindelse med skift af vognbane, hvilket kunne nedbringe forsikringspræmier såvel som offentlige sundhedsudgifter.

Den potentielt korte tidshorisont inden førerløs transport bliver sat ind på udvalgte områder, og de umiddelbare besparelspotentialer, men også risiko for strukturel ledighed, hvis det for alvor vinder indpas, nødvendiggør en bred politisk dialog om kunstig intelligens. Ideelt set bør en bred dialog om kunstig intelligens have en kontinuerlig karakter i form af fx et uafhængigt og tværfagligt digitaliseringsråd med henblik på at kunne overvåge udviklingstendenser på tværs af politik- og applikationsområder for at sikre rettidig

<sup>14</sup><http://www.lastbilmagasinet.dk/artikler/antallet-af-job-i-lastbiltransporten-stiger-p34614#sthash.fdhGYBwN.dpuf>

<sup>15</sup> <http://www.b.dk/nationalt/foererloese-busser-skal-spare-tid-i-vesthimmerland>



omhu i politiske prioriteringer og beslutninger, som flere respondenter vurderer som helt centralt.

### **Intelligent transportinfrastrukturer i byer**

Smarte applikationer inden for trafikstyring har potentialet til at reducere ventetider og kan reducere CO2 udslip markant (Chen, 2016).

Den finske hovedstad Helsingfors *har et ambitiøst mål*: Byen planlægger at afskaffe behovet for privatbilisme inden 2025 ved at kombinere offentlige og private trafiksselskaber, så byens indbyggere kan sammensætte den hurtigste og billigste transportmåde. Helsingfors Kommune ser sig selv som en avanceret og kompetent indkøber og pilotmiljø i forhold til at fremme denne udvikling.

Målet er fx, at busruterne skal være dynamiske, så de til enhver tid kan ændres efter behov. Fra planlægning til betaling skal alle elementer i systemet være tilgængelige via mobile enheder. Byens indbyggere skal kunne bruge deres telefon til at arrangere samkørsel, bus-on-demand, automatiserede biler, specialtransport for børn eller traditionelle, offentlige transportmidler. De skal kunne købe 'mobilitetspakker' fra private udbydere, der giver dem en række muligheder alt efter vejrforhold, tidspunkt på dagen og behov, og som også kan danne grundlag for vækst i nye virksomheder inden for digitale transporttjenester.

Det er tanken at tage et helt igennem fysisk transportsystem, der er udviklet til biler, veje, broer, metroer og busser, og vende op og ned på det, så det bliver baseret på individuel, digital mobilitet, og som vil kunne transportere den enkelte rejsende fra A til B så hurtigt og effektivt som muligt. Pendlere behøver ikke længere eje en bil for at have en bil til rådighed, som man har set det i Danmark i forhold til udviklingen af GoMore. De behøver ikke arrangere samkørsel i forvejen. De behøver ikke vente på at få køreledighed hjem, når det regner, og de ikke kan få fat i en taxi. Samtidig er bilproducenterne i gang med at udvikle næste generation af tilkoblede og selvstyrende biler, der kan give bedre trafikafvikling og -sikkerhed. De producerer således ikke længere kun produkter – de investerer også i en lang række nye mobilitets-services som alt fra delebilordninger og udlejningsservices til multimodale Apps til rejseplanlægning samt sensorstyret dynamisk prisfastsættelse, Apps til social transport såsom samkørsel og delebilordninger. Eksempel fra Helsingfors illustrerer, hvordan kunstig intelligens kan være med til at forhindre trafikpropper i de største bykorridorer og samtidig skabe grønnere og mere attraktive storbyer. Med væksten i mega-byer kan de lande, som først får udviklet intelligente løsninger, opbygge nye markedsmuligheder globalt for grøn transport.

Disse tiltag repræsenterer både muligheder og udfordringer for de transportorganisationer, der holder fast i den fysiske infrastruktur, men hvor udviklingstendenser går i retning af øget fleksibilitet og dynamisk responsivitet i transportinfrastrukturen. Politikerne i Helsingfors Kommune forventer, der vil opstå pres på en ændring i lovgivningen, som kan fremme udviklingen af et moderne digitalt mobilitetsøkosystem. Selv om udviklingen rummer potentialer, vurderer Deloitte, at transformation af vores transportsystemer vil møde massive barrierer, fordi innovative transportforretningsmodeller har tendens til at operere i siloer (Deloitte, 2016).

En række af verdens storbyer udnytter kunstig intelligens for at regulere trafikken dynamisk fx gennem "smart prissætning" på motorveje og broer, intelligent planlægning af

kollektiv trafik-flow mv. Kunstig intelligens udnyttes også i Google Maps, MapQuest og Bing Maps og muliggør, at brugere kan få realtidsinformation om trafiksituationen. Udviklingen er dog hæmmet af mangel på standarder og koordinationsomkostninger trafikknudepunkter imellem. I 2016 lancerede det amerikanske transportministerium et udbud, hvor mellemstore byer blev inviteret til at give deres bud på en vision for, hvordan transport af mennesker og varer optimalt kan se ud med udnyttelse af data og kunstig intelligens med byen Columbus Ohio som vinder.<sup>16</sup>

### Sejlbådsdrone i antarktiske farvande

Vores miljø er truet af en global opvarmning. Derfor er der meget fokus på udsatte områder omkring Arktis og Grønland, da man direkte her kan observere konsekvenserne på basis af udviklingen i indlandsisen. Imidlertid er kontinuerlig og dynamisk overvågning kostbar og risikofyldt. Også her rummer udviklingen i kunstig intelligens potentialer. Med brug af droneteknologi kan man kontinuerligt indsamle store mængder af data, som forskere så kan anvende til at vurdere den løbende udvikling som følge af global opvarmning som illustreret på billedet nedenfor. Den samme teknologi vil kunne anvendes på en række andre overvågningsområder, som er af betydning for det samlede globale økosystem.



Kilde: <https://www.pddnet.com/news/2016/07/sailboat-drone-helps-noaa-study-arctic-ecosystem>

Det er ikke alene inden for person- og godstransport, at vi ser en udvikling i førerløse transportmidler. I januar 2014 sendte Google for første gang et førerløst passagerfly fra San Francisco International Airport til Los Angeles International Airport (Larsen, 2015). På grund af nogle opståede situationer, hvor fly har været tæt på at styrte ned, mens de fløj på autopilot, og uden piloterne havde taget notits af advarsler fra kontroltårn på jorden, anbefalede de amerikanske luftfartsmyndighed i januar i år, at alle flyselskaber bør forbedre træning af allerede uddannede piloter såvel som standarder for overvågning - herunder standarder omkring samspil mellem autopilot og piloterne.<sup>17</sup>

<sup>16</sup> <https://www.transportation.gov/smartcity>

<sup>17</sup> The Atlantic, 3. marts 2016

### **Innovationspotentialer og risici forbundet med kunstig intelligens applikationer i transportsektoren**

Australien har igangsat et kortlægningsarbejde for at identificere innovationsmuligheder og trusler inden for transportløsninger baseret på kunstig intelligens teknologier. Ud over forhold som forsikring, peger man blandt andet på spørgsmålet om, hvem der ejer de data, der genereres ved selvkørende biler, og hvorvidt en uregelmæssig adgang til sådanne data også udgør en latent sikkerhedsrisiko (Accenture, 2014).

### **3.4. Sundhed**

Sundhed er et af de områder, hvor der har været en markant udvikling i kunstig intelligens inden for de sidste år, som er understøttet af udviklingen i store mængder af data, som blandt andet bliver genereret af forskellige former for konsumelektronik, som opsamler personlige data.

Mulighederne for at udnytte kunstig intelligens i diagnoseøjemed er markante. IBM har i samarbejde med det amerikanske hospital for cancersygdomme *Memorial Sloan Kettering Cancer Center* over de sidste år formået at udvikle diagnosesystemet Watson. Watson kan analysere og integrere mange forskellige former for data såsom retningslinjer for behandling, læger og sygeplejerskes noter, forskning, kliniske studier, videnskabelige artikler og patientjournaler. Når Watson er færdigudviklet, vil systemet kunne komme med en liste af potentielle diagnoser sammen med et estimat, der viser hver enkelte hypoteses validitet. Det betyder, at Watson ikke kun giver lægen én løsning, men derimod lister en række muligheder op, hvor systemet har beregnet sandsynligheden af hver enkelt mulighed. Herefter kan lægen orientere sig i de forskellige løsninger og på den baggrund stille den endelige diagnose. Hvis der er ændringer i patientens tilstand, kan lægen fx tilføje: "Min patient har blod i sit spyt", og inden for et halvt minut vil Watson svare tilbage med et nyt forslag til en behandling, som passer til patienten (IBM, 2016).

En af fordelene ved at benytte et beslutningsstøtteværktøj som Watson er ifølge de amerikanske læger, at mængden af forskningspublikationer inden for cancerbehandling vokser eksponentielt, så det vil tage en læge omkring 160 timer om ugen bare at holde sig ajour med den nyeste forskning. Over tid har ekspertsystemer potentialet til at demokratisere sundhedsbehandling, ved at læger med mindre ekspertise end lægerne på fx Memorial Sloan Kettering Cancer Center kan trække på et beslutningsstøttesystem som Watson til at stille en diagnose og komme med forslag til behandling.

I oktober måned har Watson været testet på Rigshospitalet (Politiken, 2016). Watson har været afprøvet på tre forskellige cancersygdomme. Hospitalets læger har afprøvet Watson på behandlingsvalg, hvor diagnosen allerede er blevet stillet. De har derfor holdt Watsons resultater op mod deres egne vurderinger, og de foreløbige resultater og konklusioner i forhold til merværdien i forhold til sundhedsområdet er særdeles positive. Hvis Watson skal implementeres på Rigshospitalet eller andre hospitaler skal systemet tilpasses, da det pt. er kodet til amerikanske standarder, som fx vil foreslå behandlingsformer eller medicin, som ikke anvendes i Danmark. Ifølge IBM vil det ikke være det store problem gennem maskinlæring at tilpasse Watson. Nogle af de fordele, som lægerne på Rigshospitalet fremhæver, er, at Watson muliggør, at man kan trække på hele den globale forskningsbase ved komplekse sygdomme. Endvidere vil systemet komme frem med

artikler, som dokumenterer anbefalingerne, hvis man er uenig i Watsons anbefalinger til behandling.

Teknologiudviklingen understøtter udviklingen af nye forretningsmodeller for forebyggende sundhedsydelse som fx *Sharecare*, der er en digital platform, der tilbyder skræddersyede sundhedsservices baseret på en test, der måler en persons biologiske alder. Afhængigt af testresultater bliver brugere af platformen tilbudt alt fra rådgivning om kost og motion til forslag om at konsultere specialister, eller de får tilbudt hjælp til selvhjælp som fx forskellige Apps blandt andet til stresshåndtering.<sup>18</sup> Udviklingen i platforme som *Sharecare* skal ses i lyset af, at på trods af *Obama Care*, så står mange amerikanere uden eller med en utilstrækkelig sundhedsforsikring i tilfælde af sygdom.

Teknologiudviklingen kan således være medvirkende til et skift i retning af mere forebyggende og personaliseret sundhed, men også med en potentiel risiko for en øget ulighed i forhold til, hvem der formår at betjene sig af de digitale sundhedsplatforme, og hvem der ikke kan. Endvidere er der også en potentiel risiko for overdiagnosticering, når vi får stadig mere konsumelektronik, som løbende måler en række sundhedsnøgletal, som kan være med til at skabe usikkerhed hos borgere om, man nu skal reagere, når der er mindre udsving i tallene.

Inden for behandlingsområdet har udviklingen inden for robotteknologi, billedbehandling og 3D teknologi som fx *Think Surgical*<sup>19</sup> og *da Vinci*, som er avanceret robotassisteret kirurgi muliggjort mikrokirurgi, der reducerer indlæggelsestiden og den periode, som en person behøver at være sygemeldt efter en operation.

Udviklingen i virtual reality med en virksomhed som *Medical Realities*<sup>20</sup> betyder, at erfarne læger, sygeplejersker og jordemødre gennem live stream virtual reality kan undervise studerende og efteruddanne personale inden for sundhedssektoren i udviklingsøkonomier på en kosteffektiv måde. Billedkvaliteten er i så høj en opløsningsgrad, at teknologien er velegnet i et professionelt øjemed.

Også i forhold til udsatte gruppe åbner kunstig intelligens ny muligheder. Under paraplyen *Predictive Science for Social Good*<sup>21</sup> anvender staten Illinois' sundheds- og social forvaltning prædiktiv modellering til at identificere gravide kvinder, som er i højrisiko på grund af sociale og sundhedsmæssige omstændigheder og med henblik på at kunne understøtte dem bedre under graviditeten og i forbindelse med fødsel.

### 3.5. Ældre

Amerikanske forskere forventer, at inden for de næste 5-10 år vil udviklingen i serviceroboter kunne varetage en række funktioner i ældreplejen såsom at gå tur med en ældre klient, varetage funktioner som dosering af medicin, funktioner i køkkenet mv. Der er også forskning i gang med henblik på udvikling af små hjemmedroner, som kan overvåge den ældre i hjemmet.<sup>22</sup> På grund af en ændret økonomi i ældresektoren er der store besparelspotentialer ved at udnytte kunstig intelligens og robotteknologi, men udviklin-

<sup>18</sup> <https://about.sharecare.com/>

<sup>19</sup> <http://thinksurgical.com/revolutionary-treatment>

<sup>20</sup> <http://www.medicalrealities.com/>

<sup>21</sup> <https://dssg.uchicago.edu/>

<sup>22</sup> [http://www.nytimes.com/2015/12/08/science/as-aging-population-grows-so-do-robotic-health-aides.html?smprod=nytcore-iphone&smid=nytcore-iphone-share&\\_r=1](http://www.nytimes.com/2015/12/08/science/as-aging-population-grows-so-do-robotic-health-aides.html?smprod=nytcore-iphone&smid=nytcore-iphone-share&_r=1)

gen rejser også en række etiske spørgsmål om, hvad der er et værdigt ældre liv, idet teknologiudviklingen på den ene side rummer mulighed for en større grad af selvhjulpethed, men den indeholder samtidig en risiko for, at den mellem menneskelige omsorg reduceres til et minimum.



Fx er katten, som ses på billedet ovenfor kunstig, og den spinder og reagerer på berøring. Legetøjsfabrikanten *Hasbro* har i deres markedsføring set *Pet Cat* som et middel til at reducere ældres ensomhed. Med en voksende aldrende befolkning og flere ældre ensomme og ældre med demens sættes der markant på ældremarkedet inden for kunstig intelligens. *Hasbro* begyndte i 2015 at markedsføre produktserien *Companion Pets*. I Danmark har vi tilsvarende set forsøg med en robotsæl i plejen af ældre demenspatienter. I Japan, hvor man er langt fremme udviklingen af teknologi til plejesektoren, er robotten *Pepper*<sup>23</sup> sat i masseproduktion. Den kan kommunikere og reagere på en persons følelser såsom vrede, glæde, sorg overraskelse. *Pepper* er markedsført til det voksende ældremarked som en personlig plejeassistent og med vægt på, at den kan kommunikere og kan bruges i træning af ældre med demens.

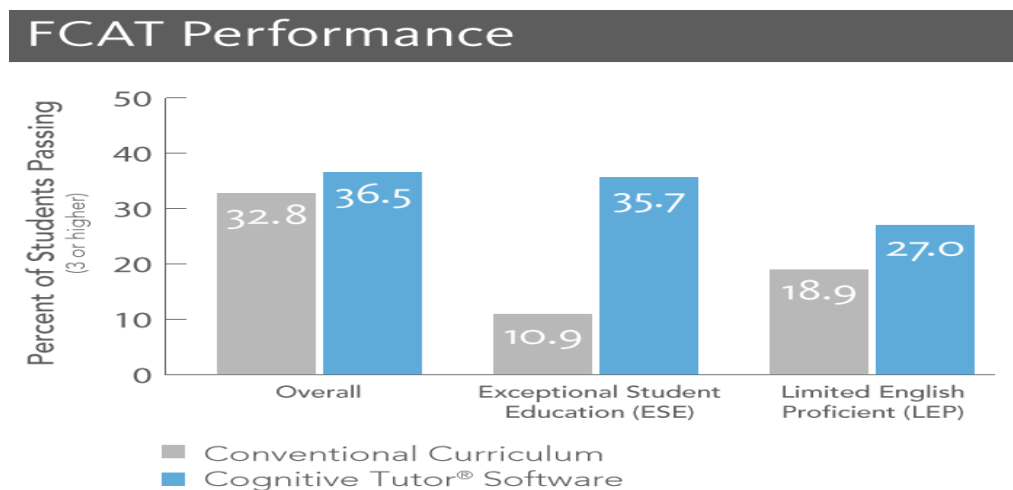
### 3.6. Uddannelse

I de kommende år vil der være stadig flere kommercielle intelligente undervisningssystemer som fx *Carnegie Cognitive Tutoring*. Systemet kan følge en elevs/studerendes problemløsning, hvor de laver fejlslutninger og kan vurdere, hvor godt de forstår et stofområde. På den baggrund kan systemet give personligt feedback og justeret undervisningsmaterialet (FORBES, 2016a). Fra 2007-2009 har RAND, USA, stået for en storskala evaluering af *Carnegie Learning*. Evalueringen omfattede de 18.000 skoler, som indgik, hvor en randomiseret udvælgelse fastlagde, hvilke skoler, der skulle anvende *Carnegie* og hvilke, der skulle tilrettelægge undervisningen baseret på traditionelle læremidler.

Evalueringen viste, at de elever, som anvendte det intelligente personaliserede undervisningssystem, klarede sig bedre, end de elever, som blev undervist baseret på traditionelle læremidler. Skolerne, der anvendte *Carnegie*, fik ingen rådgivning i forbindelse med implementeringen af systemet (RAND Cooperation, 2014). (Fletcher & Morrison, 2014)

<sup>23</sup> <https://www.ald.softbankrobotics.com/en/cool-robots/pepper/find-out-more-about-pepper>

Figur 7: Evaluering af "Rand Carnegie Intelligent Tutoring System"



Kilde: Rand

Også inden for eftervidereuddannelse kommer der til stadighed nye applikationer, som udnytter kunstig intelligens. Gennem anvendelse af det digitale adaptive tutorsystem er målet, at den lærende hurtigere bevæger sig fra et nybegynderniveau til ekspertniveau gennem problemløsnings og problemløsnings i et autentisk simuleret miljø. Den amerikanske hær har udviklet en række applikationer til træning af teknikere (Fletcher & Morrison, 2014). Den underliggende pædagogik bygger på en pædagogik baseret på problemløsnings og problemløsnings i et autentisk miljø. En applikation som *Sherlock* bliver fx brugt af militæret i USA til at træne teknikere i at diagnosticere problemer i det elektriske system i et fly.

*Learning analytics* er et relativt nyt område inden for uddannelse, som udnytter udviklingen inden for kunstig intelligens og mere specifikt naturligt sprog, mønstergenkendelse og dybdelæring for at understøtte personalisering af læring. Forskningen inden for *learning analytics* fokuserer pt. fx på typiske konceptuelle misforståelser i læreprocesser inden for forskellige fagområder og analyse af kognitive processer for at øge læringsudbyttet for den enkelte elev eller studerende (ACM digital library, 2016).

Forskere forventer, at man inden for de næste 10 år vil se en mere avanceret udvikling inden for virtual reality, som vil skabe mere flydende grænser mellem den formelle undervisning og den ikke-formelle læring. Der er allerede forskningsprojekter i gang med projekter som Stanford University's *Galileo* projekt.<sup>24</sup> Gennem den rige samling af breve, som Galileo efterlod, forsøger forskere at rekonstruere Galileos liv, hans netværk og forskning, som også førte til konflikter med den katolske kirke, da han gennem sin forskning brød med den katolske kirkes univers. Et andet eksempel er University of Columbias *Making and Knowing Project*<sup>25</sup>, som søger at genskabe en anonym fransk 16. århundredes kunstners atelier og hans arbejdsprocesser gennem en række dokumenter, hvor han beskrev centrale arbejdsprocesser. Et tredje eksempel er udvikling af menneskelignende virtuelle personer, som kan kommunikere, hvis man stiller dem spørgsmål. De anvendes pt. blandt andet på Boston Museum of Science og på forsøgsbasis som redskab til støtte

<sup>24</sup> <http://galileo.stanford.edu/about/>

<sup>25</sup> [http://www.makingandknowing.org/?page\\_id=25](http://www.makingandknowing.org/?page_id=25)

for veteraner og deres familier i behandling af posttraumatisk stress (Swartout, et al., 2016). En evaluering af veteransystemet viste, at hovedparten af brugerne værdsatte, at de på anonym basis kunne få hjælp til en række problemer. Evalueringen viste også, at hovedparten af forsøgsbrugeren omtalte systemet ved dets fornavn *Bill*.

Den hastige udvikling i kunstig intelligens rummer omvendt udfordringer for uddannelsessystemet, som flere af respondenterne fremhæver, på grund af teknologiernes potentielle disruptive karakter i forhold til job og kompetencekrav. Hvis teknologierne skal udnyttes i undervisningsøjemed, så er der behov for ekspertise inden for andre områder af datalogi, kognitionsvidenskab mv. Forskere fra Stanford Universitetet har i samarbejde med en række af virksomhederne fra Silicon Valley taget konsekvens af dette i form af Udacity University, som er et relativt nyt online-universitet. Det har været forskernes intention samtidigt at "demokratisere" adgangen til eliteundervisning og ekspertjob inden for den blomstrende IT-industri i Silicon Valley gennem en forretningsmodel, som på en gang muliggør masseundervisning og samtidig en vis skræddersyning og fleksibilitet i udbuddet, samtidig med at undervisningen er et væsentligt billigere alternativ end Stanford. Uddannelserne udbydes i moduler online og som såkaldte "nano-degrees".

- VR Developer
- Artificial intelligence
- Popular Nanodegree Programs
- Self-Driving-Car Engineer
- Front-end Web Developer
- Data Analyst
- iOS Developer
- Machine Learning Engineer
- Android Developer
- Senior Web Developer

Mange af uddannelserne er gratis at følge, men koster ca. USD 200 om måneden, hvis man vil have vejledning, karriererådgivning og indskrive sig til prøver og eksamener. Til gengæld loves kursister, som ikke får job på trods af at have gennemført fx uddannelsen *Self Driving Car Engineer* fuld refusion af studieudgifter. Undervisere kommer både fra Stanford, og andre universiteter såvel som fra IT-industrien og IT-intensive brancher som fx bilindustrien, hvor bl.a. Mercedes Benz er en af partnerne bag universitetet. Modellen er interessant også i en dansk kontekst, hvor de større virksomheder i stigende omfang ser markedet for rekruttering af IT-eksperter og inden for robotteknologi som et globalt marked.<sup>26</sup>

Hvor Udacity University specifikt tager sigte på IT-industrien og IT-intensive brancher og har et klart arbejdsmarkedsperspektiv, har *Coursera*, som også har sit udspring fra Stanford University, et bredere udbud og sigte.

### **3.7. Policy-tiltag for at fremme forskning, udvikling og anvendelse af kunstig intelligens til gavn for samfundet**

Den kommission, som Præsident Obama nedsatte til at belyse kunstig intelligens, udkom med en rapport og senere en strategiplan i efteråret 2016 (Executive Office of the

---

<sup>26</sup> <https://www.udacity.com/nanodegree>

President National Science and Technology Council, Committee on Technology, 2016). Rapporten konkluderer, at det offentlige har en væsentlig rolle at spille i en samfundsmæssig gavnlig udvikling og udnyttelse af kunstig intelligens, men det kræver politisk rammesætning. Nogle af de områder, som rapporten peger på, er:

- Investering i grundforskning og anvendt forskning
- Avanceret bruger af kunstig intelligens teknologier og applikationer
- Support til pilotaktiviteter og ved at skabe living labs/testmuligheder i virkelige omgivelser
- Gøre data tilgængelige
- Sponsorering af priser
- Identifikation af komplekse problemstillinger (grand challenges) med ambitiøse og realiserbare mål for, at kunstig intelligens skal finde løsninger på disse
- Finansiære evalueringer, som bygger på stringente metoder for at måle på effekter og cost-benefit
- Ved at skabe rammebetingelser, regulering og lovgivning, som understøtter innovation og samtidig beskytter borgerne.

En af udfordringerne i forhold til indsatsområder og mål er ifølge rapporten, at der på tværs af ministerier og forvaltningsenheder ikke alle steder er den nødvendige interne kapacitet til at stimulere og høste frugterne af innovation.

I de enheder, hvor der er mange forskere ansat, hvor man har store forskningsbudgetter og ofte har et samarbejde med private virksomheder om F&U og innovation, har man også in-house ekspertise, som kan samarbejde med forskere inden for avanceret højteknologisk forskning med henblik på spredning af resultaterne.

I andre føderale institutioner, som fx inden for det sociale område og inden for beskæftigelsesområdet, er situationen anderledes. Mens de nationale institutter for sundhed har forskningsbudgetter på omkring USD 30 milliarder, så er budgettet til forskning i det amerikanske Beskæftigelsesministerium (Department of Labor) i USA på USD 14 millioner. Ifølge rapporten begrænser det den interne kapacitet til at vurdere potentialerne i kunstig intelligens fx i beskæftigelsesfremme initiativer, herunder træning. I USA er man betydeligt længere fremme med at anvende digitale simuleringsplatforme, virtual reality og augmented intelligence i uddannelse og i efter-videreuddannelse. I den amerikanske flåde anvender man en digital softwareløsning til at træne komplekse IT-færdigheder. En evaluering af programmet *Digital Tutor* viser, at de, som er blevet trænet gennem *Digital Tutor*, hyppigt har et højere kompetenceniveau i en testsituation og i udførelsen af opgaver i jobbet sammenholdt med de, der har 8-10 års erfaring. Evalueringer peger endvidere på, at de, som er trænet med brug af *Digital Tutor*, med større sandsynlighed får et højteknologisk job og højere indtjening sammenholdt med de, som er blevet undervist efter traditionelle metoder (US Department of Education, 2011).

### **3.8. Kunstig intelligens og den samfundsmæssige udvikling**

I 2015 udgav den svenske regering en publikation om globale udviklingstendenser frem mod 2025. Rapporten indeholder også referencer til eksponentiel datakraft, kunstig intelligens og robotter. Et af de punkter, som rapporten diskuterer, er risiko for øget ledighed, også blandt højtuddannede samt de mulige konsekvenser i forhold til kapitalkoncen-



tration og omfordeling, som også er et spørgsmål, som nogle af de danske og internationale respondenter har taget op (Kansliet for strategisk Analys, 2015).

I 2015 udgav Future of Life en publikation (Russell, et al., 2015) med forslag til forskningsindsatser som kan understøtte en ansvarlig udvikling og udnyttelse af mulighederne inden for kunstig intelligens og reducere potentielle risici.

Også i *Storbritannien* har udviklingen i kunstig intelligens ført til politisk debat om de samfundsmæssige effekter af udviklingen i kunstig intelligens. Senest har parlamentsmedlemmer fra *Komiteen for Teknologi og Naturvidenskab* indstillet, at der bliver dannet en komite, der skal have til opdrag at følge og analysere udviklingen i kunstig intelligens og de mulige behov for ændringer i lovgivning, ændringer i beskæftigelse, og udviklingen i job- og kompetencekrav. Begrundelsen for dannelsen af en komite er, at selv om udviklingen i kunstig intelligens er i sin vorden, vil komiteen i takt med, at *science fiction bliver til science fakta*, kunne stimulere en åben debat om kunstig intelligens og gennem analyser mv. få indspil til at sikre en hensigtsmæssig styring af udviklingen (Business, 2016).

Forskerne bag Stanford 100 års rapporten vurderer, at kunstig intelligens vil være et vanskeligt område at regulere alene af den grund, at der ikke er en entydig definition af kunstig intelligens. Samtidig peger de dog på at i takt med, at kunstig intelligens potentialer vokser som følge af teknologiudvikling og nye anvendelsesområder, er der et markant behov for at fokusere på de socioøkonomiske konsekvenser af kunstig intelligens. Dog konstaterer de, at traditionelt har hverken forskningsprogrammer eller forskerne inden for teknologi og naturvidenskab været særligt gode til at inddrage den humanistiske og samfundsvidenskabelige forskning.

Udover ovenstående politiske initiativ i Storbritannien er en af grundlæggerne af LinkedIn, Reid Hoffman, og MIT Media Lab<sup>27</sup> i dialog om et forskningssamarbejde om kunstig intelligens, som også skal fokusere på de samfundsmæssige konsekvenser.<sup>28</sup>

I slutningen af september annoncerede Google, Facebook, Amazon, IBM og Microsoft partnerskabet for kunstig intelligens til gavn for mennesker og samfund.<sup>29</sup> De deltagende virksomheder har annonceret, at de ikke er en lobbyorganisation, men at de vil virke for forskning, spredning af god praksis, publicere forskning under en open license inden for områder som etik, inklusion, transparens og samspil mellem mennesker og kunstig intelligens systemer med fokus på "*trustworthiness, reliability and robustness of the technology*". Partnerskabet har planer om at invitere akademikere, NGO'er og specialister i policy-udvikling og etik til at indgå i samarbejdet.

I oktober publicerede Det Hvide Hus den føderale strategi for forskning og udvikling inden for kunstig intelligens.<sup>30</sup> Strategien er bygget op om syv temaer:

<sup>27</sup> <http://aibusiness.org/tech-giants-devising-real-ethics-for-artificial-intelligence/>

<sup>28</sup> Se MIT Media Labs tværfaglige initiativ med fokus på etik og AI <http://matter.media.mit.edu/>

<sup>29</sup> <https://www.partnershiponai.org/the-latest/>

<sup>30</sup>

[https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/whitehouse\\_files/microsites/ostp/NSTC/national\\_ai\\_rd\\_strategic\\_plan.pdf](https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/whitehouse_files/microsites/ostp/NSTC/national_ai_rd_strategic_plan.pdf)

1. Langtidsinvesteringer i kunstig intelligens
2. F&U, som kan fremme menneske-kunstig intelligens samspil
3. Fokus på etiske, reguleringsmæssige samfundsmæssige aspekter af kunstig intelligens
4. Sikkerhed i kunstig intelligens systemer
5. Fælles data og miljøer for træning og test af kunstig intelligens systemer
6. Fælles evalueringskriterier og standarder til at måle effekter af kunstig intelligens
7. Kompetencebehov i arbejdsstyrken

### 3.9. Kunstig intelligens - effekter på beskæftigelse og kompetencekrav

Der er en stor usikkerhed med hensyn til de beskæftigelsesmæssige konsekvenser af udviklingen i kunstig intelligens. Nogle forskere konkluderer, at udviklingen i AI i kombination med robotteknologi mv. vil føre til en markant jobdestruktion, mens andre peger på, at der er historiske muligheder for at øge velstanden og skabe mere indholdsricke job, men at det kræver en bred policy koordinering for at sikre potentielt udsatte grupper i transformationsfasen uden samtidig at hæmme innovationspotentialerne.

I en dansk kontekst er et af problemerne, at vi i høj grad må trække på amerikansk forskning og analyser, der er baseret på et arbejdsmarked, et uddannelsessystem og en arbejdsmarkedspolitik, som er meget forskellig fra den danske. I Danmark har der kun været et sporadisk analytisk fokus på konsekvenserne af den øgede digitalisering på jobindholdet i andre brancher end IT, og de enkelte analyser er baseret på meget forskellige metoder, som gør, at vi ikke har data over tid til at forstå udviklingsdynamikkerne. Som OECD har påvist, så har valg af metode til at kortlægge de mulige beskæftigelseseffekter resulteret i meget forskellige konklusioner hvad angår omfanget af job, som er i højrisikozonen for at forsvinde som følge af automatisering. Det har også været karakteristisk for den danske debat, at man uden videre har accepteret *Osborne og Grey's* analysemetode og har oversat den til en dansk kontekst, uden at man har forholdt sig kritisk til adskillige mangler i metoden (OECD, 2016).

Historisk har implementeringen af nye banebrydende teknologier ført til markante ændringer i arbejdsmarkedet, jobbud og efterspørgsel af arbejdskraft som fx den industrielle revolution, samlebåndet og kontorautomatiseringen i begyndelsen af 1980'erne. For hvert skift er job forsvundet, men over tid har de teknologiske ændringer ført til skabelsen af nye job (Mokyr, et al., 2015). OECD's analyse af effekterne af den øgede digitalisering peger på, at kombinationen af en øget produktivitet, lancering af nye produkter og prisfald på en række produkter og tjenesteydelser over tid har ført til, at nye job er blevet skabt, men kvalifikationskravene har ændret sig (OECD, 2016a).

In en bog fra 2014 argumenterer økonomien Daniel Cohen (Cohen, 2014) for, at vi er midt i en nulvækst industriel revolution. En analyse fra 2016 konkluderer omvendt på basis af historiske data, at computere over tid har skabt langt flere job end job, der er forsvundet, som følge af den teknologiske udvikling (Bessen, 2016).

Pew Research Center (Pew Research Center, 2014), som har gennemført et væld af analyser om udviklingen inden for IT, har også analyseret de beskæftigelsesmæssige konsekvenser af udviklingen inden for automation og AI med et panel af 1.896 eksperter. Adspurgte om beskæftigelsestendenser mellem nu og 2025, svarede 52%, at de vurderede, at jobdestruktionseffekter som følge af implementeringen af digitale teknologier vil blive

afbalanceret af nye job, som skabes med udspring i de nye teknologier. 48% vurderede, at udviklingen i digitalisering i de kommende år vil føre til markant jobdestruktion og en stigende ulighed.

I Australien har man søgt at korrigere kompetencebehov på et faglært og teknikerniveau som følge af digitaliseringen og med særlig vægt på robotteknologi og kunstig intelligens og potentialerne mht. at automatisere jobfunktioner/job og i forhold til mulighederne for at forstærke (augmentation) arbejdskraftens kompetencer.

Som udgangspunkt har man anvendt den amerikanske arbejdsmarkedsdatabase O\*NET, og hvordan de klassificerer og definerer en række IT-relaterede kompetencer, der er grupperet som henholdsvis *STEM* kompetencer (naturvidenskab, teknologi, ingeniørvidenskab og matematik; *kommunikation* og *tekniske kompetencer*:

**Tabel 2: O\*NET- kompetenceområder og definitioner**

SKILL	DEFINITION
<b>STEM skills</b>	
Computer Use	Using computers and computer systems (including hardware and software) to program, write software, set up functions, enter data, or process information.
Critical Thinking	Using logic and reasoning to identify the strengths and weaknesses of alternative solutions, conclusions or approaches to problems.
Engineering	Knowledge of the practical application of engineering science and technology. This includes applying principles, techniques, procedures, and equipment to the design and production of various goods and services.
Mathematics	Using mathematics to solve problems.
Programming	Writing computer programs for various purposes.
Science	Using scientific rules and methods to solve problems.
Systems Analysis	Determining how a system should work and how changes in conditions, operations, and the environment will affect outcomes.
Technology Design	Generating or adapting equipment and technology to serve user needs.
<b>Communications skills</b>	
Active Listening	Giving full attention to what other people are saying, taking time to understand the points being made, asking questions as appropriate, and not interrupting at inappropriate times.
Coordination	Adjusting actions in relation to others' actions.
Instructing	Teaching others how to do something.
Negotiation	Bringing others together and trying to reconcile differences.
Service Orientation	Actively looking for ways to help people.
Speaking	Talking to others to convey information effectively.
Writing	Communicating effectively in writing as appropriate for the needs of the audience.
<b>Technical skills</b>	
Equipment Maintenance	Performing routine maintenance on equipment and determining when and what kind of maintenance is needed.
Installation	Installing equipment, machines, wiring, or programs to meet specifications.
Management of Financial Resources	Determining how money will be spent to get the work done, and accounting for these expenditures.
Management of Personnel Resources	Motivating, developing, and directing people as they work, identifying the best people for the job.
Operation and Control	Controlling operations of equipment or systems.
Operations Analysis	Analysing needs and product requirements to create a design.
Troubleshooting	Determining causes of operating errors and deciding what to do about it.

Forskerne har på baggrund af statistik identificeret de fag og jobområder, som varetages af faglærte og teknikere, hvor der har været en vækst i jobskabelse. Herefter er der

udarbejdet en survey til private og offentlige arbejdsgivere, som har ansatte inden for "vækstfag" såvel som job med en vækst, som har været lavere end det nationale gennemsnit i perioden 2011-2015. Arbejdsgiverne er blevet spurgt om den relative betydning af de tre kompetenceområder. Analysen viser, at "technology design" vægtede højest inden for de job, som udviste over middel vækstrater i perioden 2011-2015. Overraskende viste analysen, at i de job, hvor kompetencer som systemanalyse, naturvidenskab og "engineering" vægtede højest, var vækstraterne under middel. Surveyen blev fulgt op med interview blandt arbejdsgivere, hvor de havde lejlighed til at kommentere surveyresultater og også komme med forslag til yderligere kompetencer, som de anså som nøglekompetencer for faglærte og teknikere. Inden for især tekniske fagområder og inden for sundhed pegede arbejdsgiverne samstemmende på, at ansatte fremover skulle kunne arbejde med data på nye måder baseret på prædiktiv analytics og på grund af udviklingen i IoT. Det kræver statistik viden og færdigheder for at kunne gå bag om data og forholde sig kritisk til data. På tværs af de områder, hvor der har været en vækst i nye job i perioden 2011-2015 blev de kompetencer, der relaterer sig til kommunikation vægtet højest, og interviewene pegede endvidere på kompetencer som social empati og evnen til at forholde sig kritisk til digitale datakilder (skrift, lyd, billeder, tekst). (Reeson, et al., 2016)

MIT økonomer som Erik Brynjolfsson og Andrew McAfee (Brynjolfsson & McAfee, 2014) argumenterer for, at produktivitet ikke længere skabes af mennesker men gennem forbedringer i algoritmer og software, og at det vil føre til markante ændringer i arbejdsmarkedet ikke mindst som følge af udviklingen inden for neurale netværk og dyb læring (deep learning), som i stigende omfang gør computerne i stand til også at løse komplekse kognitive funktioner (McAfee & Brynjolfsson, 2016). McAfee understreger, at udviklingshastigheden øger risikoen for, at uddannelsessystemet ikke vil kunne følge med. En af konsekvenserne er, at velstanden bliver koncentreret blandt stadig færre, og de, der udvikler og ejer teknologierne og udviklingen i den såkaldte platforms økonomi, er med til at forstærke dette.<sup>31</sup> Et godt eksempel på udviklingen er Amazon (Kenney & Zysman, 2015). Derfor er det også helt centralt, vurderer MIT økonomerne, at vi forholder os til, hvordan velstanden skal fordeles og eventuelt omfordeles.

### **Jobomsætning- jobændringer og kunstig intelligens?**

For at opsummere baserer diskussionen sig på forskellige argumenter. Det ene sæt af argumenter bygger på, at værdiskabelsen finder sted med brug af stadig mindre arbejdskraft og med en forøget produktivitet, fordi det med kunstig intelligens er muligt at automatisere stadig flere også mere komplekse kognitive funktioner på grund af den eksponentielle udvikling af digitale teknologier. Endvidere er den 4.0 industrielle revolution karakteriseret ved, at der sker en samtidig transformation i alle brancher, hvor tidligere teknologirevolutioner har været sektor specifikke.

De engelske forskere *Frey and Osborne* har udviklet en metode til at beregne de mulige beskæftigelseseffekter af den digitale udvikling. I Danmark har KRAKA (KRAKA, 2014) og CEVEA (CEVEA, 2015) brugt metoden til at estimere det potentielle tab af job i Danmark over de næste 20 år og når frem til, at mellem 700.000 - 900.000 job er i højrisikozonen for automatisering. Både *OECD* og *Autor* (Autor, 2015) stiller spørgsmålstejn ved ovenstående konklusioner. Autor peger på, at historisk har udviklingen af ny teknologi ganske

<sup>31</sup> Diskussion i nuværende arbejdsgruppe under World Economic Forum: Regulation and work and digital disruption, noter fra møder, ikke publiceret.

vist kunnet føre til øget ledighed under den første fase af teknologispringet, men over tid har implementeringen af ny teknologi medført, at den tid, som arbejdskraften tidligere har brugt på at løse opgaver, som er blevet automatiseret, bliver brugt til nye merværdiskabende aktiviteter. Da øget produktivitet historisk har ført til lønstigninger, er argumentet, at efterspørgslen vil stige tilsvarende. Endvidere er der i kølvandet på ny teknologi opstået helt nye jobbrancher og job, som det kan være svært at spå om konturerne af.

OECD's (OECD, 2016) kritik er af metodisk art og tager udgangspunkt i en analyse af PIAAC data. Kritikken bygger på, at Osborne og Frey's analyse har taget udgangspunkt i en standardbeskrivelse af job, som de er kategoriseret i den amerikanske arbejdsmarkedsdatabase O'NET. De har imidlertid ikke taget hensyn til, at den samme jobtitel kan bestå af meget forskellige jobaktiviteter, og de bruger PIAAC data til empirisk at bevise dette. Endvidere understreger OECD, at det ikke er job, der automatiseres, men jobaktiviteter (tasks). Måden, som arbejdet er organiseret på, vil også have markante konsekvenser for jobindholdet - herunder det relative omfang af rutineopgaver i et givet job. Der er derfor snarere tale om, at kunstig intelligens og beslægtede teknologier fører til ændringer i jobindholdet til forskydninger og konvergens mellem brancher og dermed også ændrede kompetencekrav. Endvidere peger OECD på, at selv om et givet job vil kunne automatiseres, så er det langt fra sikkert, at det vil finde sted, da en række faktorer ud over forhold som rentabilitet vil være bestemmende for, hvorvidt jobbet automatiseres. Ændringer i jobbene afledt af digitalisering kan også medføre uddannelsessubstitution, hvilket analyser for bl.a. HK også har vist (Shapiro & Hougaard, 2016).

OECD peger også på, at automationsteknologier potentielt fører til produktivitetsforøgelse, som *for det første* kan føre til, at virksomhederne har midler til at investere, og det kan være med til at øge beskæftigelsen, som vi fx har set det i fremstillingsindustrien i Danmark (Dansk Industri & Dansk Metal, 2015), som en direkte følge af automatisering. *For det andet* vil øget produktivitet i mange tilfælde føre til øgede lønninger, og det kan fremme et øget forbrug, som kan drive væksten i andre brancher. En kritisk faktor er, at arbejdskraften er i stand til at udnytte de nye teknologier effektivt og innovativt.

Kritikere af Osborne og Frey understreger på den baggrund, at hvis man som organisation eller land ønsker at forstå udviklingen i jobindhold og kompetencekrav som følge af teknologiudvikling, som fx kunstig intelligens, så bør man rent metodisk se på forandringerne i jobindhold og ligeledes se på, hvordan arbejdet er organiseret, fx om arbejdskraften varetager relativt få opgaver og indholdet i disse, graden af selvstændighed i jobbet, og ligeledes graden af samarbejder og interaktion med kolleger, kunder mv.

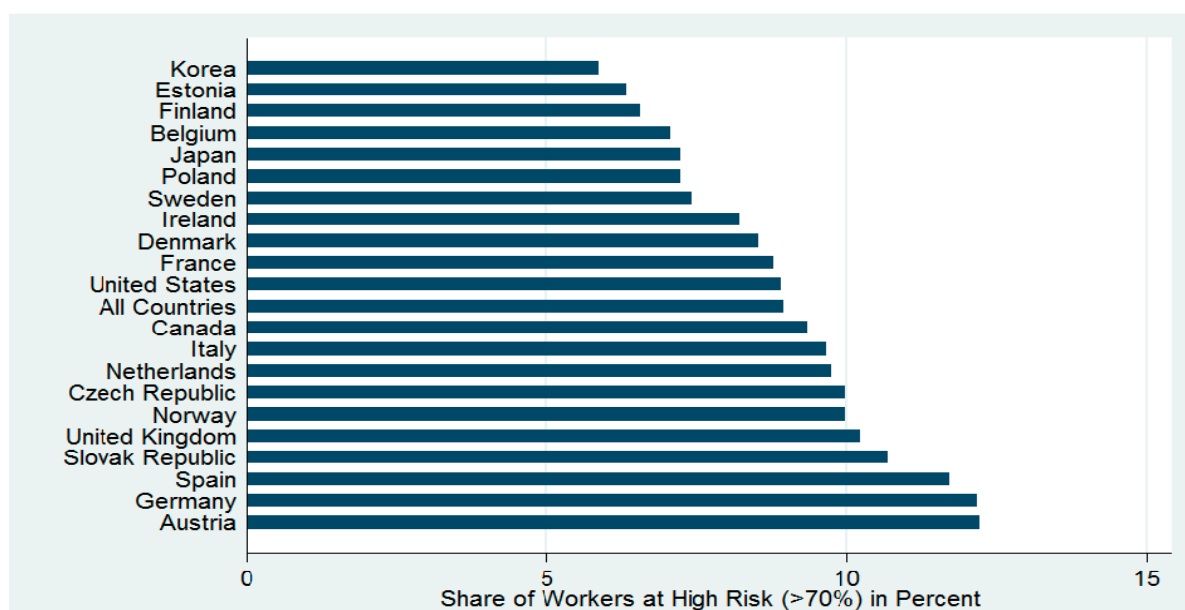
Man kan ifølge OECD's økonomer med fordel bruge det amerikanske O'NET og den underliggende systematik til at beskrive jobindhold og klassificere og gruppere job baseret på arbejdsopgaver og den bredere arbejds kontekst.<sup>32</sup> Teknologisk Institut har blandt andet i en analyse for Styrelsen for de Videregående Uddannelser benyttet en sådan metode til at kortlægge nuværende arbejdsopgaver, og hvordan arbejdet er organiseret og forventede ændringer i disse som grundlag for at udvikle en kompetenceprofil og skitsere uddannelsesindholdet til en ny efter-videreuddannelse på teknikerniveau inden for automation (Shapiro, et al., 2015).

---

<sup>32</sup> <https://www.onetonline.org/search/t2/?s=artificial+intelligence&g=Go>

Den danske PIAAC deltagelse viste, at ca. 1 million af de 16-65 årige har utilstrækkelige kompetencer til at løse basale problemer gennem en digital brugergrænseflade<sup>33</sup>, og at der er en direkte sammenhæng med en persons skrive-, læse- og regnefærdigheder. I takt med den øgede digitalisering, kræves det, at arbejdsstyrken skal kunne interagere med digital teknologi med forskellige brugergrænseflader og funktionaliteter. Også som borgere forventes danskerne at kunne betjene sig selv gennem digitale løsninger. Derfor er det kritisk, at så stor en del af arbejdsstyrken mangler de helt basale færdigheder. Som Figur 8 viser, vurderer OECD, at omkring 8% af jobbene i Danmark er i højrisiko for automation som følge af digitalisering, og markant flere (mere end 40% af den danske arbejdsstyrke) med sandsynlighed vil se et væsentligt skift i jobindholdet, hvilket vil stille store og nye krav til efter-videreuddannelsesindsatsen for alle grupper i det danske arbejdsmarked, men ikke mindst de kortuddannede, som ifølge OECD er i den største risikozone.

**Figur 8: Estimeret pct. af arbejdsstyrken, som er i højrisiko for, at deres job automatiseres**



Kilde: OECD, 2016

Debatten har især været præget af amerikansk og engelsk forskning, og det har sandsynligvis betydning i forhold til en dansk kontekst, idet kvalifikationsprofilen på den danske arbejdsstyrke er meget forskellig fra den engelske og amerikanske, som kun i meget begrænset omfang har kvalifikationsprofiler svarende til en faglært eller en dansk specialarbejder (ufaglært med mange og løbende AMU-kurser). De engelske og amerikanske økonomer konkluderer, at den stigende integration af avancerede digitale teknologier vil føre til at flere job, som kræver et middelniveau af kvalifikationer, vil blive automatiseret og vil føre til en øget jobpolarisering med ufaglærte job i den ene ende og specialistjob i den anden ende (Autor & Dorn, 2013).

<sup>33</sup> <http://www.uvm.dk/Uddannelser/Folkeskolen/Viden-og-kompetencer/Internationale-undersogelser-i-folkeskolen/PIAAC>

Andre økonomer argumenterer for, at det ikke er teknologien som sådan, der skaber ændringerne i arbejdsmarkedet og job. Det er et spørgsmål om valg af innovationsstrategier og den relative betydning, man tillægger arbejdskraftens kompetencer i innovation, og dermed også et spørgsmål om arbejdsorganisering og kompetencestrategier.

Det sidste sæt af argumenter bygger på, at øget og billig computerkraft, stigende datamængder og udviklingen i kunstig intelligens muliggør fundamentale ændringer i arbejdsorganisering, virksomhedsstrukturer og hvordan, der skabes værdi. Det kommer til udtryk i datadrevne innovationsmodeller og i platformøkonomien, der er betegnet de forskellige forretningsmodeller og økonomiske udvekslinger, der er baserede på en internet platform, der fungerer som mellemlid for udveksling af mange forskellige typer af mere eller mindre specialiserede tjenesteydelser som Uber og AirBnb og i den anden ende af spektret Upwork, som formidler opgaver inden for områder som IT, projektledelse, oversættelse mv.

Imidlertid er der også virksomheder, som kombinerer en innovativ udnyttelse af digitale teknologier, hvor teknologien bliver komplementær til arbejdskraftens kompetencer. Sat på spidsen bliver de forskellige forretningsmodeller også grundlæggende et spørgsmål om, hvorvidt arbejdskraften er en værdiskabende ressource eller en omkostning (Zysman & Kenney, 2016a).

Forskere, som har arbejdet indgående med ændringer i jobbene som følge af udviklingen i kunstig intelligens og beslægtede teknologier, konkluderer samstemmende, at man ikke entydigt kan pege på, hvilke jobfunktioner der overflødiggøres på grund af teknologiudviklingen, da det ikke blot er bestemt af en række strategiske valg, men også arbejdskraftens kompetencer og de institutionelle rammevilkår - herunder tiltag for at vedligeholde og udvikle arbejdsstyrken gennem efter-videreuddannelse. Med det nuværende teknologistade vurderer fx økonomerne Levy og Murnane (Levy & Murnane, 2015), at arbejdsmarkedet fremover vil udvikle sig omkring følgende tre typer af jobfunktioner:

4. Løsning af ustrukturerede problemer
5. Behandling af ny information
6. Manuelle opgaver, som stiller særlig krav til finmotorik og perception, og som udføres i omgivelser, som er skiftende.

Kognitive og manuelle jobfunktioner, som kan beskrives via deduktive eller induktive regler, lader sig derimod lettere automatisere.

Europæisk forskning inden for avanceret produktion peger på betydningen af en kompetent arbejdskraft for at udnytte digitaliseringspotentialer fuldt ud. En tysk forsker har baseret på empirisk forskning påpeget, at hidtidige konklusioner om automationspotentialet i faglært arbejde i industrien bygger på en forsimplet forståelse af rutinearbejde. Empirisk forskning i den tyske *automobilindustri* har vist, at de faglærte hyppigt foretager justeringer eller griber ind forebyggende for at produktionen fungerer optimalt, og det kræver blandt andet en dyb forståelse af det samlede procesflow og problemløsningskompetencer, samtidig med at det kræver høje abstraktionsevner, fordi overvågning, problemløsning mv. sker gennem digitale brugergrænseflader, og indgriben i produktionsprocessen sker i høj grad baseret på analyse af data (Pfeiffer, 2016).

*Advokatbranchen* har også været under lup med perspektiv på det mulige omfang af jobdestruktion som følge af kunstig intelligens (Remus & Levy, 2016). Gennem en detaljeret analyse af forskellige typer af jobfunktioner konkluderer de to forfattere, at hidtidige analyser af advokatbranchen har bygget på en forsimplet forståelse af koblingen mellem rutinearbejde og mere komplekst analytisk arbejde, så der snarere er tale om skift i jobfunktioner end jobdestruktion. Ikke desto mindre understreger flere, af de største virksomheder, som deltog i World Economic Forum analysen af Futures of Jobs, at udviklingstendenserne især kan ramme nyuddannede akademikere inden for videnrådgivning, som fx konsulentbranchen, finansiel rådgivning og advokatbranchen, da det er dataintensive brancher, hvor der nu er teknologier, som kan overtage mange af de "data crunching" opgaver, som de typisk varetager, som grundlag for senere at kunne indgå i mere komplekse rådgivningsopgaver, som også kræver erfaring

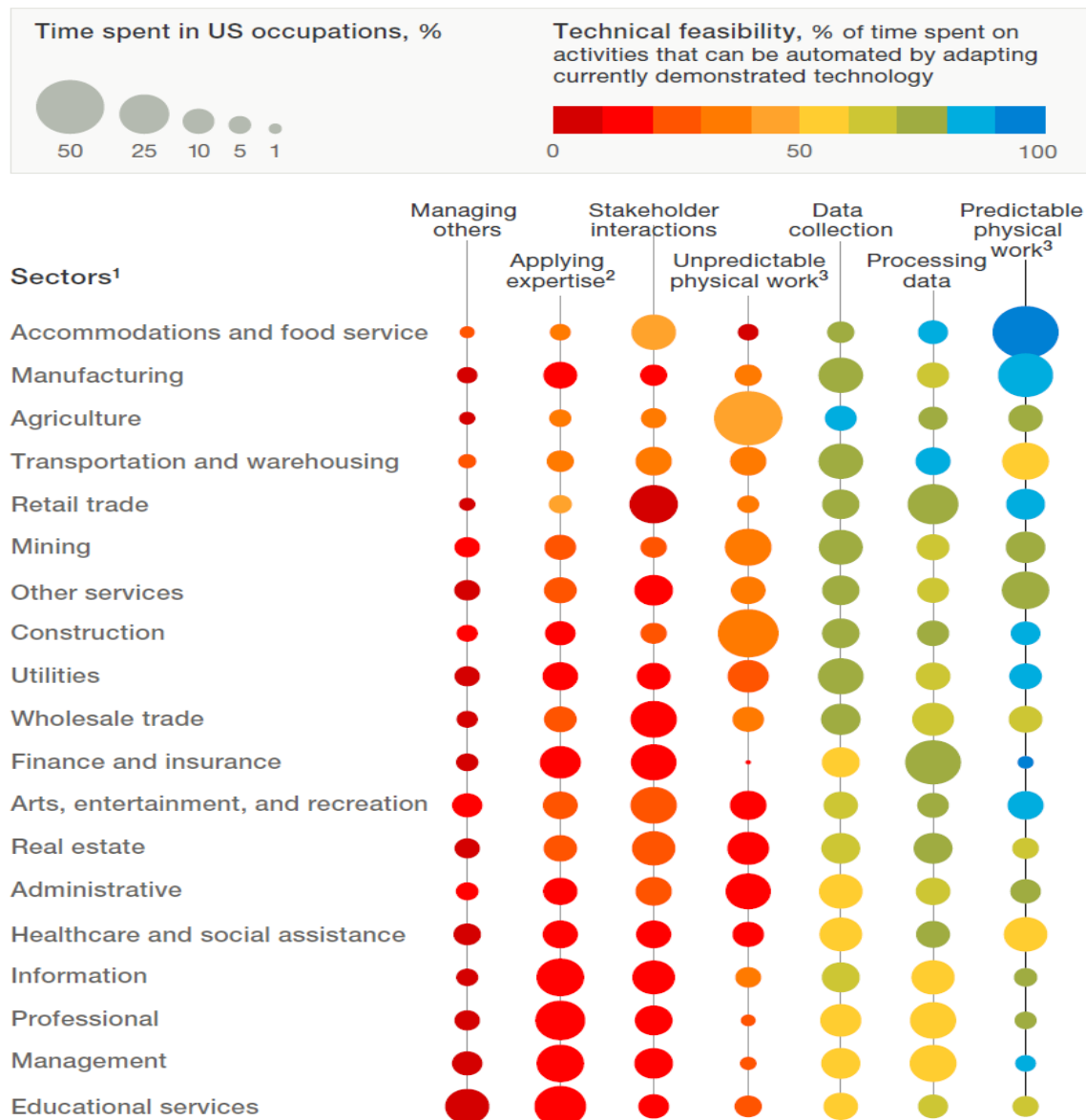
McKinsey har også analyseret de mulige effekter af digitaliseringen baseret på de digitale teknologier, som pt. findes på markedet (McKinsey, 2015). Med udgangspunkt i 800 jobprofiler og 2000 jobfunktioner på det amerikanske arbejdsmarked har de identificeret kognitive, sociale og manuelle færdigheder på tværs af en række job. På den baggrund konkluderer de, at med de nuværende teknologier til rådighed kan mindre end 5% af alle job i det amerikanske arbejdsmarked automatiseres 100%, men i op til 60% af alle job kunne mindst 30% af jobfunktionerne blive automatiseret, og det gælder også højtuddannede specialistfunktioner.

McKinsey konkluderer, at hvis effekterne af digitalisering og ikke mindst kunstig intelligens fuldt ud skal udnyttes og med perspektiv på, at teknologien også kan være komplementær til arbejdsstyrken, så vil det stille stor krav om, at virksomhederne investerer i redesign af workflow, job og arbejdsorganisering for fuldt ud at udnytte den potentielt øgede agilitet og med henblik på, at der kan frigøres ressourcer til mere værdiskabende opgaver. Analysen er fortsat ikke endelig afsluttet.



Figur 9 giver en oversigt over jobfunktioner, samt hvor let disse jobfunktioner kan automatiseres i forskellige erhverv.

Figur 9: McKinsey: Den relative sandsynlighed for automation



Kilde: McKinsey 2016 (McKinsey, 2016)

I modsætning til Frey og Osborne (Frey & Osborne, 2013) peger McKinsey ligesom OECD på, at hvis man vil forstå den relative sandsynlighed for, at teknologien er komplementær til arbejdsstyrken, versus at den erstatter arbejdsstyrken, bliver man nødt til at afdekke og analysere jobfunktionerne i forskellige job, hvilket de har gjort ved hjælp af det amerikanske arbejdsmarkedssystem O\*NET. Endvidere understreger de, at der er en række forhold som påvirker, hvorvidt jobfunktioner bliver automatiseret eller ej, selv om det i teknisk forstand er muligt såsom de relative omkostningsstrukturer forbundet med automation, udbud og efterspørgsel efter arbejdskraft med specifikke kvalifikationer og prisen på arbejdskraften, gevinster ved automation ud over substitution af arbejdskraften fx højere kvalitet, øget produktivitet mv. Endvidere kan etiske forhold spille en rolle ligesom forbrugerpræferencer. Samtidig understreger de også med eksempler blandt andet fra detailhandelen, at fordi nogle jobfunktioner bliver automatiseret, betyder det ikke

nødvendigvis en reduktion af arbejdsstyrken, idet en forøget produktivitet kan udnyttes, så de ansatte kan varetage nye opgaver, som er værdiskabende i forhold til kunder og brugere. I nogle af de danske kommuner har vi fundet samme tendenser inden for det administrative arbejdsmarked, hvor administrative medarbejdere som følge af en øget automatisering i større omfang bliver inddraget i udvikling af serviceløsninger i samspil med borgere fx inden for det sociale område (Shapiro & Hougaard, 2016).

En analyse som Teknologisk Institut gennemførte for Styrelsen for de Videregående Uddannelser viser, at også virksomhedernes innovationsstrategier har betydning for den relative risiko for, at automation bliver et spørgsmål om at erstatte arbejdskraft, versus at teknologien bliver brugt med et dobbelt perspektiv, dvs. at automatisere de ikke-værdiskabende aktiviteter og samtidig øge agiliteten i forhold til kunder og brugere (Shapiro, et al., 2015).

### 3.10. Potentielle etiske udfordringer

Prædiktiv modellering gør det muligt på baggrund af data, at forudsæ hvornår arbejdspresset vil være størst som grundlag for at planlægge, hvornår medarbejdere skal møde på arbejde fx inden for detailhandelen eller kollektiv trafik. "Just-in-time" planlægning såsom Kronos<sup>34</sup> bliver i stort omfang brugt i den amerikanske detailhandel, i hotel- og restaurantbranchen og den for kollektive trafik. Som følge af, at arbejdskraften udnyttes mere effektivt, har argumentet fra arbejdsgiverside været, at det er til fordel for alle, fordi varerne dermed bliver billigere.

I USA har der været en voksende kritisk debat om brugen af software som fx Kronos til planlægning af arbejdstiden, fordi der har været flere eksempler på, at arbejdsgivere bruger det som redskab til at sikre, at ansatte arbejder under 30 timer om ugen for at undgå at betale sygeforsikring. For mange har det også betydet skiftende indtægter fra måned til måned i et arbejdsmarked, der i forvejen har lave lønninger. En amerikansk arbejdsmarkedsforsker har tidligere vist, at lave varepriser og gode arbejdsforhold godt kan gå hånd i hånd (Zeynep, 2012). Zeynep fremhæver flere amerikanske detailkæder, som investerer i deres medarbejdere og opkvalificering og samtidig har konkurrencedygtige priser. I New York har flere større kæder tidligere fået formelle varsler for at overtræde arbejdsmiljølovgivningen med hensyn til, hvornår og hvor hurtigt en medarbejder kan varsles indkaldt.

I forbindelse med udarbejdelsen af *Futures of Jobs* rapporten for World Economic Forum blev flere ledere fra multinationale virksomheder interviewet om nuværende HRM praksisser. Interviewene viste, at flere af de største virksomheder i stigende omfang er begyndt at anvende software, som bygger på kunstig intelligens i forbindelse med jobsættelser med henblik på en automatisk for-sortering af ansøgere for at have færre ansøgninger, der skal læses.

Den amerikanske forsker Kate Crawford, som forsker i de socioøkonomiske konsekvenser af kunstig intelligens, påpeger, at der er behov for langt mere tværvideenskabelig samarbejde i selve udviklingen og test af algoritmer, som bliver brugt i en række serviceydelser som fx i forhold til en indledende udvælgelse af jobansøgere, for at reducere antallet af

---

<sup>34</sup> [www.kronos.com/scheduling-software/scheduling.aspx](http://www.kronos.com/scheduling-software/scheduling.aspx)

ansøgninger, som en HRM funktion vil gå i dybden med. Forskningen har vist, at de algoritmer, som ligger til grund for udvælgelsen i flere tilfælde har en indbygget bias, så HRM systemet automatisk fravælger personer med en bestemt profil med en tendens til, at kvinder og minoriteter er fravalgt (Barocas & Selbst, 2016).

Maskinlæringsalgoritmer bliver i stigende omfang anvendt ikke alene til at give anbefalinger til den næste bog, som man køber på Amazon, eller film, som man lejer via Netflix. Udviklingen har medført, at de nu også anvendes fra alt til kreditvurdering til at identificere personer, som potentielt vil begå kriminalitet. Derfor bliver debatten om etik, bias i data som et spejl af ulighed i samfundet helt central i forhold til transparens i underliggende data i algoritmer, og hvorvidt der er etiske grænser for teknologianvendelse.

De internationale ekspertinterview peger på, at disse risici kan håndteres på flere måder:

- For det første er det helt centralt, at der er afsat ressourcer med den fornødne faglige kapacitet til en uafhængig overvågning af teknologiudviklingen og de samfundsmæssige potentialer og risici som grundlag for den offentlige debat og som indspil til politikudvikling og regulering.
- Et højt offentligt informationsniveau og debat om udviklingstendenserne ses endvidere som helt centralt. De internationale eksperter peger i den sammenhæng på, at de institutionelle strukturer i Danmark med en relativ høj organiseringsgrad kombineret med et aktivt foreningsliv rummer muligheder for, at debatten om og engagementet i de samfundsmæssige potentialer og risici forbundet med udviklingen i kunstig intelligens teknologiområdet og ikke mindst i forhold til konkrete applikationer, kan gøre teknologien mere nærværende og dermed meningsfuldt at deltage i debatten. Det kan i sig selv have en demokratiserings- og inklusionseffekt.
- Internationale og også nogle af de danske ekspertinterview peger på nødvendigheden af, at der sættes ind på flere fronter på uddannelsesområdet for at sikre, at alle danskere har et højt "technology literacy" niveau, så alle på et grundniveau kan anvende teknologierne kritisk, kompetent og kreativt og forstå, hvordan de grundlæggende virker, og endvidere at det at forholde sig kritisk til data (såvel tekst som tal og billeder) ikke kun bliver et anliggende for eksperter. Det at kunne anvende teknologierne, og at kunne forholde sig kritisk og kreativt til teknologiernes potentiale og risici ses af flere som en potentiel demokratisk udfordring og som en inklusionsudfordring.

I en række byer i USA er man begyndt at anvende *prædiktiv policing*, dvs. at prædiktiv software bliver brugt til at tage beslutninger om, hvor politistyrken skal sættes ind og på basis af, hvilke områder, der på et givet tidspunkt er størst sandsynlighed for, at politiets tilstedeværelse kan forebygge kriminalitet (Ferguson, 2016). Den øgede brug af prædiktiv modellering som grundlag for prioritering af politiindsats har ført til en voksende debat om fundamentale borgerrettigheder, fordi de underliggende algoritmer i det software, som politiet anvender, er beskyttet, og med argumenter om sikkerhedshensyn slipper meget lidt information ud om datagrundlag og effekter af en prædiktiv politiindsats.

En analyse har afdækket, at det software, som anvendes til at forudsige risikoen for gentagen kriminalitet og som grundlag for strafudmåling, har vist sig at indeholde markant bias i de underliggende data (Larson, et al., 2016). En profilanalyse af tidligere arresterede, som blev gennemført to år efter, de havde udstået deres straf, viste, at sorte tidligere kriminelle var i dobbelt så stor risiko for fejlagtigt at blive kategoriseret som i højri-

sikozonen for gentagen kriminalitet sammenholdt med hvide tidligere kriminelle. Da softwaret i stigende omfang anvendes om grundlag for strafudmåling og graden af overvågning og opfølgning efter udståelse af straffen, så har anvendelsen af prædiktiv modellering ført til en voksende debat blandt borgerrettighedsadvokater og aktivister, og har været en dagsorden i Præsident Obamas kunstig intelligens kommission i forhold til temaet retssikkerhed og transparens i den øgede brug af data i retssystemet. Hvorvidt problemstillingen er specifik amerikansk, eller om det også kan blive en udfordring i forhold til danske begreber om retssikkerhed og lighed for loven, er et tema, som man bør følge, hvis kunstig intelligens finder anvendelse inden for politi og retsvæsen i de kommende år.

Prædiktiv modellering bliver anvendt på flere områder blandt andet af *banker*. Det kan få store konsekvenser, fordi teknologien bliver anvendt til kreditvurdering. Derfor er nogle internationale banker, som benytter sig af prædiktiv modellering, begyndt at udarbejde en rapport, som tydeliggør datagrundlaget for afvisning af fx et lån. Hensigten er at øge transparens og troværdighed over for kunder.

Et medlem af Obamas kommission peger på, at de videregående uddannelser, som tager sigte på at uddanne systemudviklere, bør indeholde undervisning i etik, og hvordan man som systemudvikler kan validere data i forhold til mulige sociale bias. En af mulighederne, som en anden ekspert har set på, er at øge algoritmisk transparens ved at integrere "høj risici/wild card scenarier" baseret på konstruerede data i testforløbet. En anden ekspert mener, det langt fra vil være muligt i alle situationer, så man snarere bør teste anvendelsen af algoritmen i forhold til mulig social bias, fx at en given algoritme konstruktion medfører, at nogle grupper har sværere ved at få lån til huskøb baseret på etnicitet.

## 4. Survey

### 4.1. Metode

I det følgende kapitel præsenterer vi analyseresultatet af en survey, som er sendt til 5.000 af IDA's medlemmer, hvoraf 770 har svaret på analysen. Teknologisk Institut har udviklet spørgsmålene i surveyen. IDA har stået for udsendelsen af survey til sine medlemmer, og Teknologisk Institut har gennemført selve analysen.

Igen gennem kapitlet bruges samlebegrebet "kunstig intelligens" vel vidende, at det er et diffust begreb. Derfor er der også i en række spørgsmål spurgt til specifikke delteknologier såsom maskinlæring, neurale netværk mv.

Kunstig intelligens er et komplekst område, og hvis man i en survey spørger den almindelige lønmodtager om, hvordan kunstig intelligens for nuværende og i fremtiden vil påvirke deres job og krav om kompetencer, vil mange med stor sandsynlighed svare *ved ikke*.

Derfor har vi i samarbejde med SIRI Sekretariatet rent metodisk valgt i surveyen at fokusere på en faggruppe, som med større sandsynlighed har en vis viden om kunstig intelligens og dermed også kan komme med nogle kvalificerede bud på, hvordan teknologien i fremtiden kan komme til at påvirke deres job. Samtidig har vi igen gennem interview med fagforbund som LO, FTF, 3F og TUAC forsøgt at indkredse perspektiverne for andre faggrupper i arbejdsmarkedet.

De enkelte spørgsmål er udviklet på basis af, at vi har skelet til de fortsat relativt få internationale surveys, der er gennemført om udviklingen inden for kunstig intelligens teknologier for at få størst mulig robusthed i de enkelte spørgsmål. Endvidere bygger spørgsmålene på gennemgang af internationale analyser og forskningslitteratur om temaet samt en analyse gennemført for IDA om Ingeniørens Jobmarked og Kompetencer i 2020. (Teknologisk Institut, 2013)

### 4.2. Præsentation af respondenter

Tabel 3 giver en oversigt over respondenternes tilhørsforhold til arbejdsmarkedet. Tabellen viser, at langt hovedparten er ansat i den private sektor, og kun ganske få er selvstændige.

**Tabel 3: Hvad er din nuværende status på arbejdsmarkedet?**

	Antal	Procent
Privat ansat	577	74,9%
Offentligt ansat	169	21,9%
Selvstændig	15	1,9%
Efterløn/pensionist	2	0,3%
Ledig/Barsel eller uden for beskæftigelse på anden måde	7	0,9%
Total	770	100%

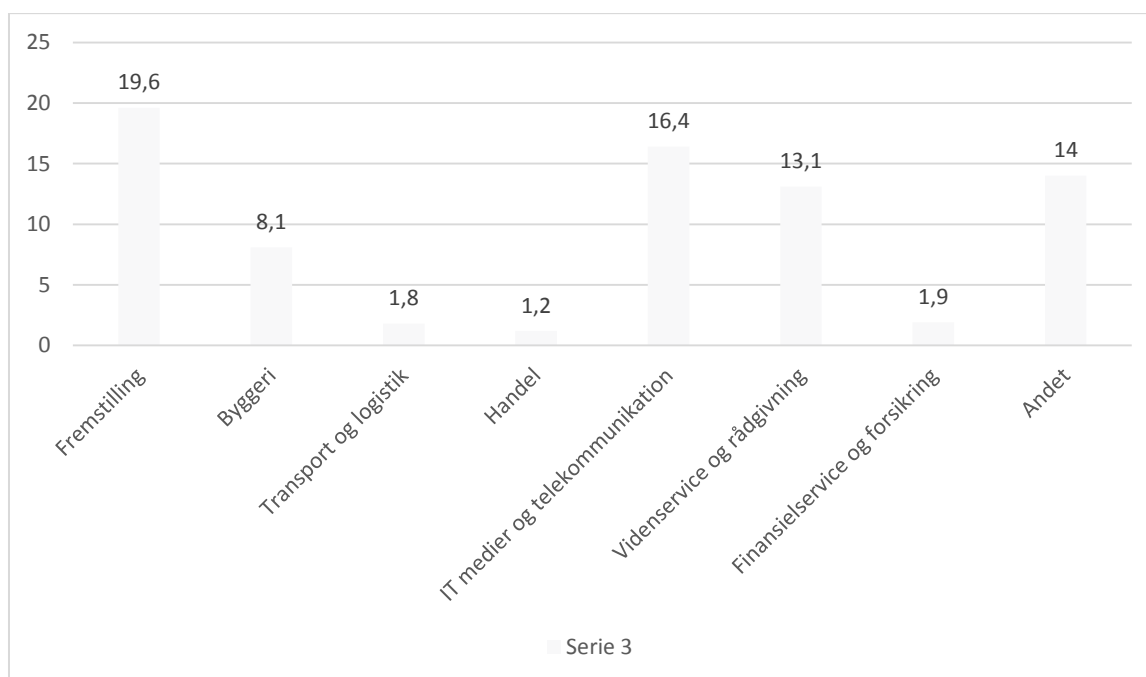
Tabel 4 viser, at hovedparten af respondenterne er mænd.

**Tabel 4: Kønsfordeling**

	Antal	Procent
Mænd	613	80,9%
Kvinder	145	19,1%
Total	758	100%

Figur 10 viser, at den største gruppe af respondenterne, som tilhører den private sektor, er ansat inden for fremstilling med i alt 19,6%, Den næststørste gruppe ses inden for IT, medier og telekommunikation, den tredje største gruppe er ansat inden for vidensservice og rådgivning, og den fjerdestørste gruppe er ansat inden for byggeri

**Figur 10: Indenfor hvilken sektor er du beskæftiget?**



Angivet i andel procent af respondenter.

Hvad angår respondenter fra den offentlige sektor, er hovedparten af respondenterne ansat inden for forsyning og teknik eller inden for uddannelse og forskning.

**Tabel 5: I hvilken del af den offentlige sektor er du ansat?**

	Antal	Procent
Sundhed	7	0,9%
Forsyning og teknik	50	6,5%
Uddannelse og forskning	69	9,0%
Offentlig sektor i øvrigt	40	5,2%
Total	166	21,6%

Hvad angår virksomhedsstørrelse, er det alene de privatansatte, der er blevet bedt om at angive virksomhedsstørrelse, og her ser man, at langt den største andel af respondenterne er ansat i virksomheder med over 250 ansatte, nemlig 320 af respondenterne, mens der er en spredning på virksomhedsstørrelse i forhold til de øvrige privatansatte.

**Tabel 6: Hvor mange ansatte er der i hele virksomheden i Danmark?**

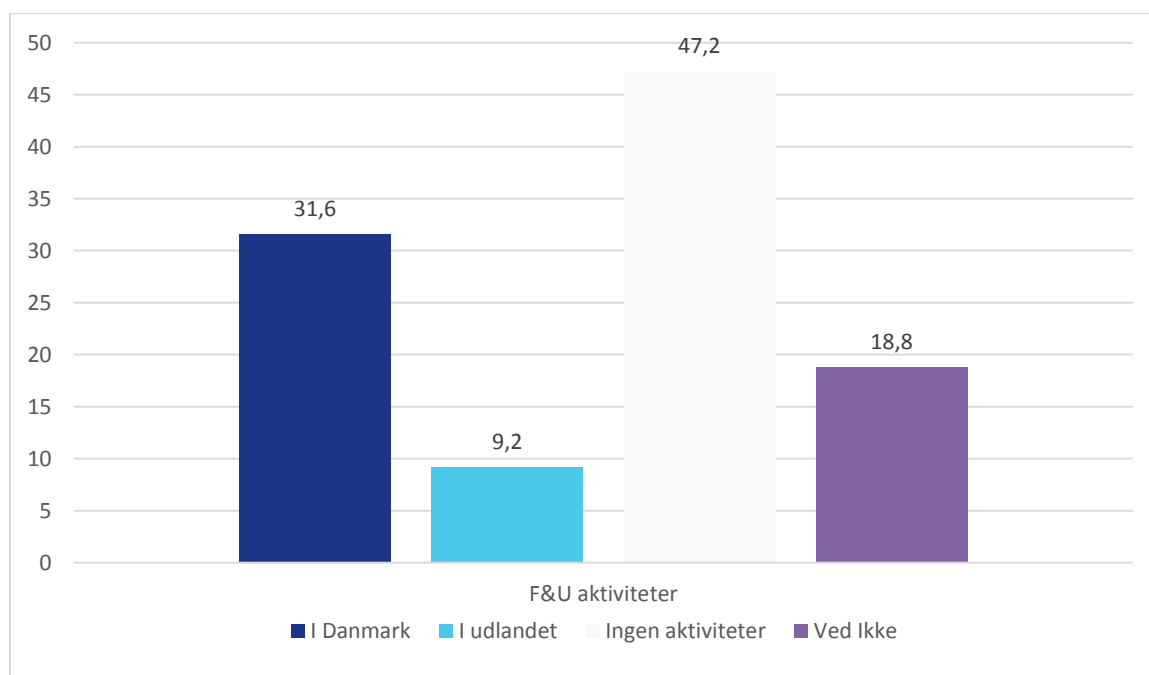
	Antal	Procent
Under 10	46	8
10-49	69	12
50-99	67	11,6
100-250	73	12,7
Over 250	320	55,7
Total	575	100

Respondenterne er blevet bedt om at angive, hvorvidt den virksomhed, de er ansat i, har egne F&U aktiviteter, som bygger på kunstig intelligens eller tilstødende teknologier. Svarene vil være behæftet med nogen usikkerhed, idet især i de større virksomheder vil en ansat ikke nødvendigvis kende til alle F&U aktiviteter, som måtte bygge på kunstig intelligens eller tilstødende teknologier. Alligevel giver tabellen dog en indikation af, at kunstig intelligens og udnyttelsen af kunstig intelligens i F&U- og innovationsøjemed endnu er i sin vorden, idet 47,2% af respondenterne angiver, at virksomheden for nuværende ikke er engageret i F&U, som relaterer sig til kunstig intelligens. Knap 1/3 af virksomheden er involveret i F&U med relevans for kunstig intelligens i Danmark og 9,2% af virksomhederne med F&U aktiviteter i udlandet.

### 4.3. Brugen af kunstig intelligens teknologier

Respondenterne er blevet spurgt om nuværende anvendelse af teknologier inden for området kunstig intelligens med nævnelse af specifikke teknologier, da kunstig intelligens er et vanskeligt og lidt diffust begreb - også ifølge ekspertinterview.

**Figur 11: Har din virksomhed/institution egne F&U aktiviteter, som bygger på kunstig intelligens eller tilstødende teknologier som maskinlæring, algoritmeudvikling, big data, neurale netværk, sproggenkendelsesteknologier mv.?**

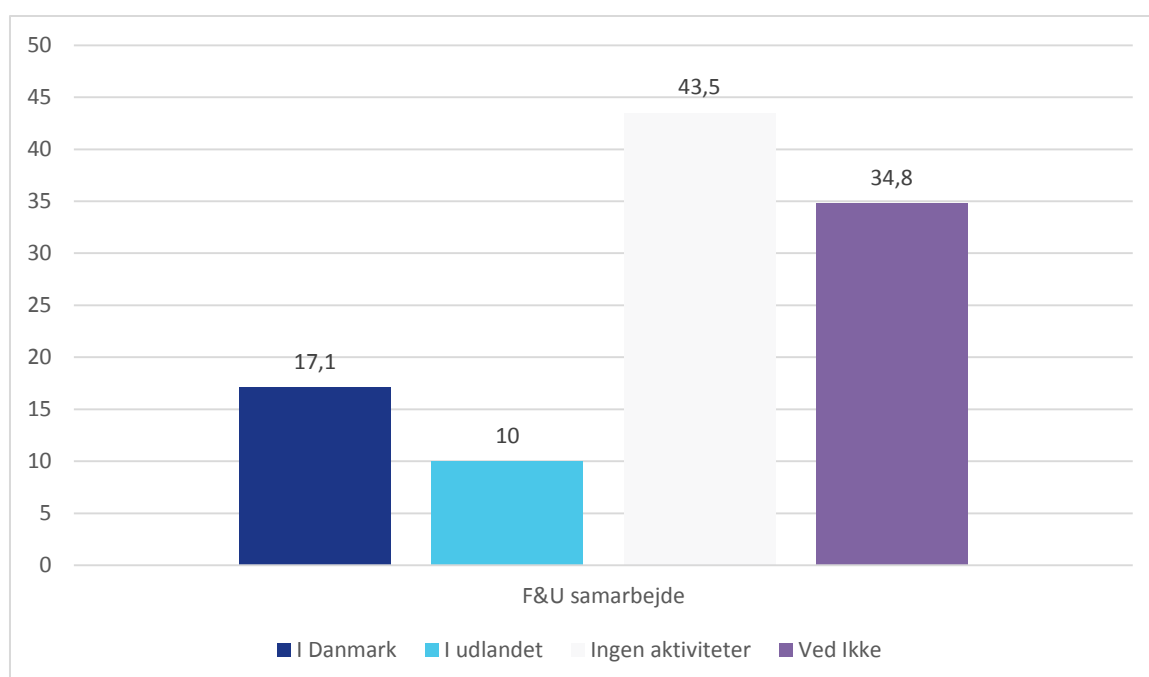


Andel angivet i procent af respondenter. Respondenter kan både have aktiviteter i Danmark og udlandet på samtidig.



Respondenterne er blevet bedt om at angive, om deres virksomhed har F&U-samarbejder med andre virksomheder eller forskningsinstitutioner om kunstig intelligens. Som Figur 12 nedenfor viser, angiver 17,1%, at deres virksomhed har samarbejder inden for Danmark, og 10% angiver, at deres virksomhed har F&U samarbejder uden for Danmark inden for kunstig intelligens. Samlet set peger svarerne i Figur 11 og Figur 12 på, at danske virksomheder er i gang med F&U inden for kunstig intelligens, men som interviewene også viser, er F&U stadig koncentreret i hovedsageligt de større virksomheder.

**Figur 12: Har din virksomhed/institution i dag F&U samarbejde med andre virksomheder eller institutioner om kunstig intelligens og/eller tilstødende teknologier?**

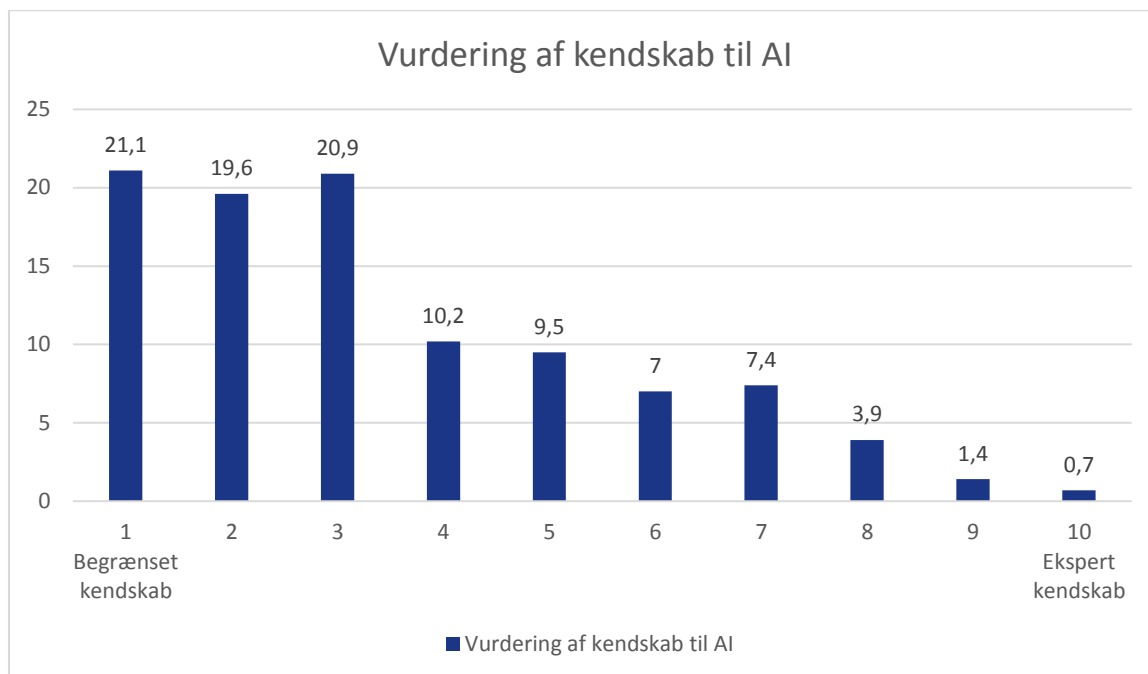


Andel angivet i procent af respondenter. Respondenter kan både have samarbejder i Danmark og udlandet på samtidig.

#### 4.4. Kunstig intelligens job og kompetencer

Respondenterne er blevet stillet en række spørgsmål om job og kompetencer. Endvidere er de blevet bedt om at vurdere deres egen indsigt i kunstig intelligens, som vist i Figur 13. Ca. 1/5 del af respondenterne vurderer, at de har en god viden om kunstig intelligens (6 >), men langt den største del af respondenterne vurderer, at de har en moderat viden. Hvis man sammenligner tallet med virksomhedernes forskningsaktiviteter relateret til kunstig intelligens, er svaret ikke overraskende, idet man kan forvente, at der i høj grad vil være respondenter, som er involveret i udviklingsaktiviteter i relation til kunstig intelligens og tilstødende teknologier, som vil definere sig selv som vidende.

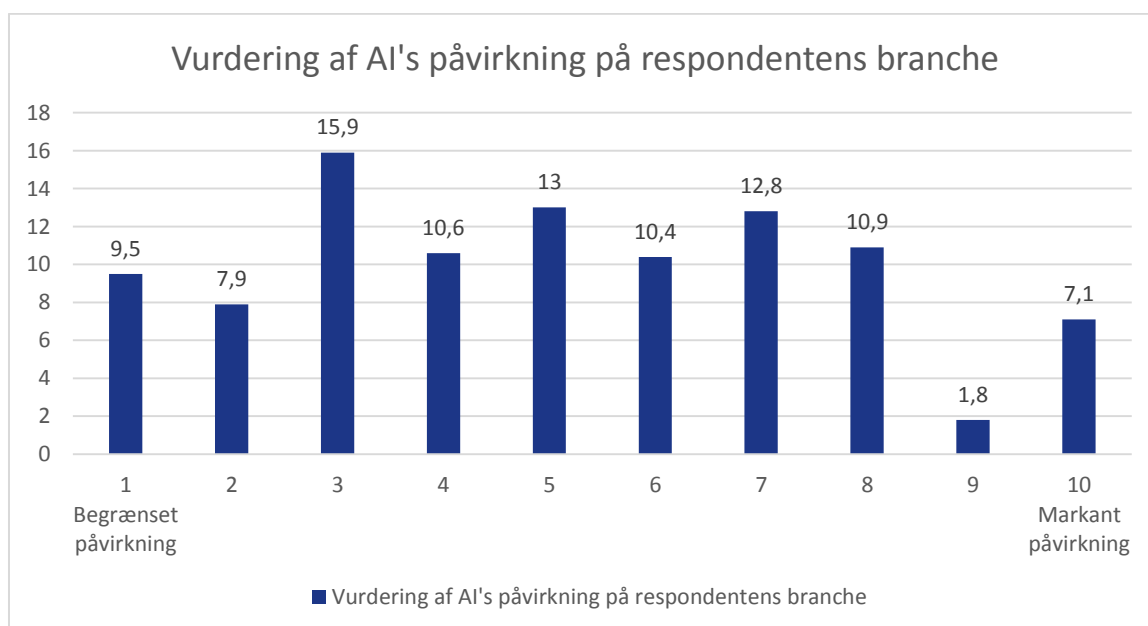
**Figur 13: Hvordan vil du karakterisere din viden om kunstig intelligens (AI) på en skala fra 1-10?**



Angivet i procent af antal respondenter. n=716

Respondenterne er endvidere blev spurgt om, i hvilken udstrækning kunstig intelligens vil påvirke deres branche på en skala fra 1-10.

**Figur 14: Hvordan vurderer du, at kunstig intelligens (AI) vil påvirke din branche på en skala fra 1-10, hvor 1 = en begrænset påvirkning og 10 = er en markant påvirkning inden for de næste 5-8 år.**



Y: procent af antal respondenter. X: vurdering af påvirkning. Gennemsnit = 5,07. Standardafvigelse = 2,578

Figur 14 viser, at der er en relativ stor spredning, hvad angår respondenternes forventninger til, i hvilken udstrækning kunstig intelligens kommer til at påvirke deres branche med en marginal overvægt af dem, der vurderer, at kunstig intelligens i et mere begrænset omfang kommer til at påvirke deres branche. Svarene afspejler sandsynligvis den usikkerhed, som mange har, med hensyn til hvornår og i hvilket omfang teknologier forbundet med kunstig intelligens vil påvirke de enkelte brancher.

Tabel 7 giver en oversigt over påvirkning fordelt på de brancher, som respondenterne er ansat i. Samtidig bør det understreges, at for flere af brancheområderne er svarprocenten så lav, at data er behæftet med en betydelig usikkerhed.

**Tabel 7: Vurdering af kunstig intelligens' påvirkning fordelt på brancher.**

Branche/vurdering af påvirkning	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
<b>Fremstilling</b>	8	8	33	15	23	16	18	15	2	3	141
<b>Byggeri</b>	10	6	10	6	11	8	2	2	1	1	57
<b>Transport og logistik</b>	3	1	0	2	1	1	2	1	1	1	13
<b>Handel</b>	3	0	2	0	1	0	1	2	0	0	9
<b>IT, medier og telekommunikation</b>	8	5	10	11	15	12	17	17	4	19	118
<b>Videnservice og rådgivning</b>	8	6	19	10	9	9	17	10	0	7	95
<b>Finansielservice og forsikring</b>	0	0	1	1	2	2	3	2	1	2	14
<b>Andet</b>	12	7	14	11	13	13	14	12	0	6	102
<b>Total</b>	52	33	89	56	75	61	74	61	9	39	549

Angivet i respondenters vurdering af, i hvilken udstrækning kunstig intelligens vil påvirke deres branche på en skala fra 1-10, hvor 1 er 'begrænset påvirkning' og 10 er 'markant påvirkning'.

For IT-branchen er der en overvægt af respondenter, som vurderer, at kunstig intelligens vil påvirke deres branche i en væsentlig grad, hvilket næppe er overraskende. Omvendt skiller Byggeri sig ud i forhold til, at der er en overvægt af respondenter, der vurderer, at kunstig intelligens i mindre udstrækning vil få betydning for branchen inden for de næste 5-8 år.

Fremstilling centrerer sig omkring midten, men der er dog en lille overvægt i forhold til dem, der vurderer, at kunstig intelligens vil have en mere begrænset påvirkning på deres branche. I Videnservice og rådgivning er der en svag tendens til en bimodal<sup>35</sup> fordeling, dvs. at respondenterne fordeler sig i to grupper. Hvor én gruppe vurderer, at det vil have en begrænset påvirkning, og en anden gruppe vurderer, at kunstig intelligens vil have en væsentlig men ikke markant påvirkning.

Interviewene viser, at det i høj grad er de store virksomheder, som er i gang med at investere i kunstig intelligens teknologier. Det gælder også de store globale rådgivnings- og konsulentvirksomheder, som fx McKinsey, der er i fuld gang med at transformere deres traditionelt datadrevne rådgivningstilgang, så virksomheden fuldt ud er i stand til at udnytte potentialerne i kunstig intelligens og tilstødende teknologier, som et interview med en UK partner i McKinsey viser.

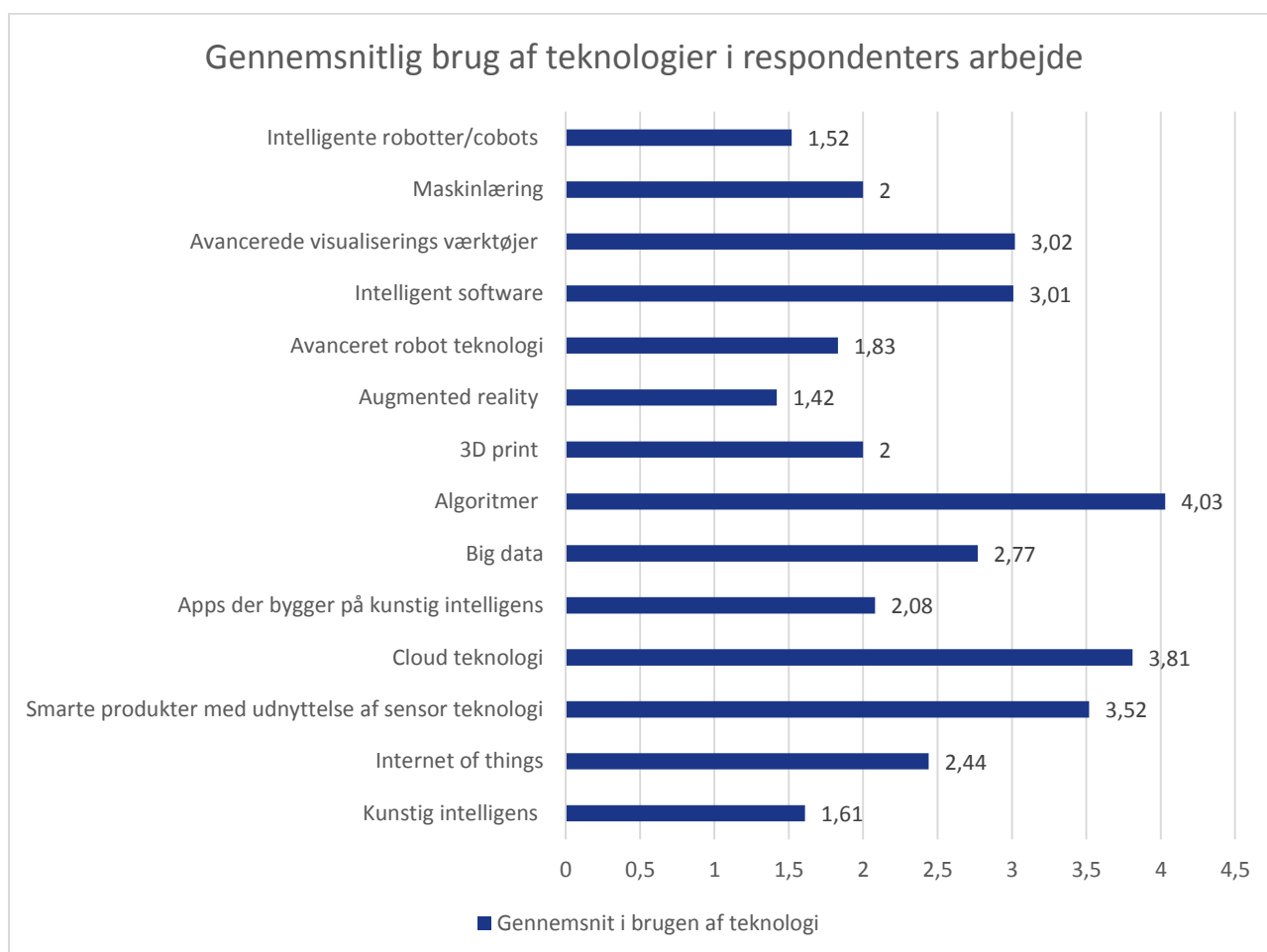
Inden for IT-support og services er der også en markant udvikling i gang på cloud base-rede kunstig intelligens løsninger, som kan medføre automation af en række servicefunktioner i den offentlige såvel som private sektor med intelligente agenter som Amelia. En virksomhed som fx Kairos Future i Sverige forventer, at det vil få markante effekter på

<sup>35</sup> To tendestoppe i fordelingen

jobomsætningen i hele det administrative servicearbejdsmarked.<sup>36</sup> Amelia testes pt. hos blandt andet Shell Oil og Accenture.<sup>37</sup>

Respondenterne er blevet spurgt om deres faktiske brug af kunstig intelligens teknologier og tilstødende og understøttende teknologier som fx cloud computing og 3D print.

**Figur 15: I hvilken udstrækning gør du brug af følgende teknologier i dit arbejde, hvor 1= ingen brug og 10= er kerne teknologi i dit arbejde?**



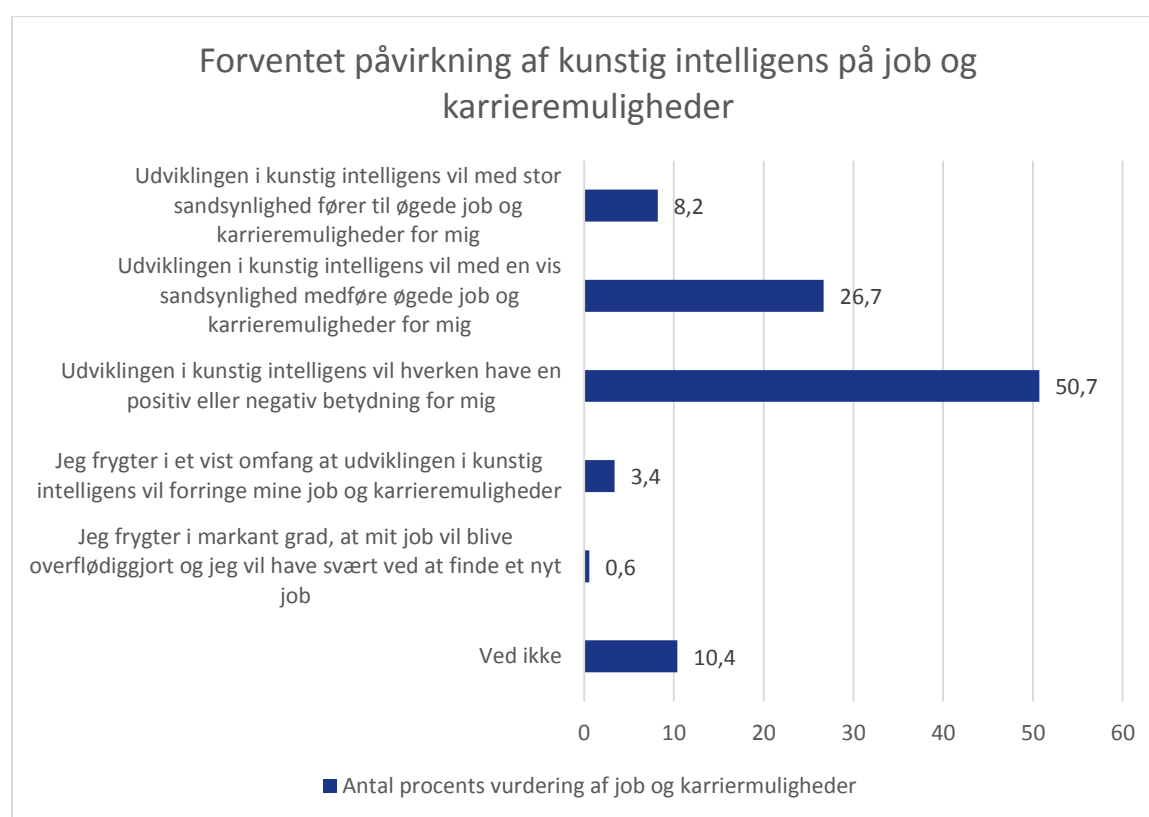
Vi har spurgt respondenterne om deres nuværende brug af en række teknologier, som associeres med kunstig intelligens/kognitive teknologier, hvor 10 er udtryk for, at det er en kerneteknologi i respondentens arbejde og 1 er en meget begrænset brug. De teknologier, som vi forbinder med kunstig intelligens, bliver endnu kun brugt i et ret begrænset omfang. Dog er det interessant, at algoritmer skiller sig noget ud, som den teknologi, der ligger højst, fordi netop algoritmer er underliggende for kunstig intelligens løsninger. Ikke desto mindre viser Figur 15, at udviklingen i anvendelsen af en række teknologier, der er centrale for kunstig intelligens, er i gang. Endvidere kan udviklingen for flere af teknologierne anvendelse være indbyrdes forstærkende. Både interview- og litteraturgennemgang viser som nævnt ovenfor, at det især er de store virksomheder, som pt. satser på kunstig intelligens teknologier, eller som flere foretrækker at benævne det

<sup>36</sup> Kairos Futures (2015), Automation - The Holy Grail of the 21st Century

<sup>37</sup> <https://www.entrepreneur.com/article/245827>

*kognitive teknologier*. Der er dog som helhed en stor usikkerhed med hensyn til, hvornår kunstig intelligens og beslægtede teknologier for alvor vinder indpas i de danske virksomheder og i den offentlige sektor som helhed. Derfor vil det være vigtigt at overvåge udviklingstendenser for de enkelte teknologier fremfor at fokusere på overbegrebet kunstig teknologi, hvis man vil forstå udviklingsdynamikker, og som grundlag for at udvise rettidig omhu i forhold til opkvalificering, regulering mv., som nogle af respondenterne også peger på.

**Figur 16: Hvordan vurderer du, at du at udviklingen i kunstig intelligens inden for de næste 5- 8 år vil påvirke dine job og karrieremuligheder? Angivet i procent andel af respondenter**



I et 5-8 års perspektiv vurderer ca. 50% af respondenterne, at udviklingen i kunstig intelligens hverken vil have en positiv eller negativ effekt på deres job. Dette skal sandsynligvis ses i lyset af, at udnyttelsesgraden af kunstig intelligens og beslægtede teknologier endnu er relativ moderat i virksomhederne, og at begrebet kunstig intelligens ydermere for flere er ret så diffust. Svarene kan imidlertid også afspejle, at viden- og informationsniveauet om kunstig intelligens og beslægtede teknologiers udviklingsstadium og potentielle effekter på job er begrænset og har været præget af medieoverskrifter og beregningsmetoder, som er behæftet med en betydelig usikkerhed.

Det er positivt at se, at få af respondenterne frygter for deres job, og en undersøgelse gennemført af Epinion for Dansk Industri tegner det samme billede. I den forstand adskiller den danske arbejdsstyrke sig, hvis man skeler til internationale undersøgelser. Epinion- analysen viser, at kun en ud af 10 frygter for deres job.<sup>38</sup> En væsentlig forklaring

<sup>38</sup> <http://www.fyens.dk/modules/mobile/article?articleid=3075977>

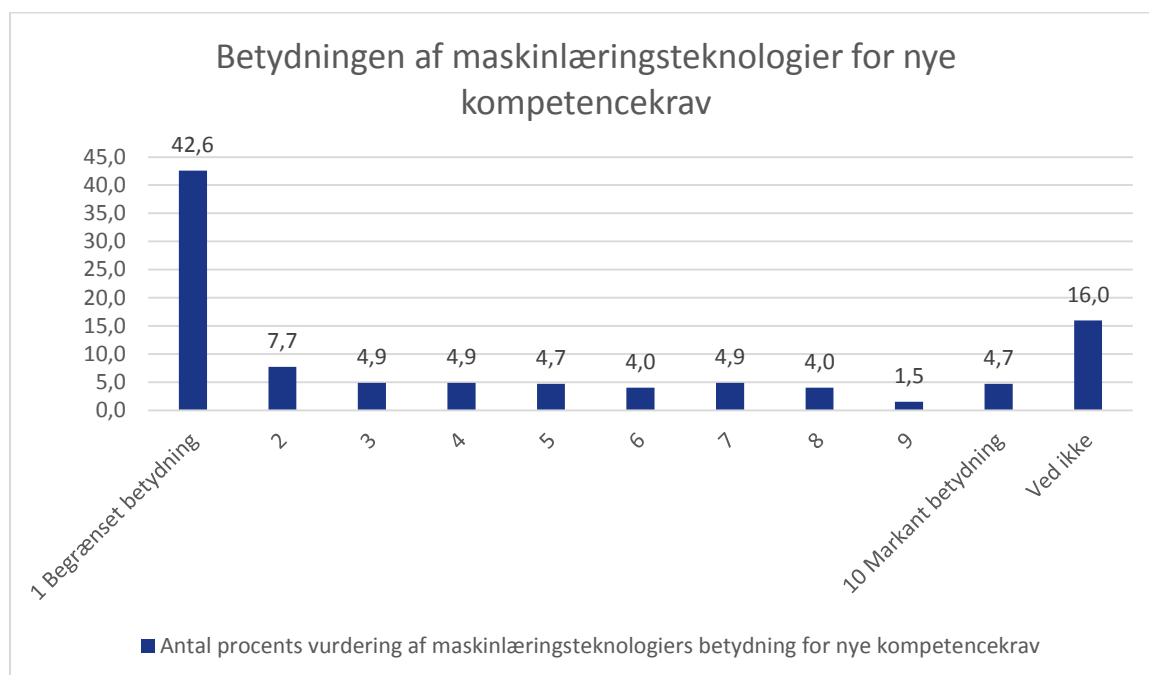
ring kan være, at man med automationsteknologien inden for fremstillingssektoren har set, at det har ført til, at job er kommet tilbage til Danmark. Ydermere har man traditionelt i Danmark haft en høj jobomsætning, og den danske flexicurity model spiller givetvis også en rolle, selvom flere dog har peget på, at den igennem de senere år er blevet forringet.<sup>39</sup>

For at komme lidt tættere på konkrete kompetencebehov er respondenterne blevet spurgt om behovet for kompetenceudvikling i forhold til en række teknologier inden for kunstig intelligens og i tilknytning hertil i Figur 17 - Figur 25.

Det er værd at bemærke, at behovet for kompetenceudvikling i forhold til de specifikke teknologier ligger lavt. Det kan skyldes, at brugen af teknologierne endnu er i sin vorden, og at respondenternes indsigt i de specifikke teknologier, og hvad de vil kræve af kompetencer, er lav. Ikke desto mindre kan svarene også pege på, at det bliver vigtigt for IDA og andre lønmodtagerorganisationer sammen med de virksomheder, der er i front med brugen af kunstig intelligens teknologier, at tydeliggøre, hvad det er for kompetencekrav, de forskellige teknologier stiller, fx afhængig af om man er avanceret bruger eller udvikler.

Det er også værd at notere, at Cloud teknologi, som måske er den mest kendte teknologi, og som stiller nogle kendte kompetencekrav med hensyn til datasikkerhed, ligger lidt højere, hvad angår et erkendt kompetencebehov end de øvrige teknologiområder.

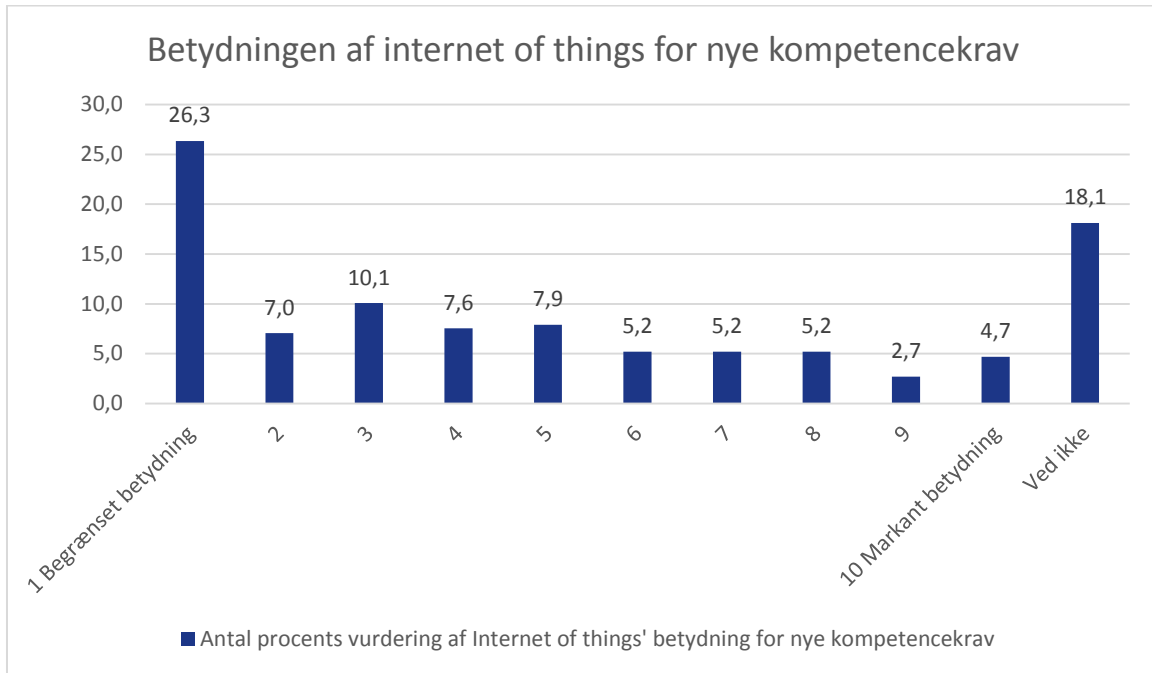
**Figur 17: I hvilket omfang vurderer du, at følgende trends vil medføre nye kompetencekrav til dig? - Maskinlæringsteknologier**



n=594

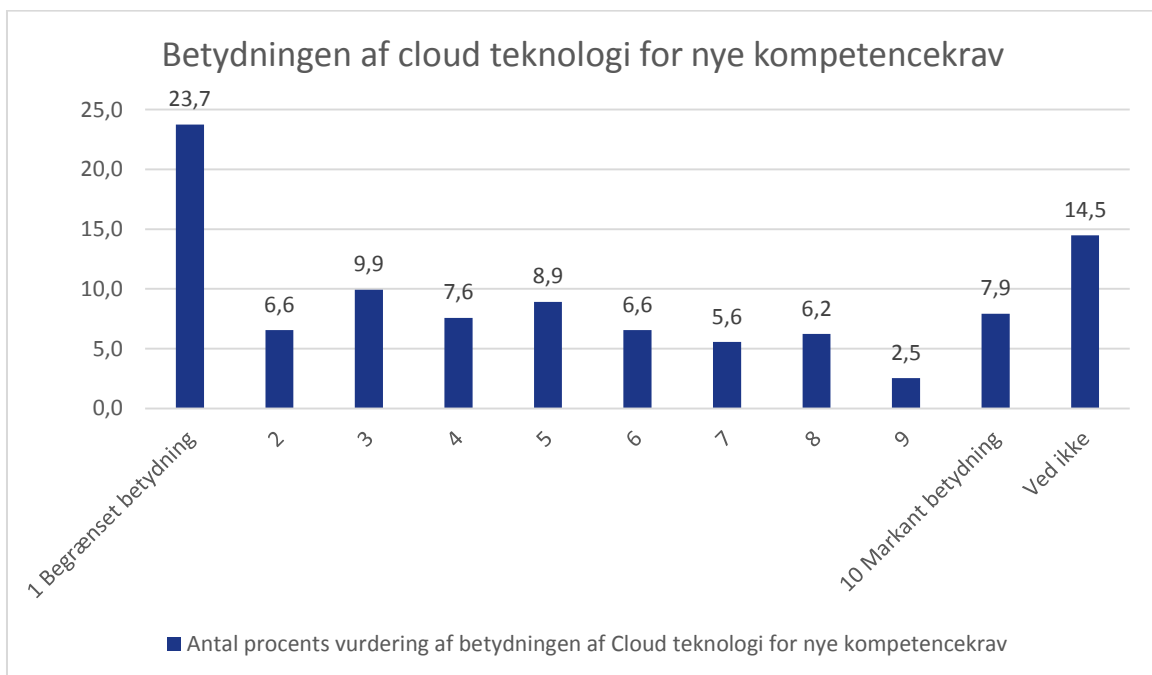
<sup>39</sup> faos.ku.dk, Forskningsnyheder

**Figur 18: I hvilket omfang vurderer du, at følgende trends vil medføre nye kompetencekrav til dig? – Internet of Things'**



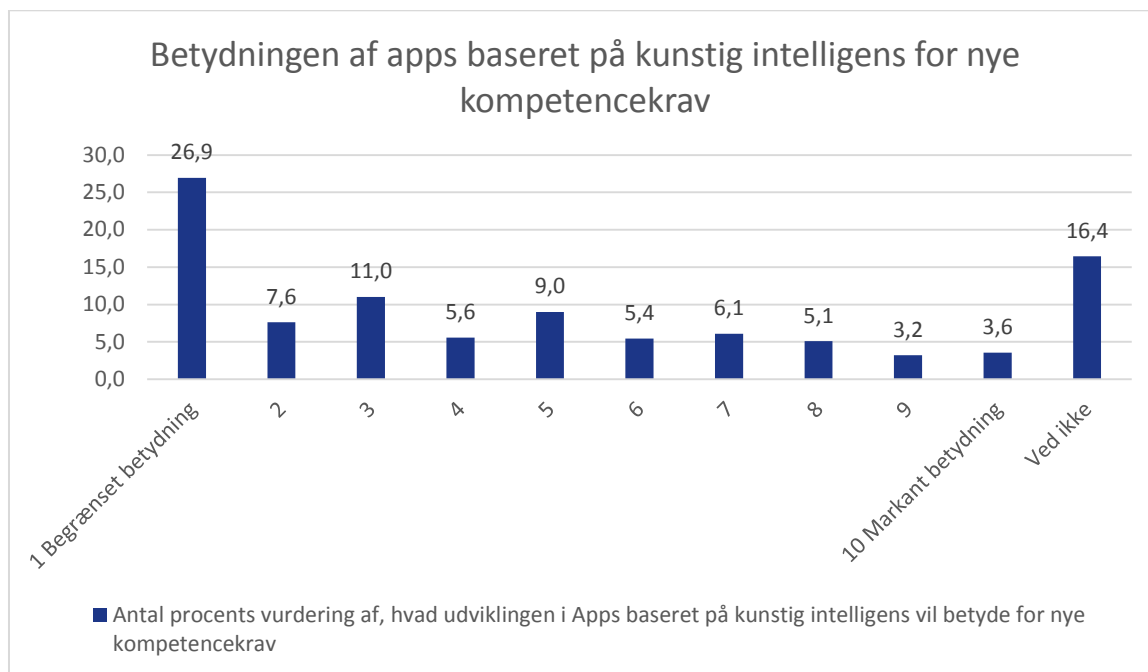
n=596

**Figur 19: I hvilket omfang vurderer du, at følgende trends vil medføre nye kompetencekrav til dig? Cloud teknologi**



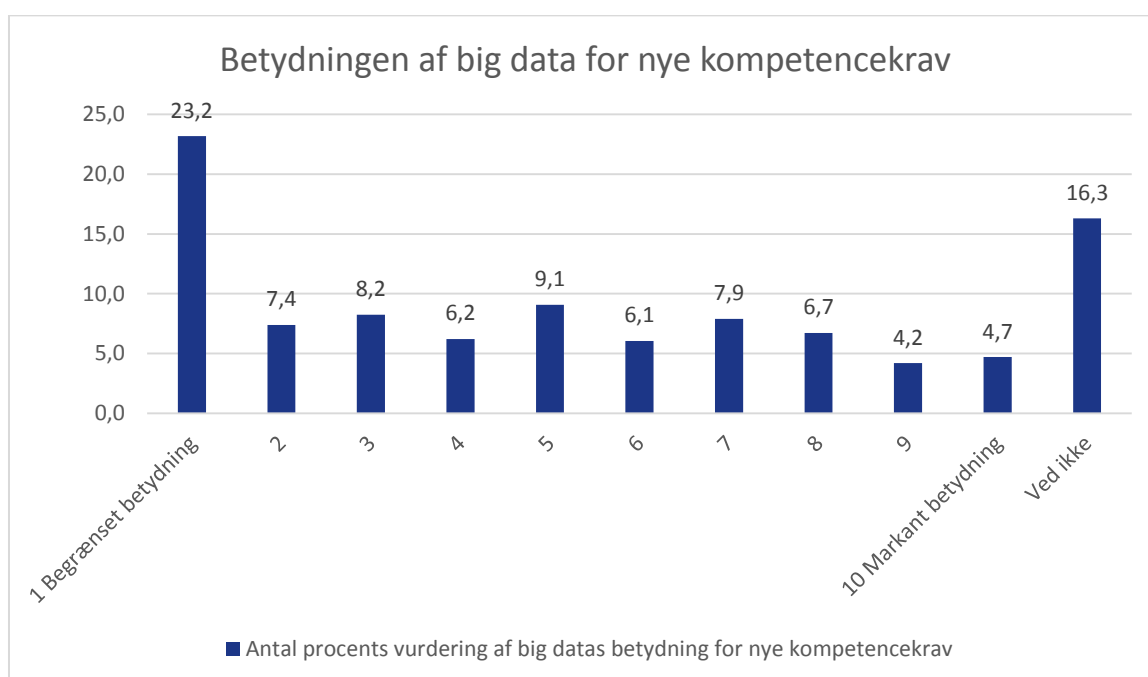
n=594

**Figur 20: I hvilket omfang vurderer du, at følgende trends vil medføre nye kompetencekrav til dig? - Applikationer som bygger på kunstig intelligens**



n=594

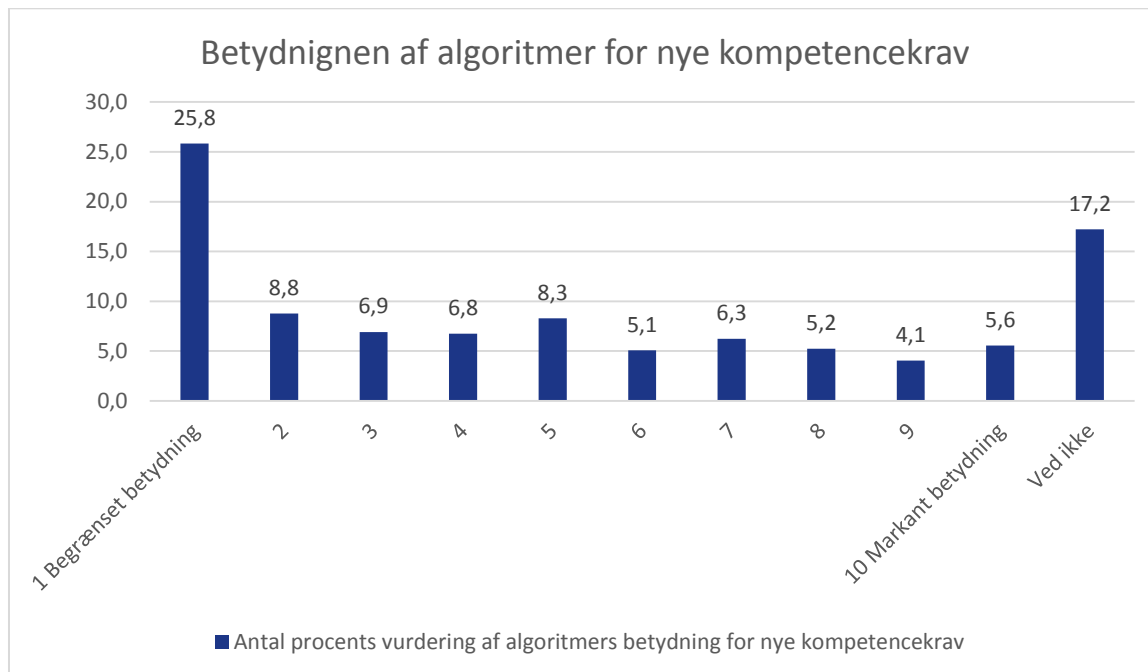
**Figur 21: I hvilket omfang vurderer du, at følgende trends vil medføre nye kompetencekrav til dig? - Big data**



n=595

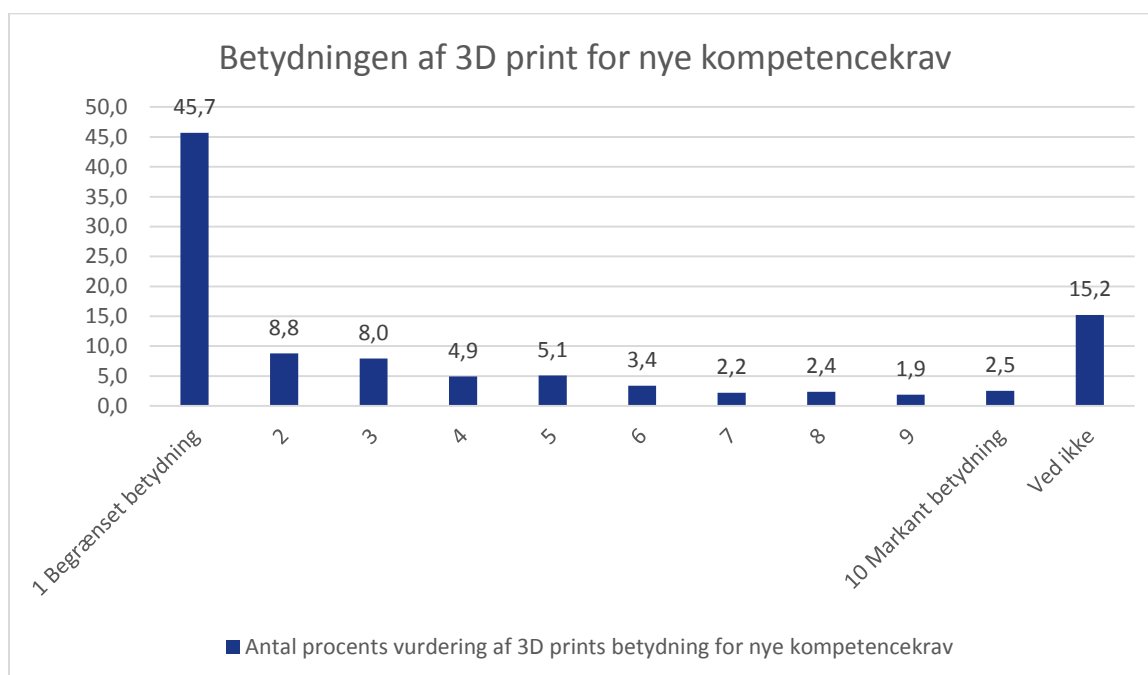


**Figur 22: I hvilket omfang vurderer du, at følgende trends vil medføre nye kompetencekrav til dig? – Algoritmer**



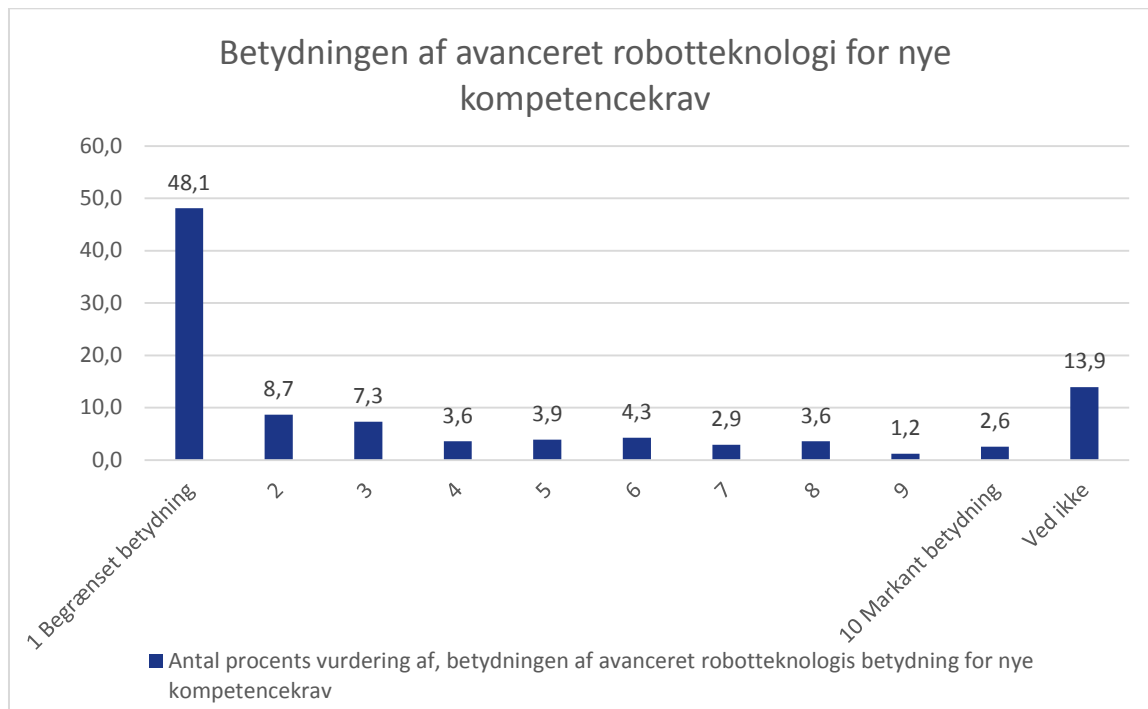
n=592

**Figur 23: I hvilket omfang vurderer du, at følgende trends vil medføre nye kompetencekrav til dig? - 3D print**



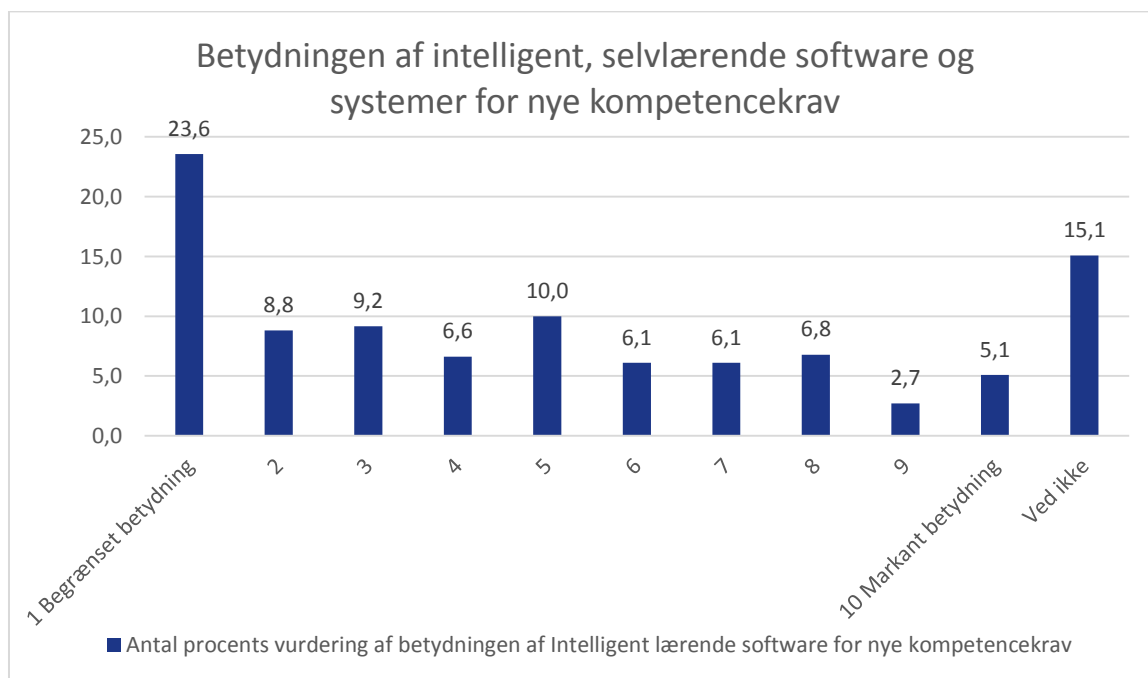
n=591

**Figur 24: I hvilket omfang vurderer du, at følgende trends vil medføre nye kompetencekrav til dig? – Avanceret robotteknologi**



n=590

**Figur 25: I hvilket omfang vurderer du, at følgende trends vil medføre nye kompetencekrav til dig? – Intelligent, selvlærende software og systemer**

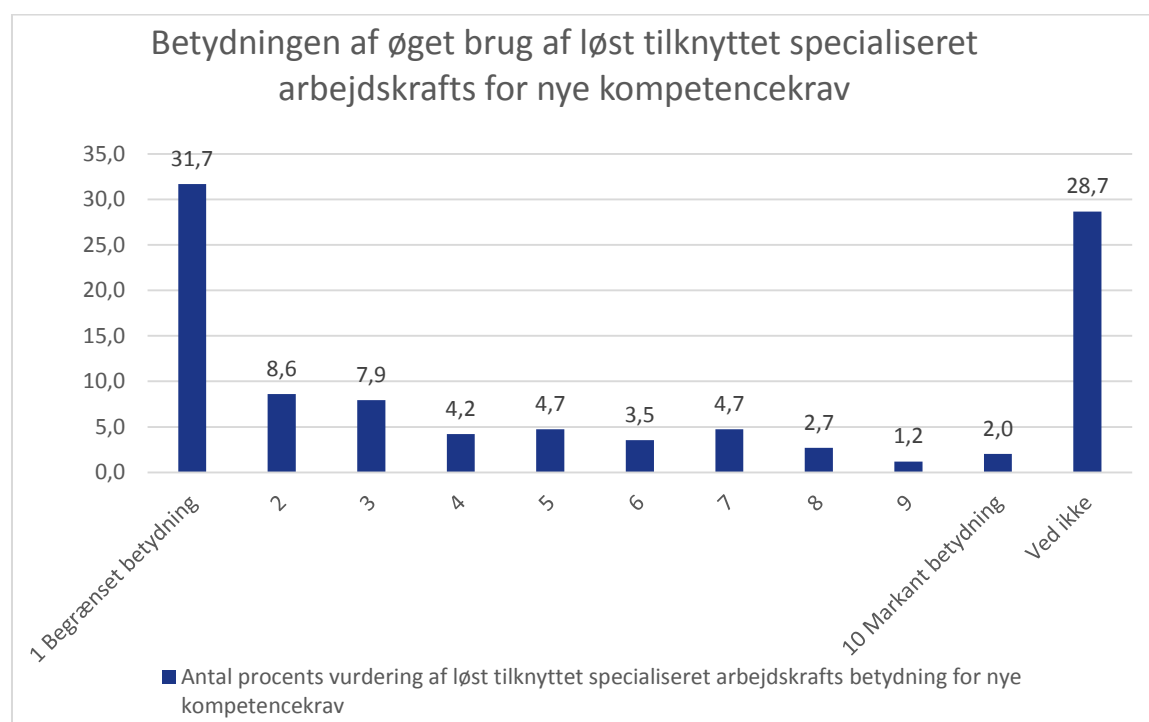


n=590

Yderligere er det værd at bemærke, at respondenterne er usikre på, om de nye teknologier vil medføre ændringer i kompetencekrav. Derfor har faglige organisationer som IDA en helt central rolle at spille i forhold til løbende at belyse udviklingstendenser i job og kompetencekrav, som relaterer sig til specifikke teknologier inden for kunstig intelligens både i forhold til deres medlemmer såvel som i forhold til uddannelses- og eftervidereuddannelsessystemet.

Der har i det seneste år været en del mediedebat om udviklingen i digitale platforme, som formidlere af opgaver, som fx Upwork, og hvad det kan komme til at betyde for arbejdsmarkedet. Derfor er respondenterne også blevet spurgt til betydningen af udviklingen i forhold til eventuelle ændrede kompetencekrav, hvis man ikke længere er ansat, men i højere grad skal sælge sine kompetencer fra opgave til opgave som freelancer. Figur 26 viser, er det meget få af IDA's medlemmer, som vurderer, at udviklingen i platforme vil få konsekvenser i forhold til ændrede kompetencekrav.

**Figur 26: I hvilket omfang vurderer du, at følgende trends vil medføre nye kompetencekrav til dig? - Øget brug af løst tilknyttet højt specialiseret arbejdskraft sourcet via digitale platforme som Upwork,**



n=593

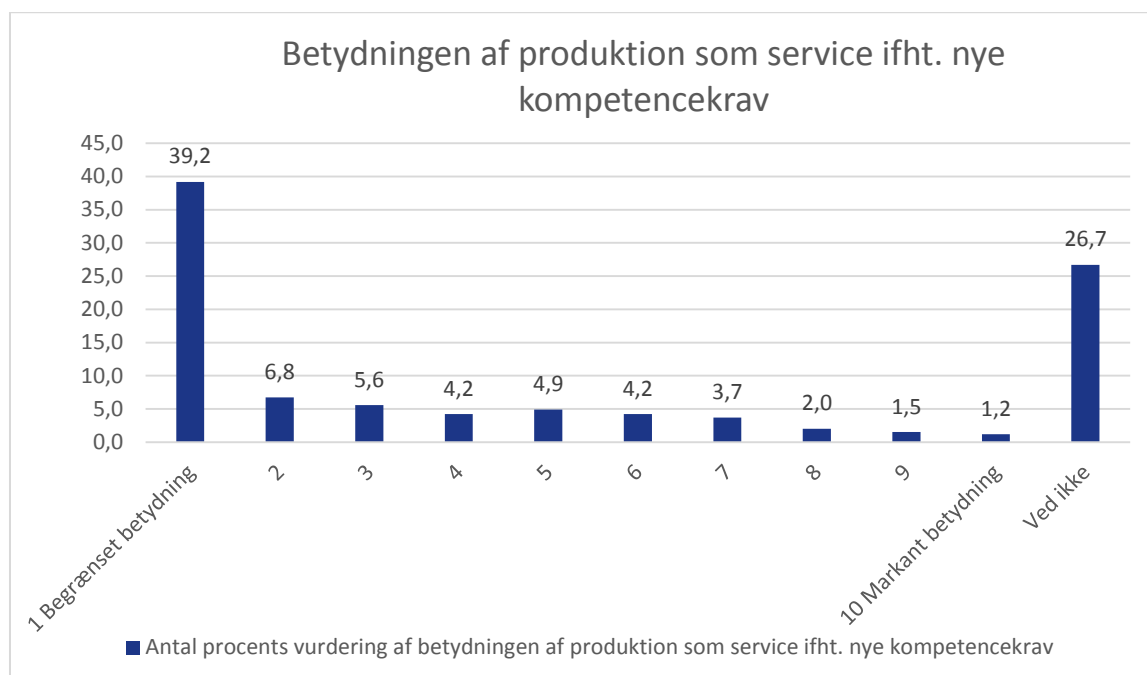
Det er værd at bemærke, at besvarelsene med hensyn til, om de digitale opgaveplatforme som fx Upwork vil få konsekvenser for kompetencekravene, er behæftet med en stor usikkerhed, idet 28,7% af respondenterne ikke ved, hvorvidt de digitale opgaveplatforme får betydning for kompetencekrav.

Hvis man ikke desto mindre går ind på en platform som Upwork, vil man se, at der er en række opgaver, som relaterer sig til ingeniørfaglige kompetencer, der udbydes via denne platform. Ydermere har der været en vækst også i antallet af danskere, som tilbyder deres arbejdskraft via denne og andre platforme. Omvendt ser man slet ikke de samme

udviklingstendenser i Danmark som fx på det amerikanske arbejdsmarked. Ikke desto mindre er der virksomheder, som i denne og andre undersøgelser har peget på, at de forventer at bruge flere freelancere fx i forhold til at sikre de rigtige specialistkompetencer i fremtiden.

Respondenterne er i Figur 27 - Figur 29 blevet spurgt til nogle forretningsmæssige udviklingstendenser i forbindelse med en øget digitalisering. Det er værd at bemærke, at graden af usikkerhed er høj for alle spørgsmål, og at få forventer, at det vil få nogen betydning. En analyse, som Teknologisk har gennemført for IDA om Ingeniøren 2020, peger på, at virksomhederne i øget omfang forventer, at ingeniørerne har indsigt i forretningsmæssig udvikling gennem teknologi. Svarene kan derfor pege på, at der er et latent kompetencebehov for at informere og opkvalificere ingeniørerne om digitale teknologiers disruptive potentialer, hvis de i praksis skal kunne udnytte disse potentialer i deres respektive job og brancher. Den ovenfor nævnte analyse, som Teknologisk Institut gennemført for IDA om Ingeniørernes arbejdsmarked 2020, viste klart, at virksomhederne prioriterer, at ingeniørerne er i stand til at identificere de forretningsmæssige potentialer og latente risici i teknologisk F&U.

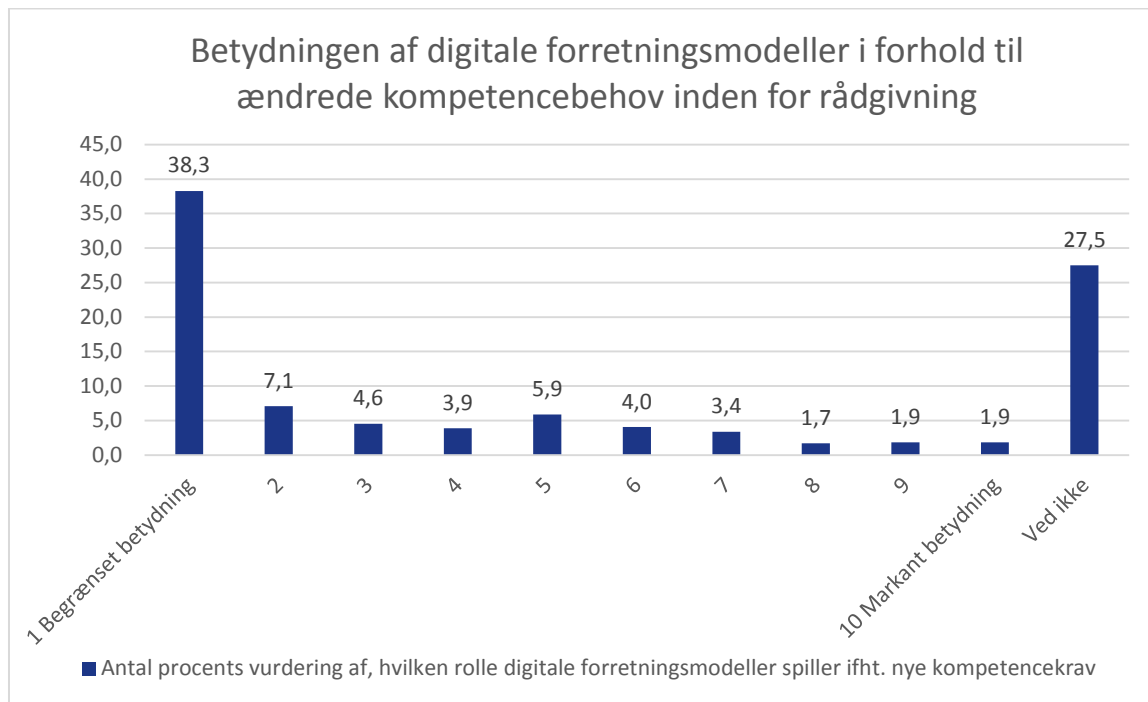
**Figur 27: I hvilket omfang vurderer du, at følgende trends vil medføre nye kompetencekrav til dig? – Produktion som service**



n=592

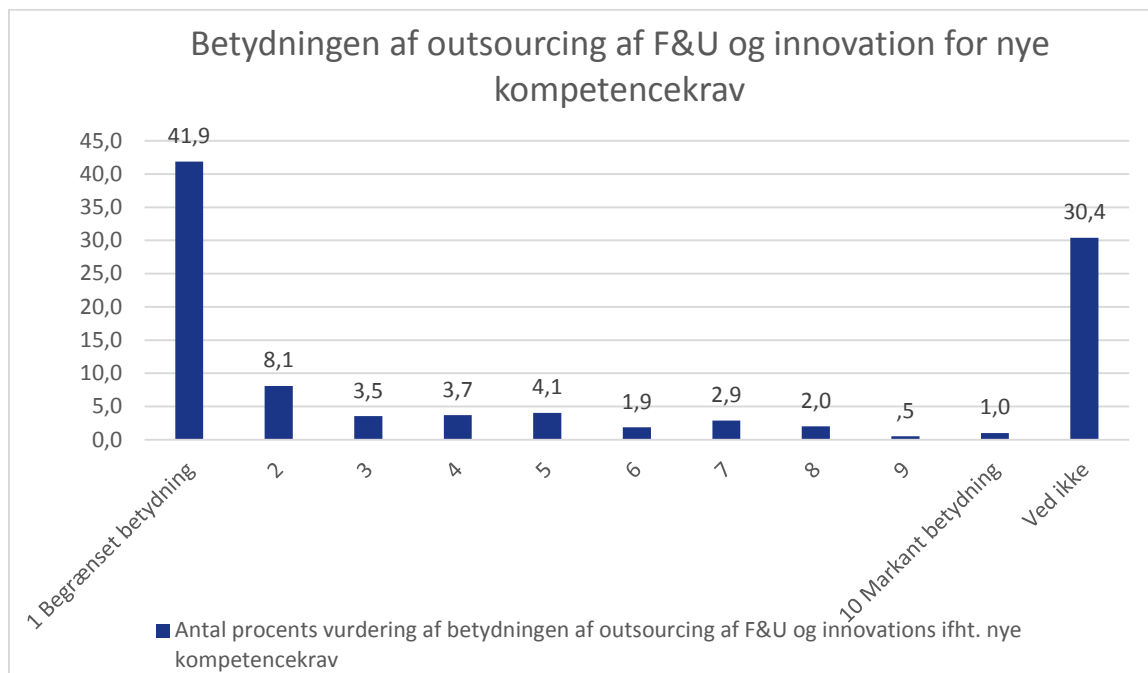
En analyse som "De Skjulte Helte" (Jakobsen, et al., 2013), som Teknologisk Institut gennemførte for Styrelsen for Innovation viste, at mange af de mest succesfulde globale nicheproducenter inden for fremstilling netop konkurrerer på "servitisering", altså de muligheder der ligger i at indlejre service i produkter som et redskab til at tilpasse produkter til forskellige markeder og gennem digitale teknologier også at nå ud til internationale markeder. Udviklingen i big data øger disse potentialer.

**Figur 28: I hvilket omfang vurderer du, at følgende trends vil medføre nye kompetencekrav til dig? - Digitale forretningsmodeller for rådgivning som "disrupter" rådgivningsbranchen**



n=593

**Figur 29: I hvilket omfang vurderer du, at følgende trends vil medføre nye kompetencekrav til dig? - Virksomheden outsourcer F&U og Innovation for at være tættere på internationale F&U miljøer inden for industri 4.0 teknologier**



n=592

Alt i alt er der dog enkelte trends, hvor respondenterne vurderer, at der kan forekomme ændringer i kompetencekravet. Inden for cloud teknologi, big data, algoritmer og intelligente selv-lærende software og systemer placerer 25% - 30% af respondenterne sig i intervallet 6-10 på en skala fra 1-10. Det kan læses som en svag trend, som måske afspejler, at digitaliseringsudviklingen foregår i to tempi i henholdsvis de store, og i de små og mellemstore virksomheder.

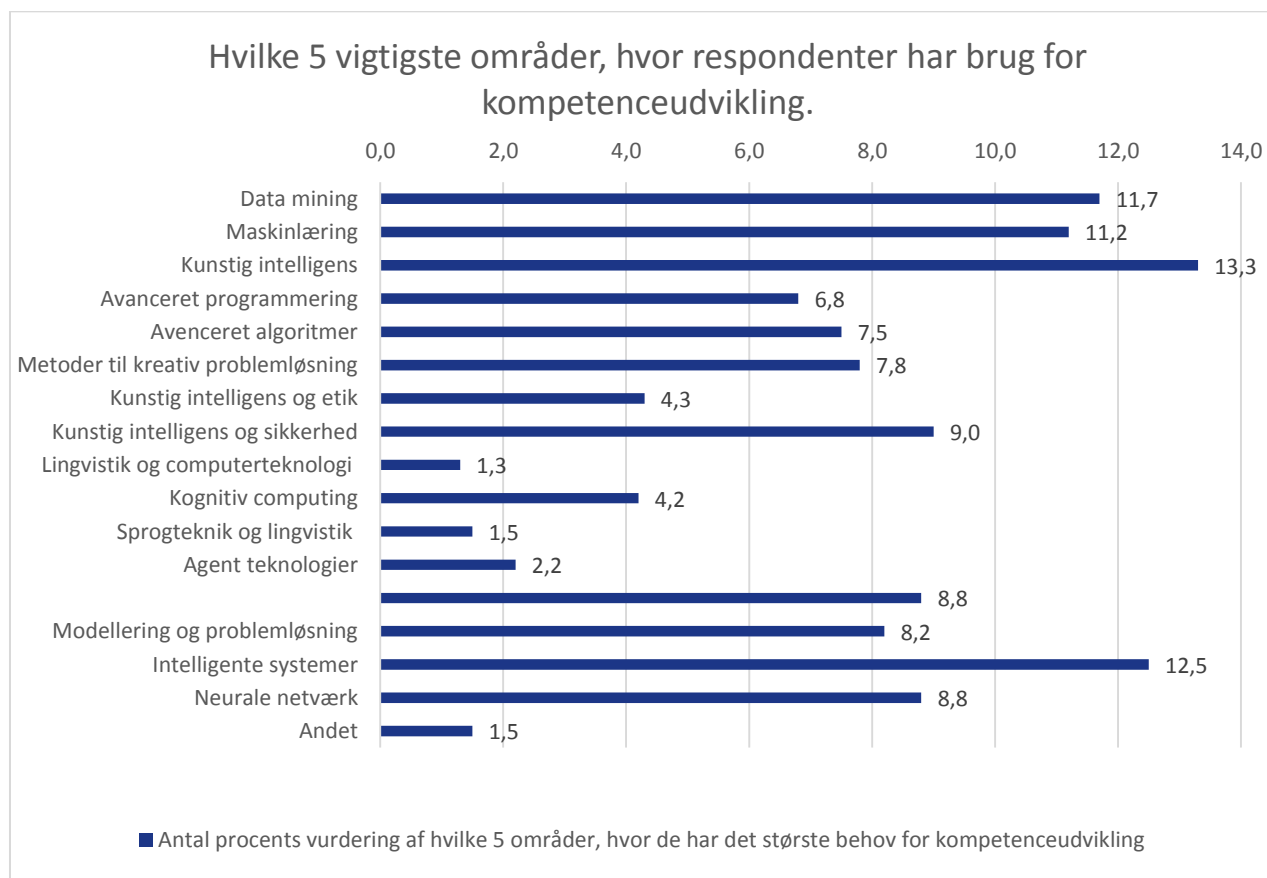
Respondenterne er efterfølgende blevet spurgt om kompetenceudviklingsbehov.

**Tabel 8: Vurderer du, at du inden for de kommende 1-3 år har behov for kompetenceudvikling i relation til kunstig intelligens?**

	Antal	Procentandel
Ja	182	31,7%
Nej	265	46,1%
Ved ikke	128	22,3%
Total	575	100%

Tabel 8 viser, at knap 1/3 vurderer, at de har behov for kompetenceudvikling i relation til kunstig intelligens, mens næsten halvdelen ikke vurderer, det bliver nødvendigt, og lidt over 1/5 er usikre på, hvorvidt de vil få behov for kompetenceudvikling.

**Figur 30: Hvad er de fem vigtigste områder, hvor du har behov for kompetenceudvikling?**



Procentandel af hvor mange gange pågældende områder er blevet valgt. N=600

Respondenterne er herefter blevet spurgt inden for hvilke fem områder, de vurderer, at det største kompetencebehov potentielt vil opstå. Svarene viser, at der er en relativ stor spredning med hensyn til, hvilke områder respondenterne finder vigtigst.

Der er dog fire områder, som marginalt adskiller sig fra de øvrige: Data mining, maskinlæring, kunstig intelligens og intelligente systemer. Det er interessant, at maskinlæring nævnes som et område, hvor respondenterne kunne have behov for kompetenceudvikling, da respondenterne i spørgsmålet om, hvorvidt maskinlæring ville føre til øget kompetencekrav, vurderer, at det i begrænset omfang vil øge kompetencekravene.

Selv om svarene indikerer, at ingeniørerne ikke oplever et presserende behov for kompetenceudvikling, er der i de kommende år behov for at følge udviklingen i og udnyttelsen af kunstig intelligens, og hvordan det påvirker forskellige ingeniørjob, som forudsætning for et responsivt uddannelsessystem og efter-videreuddannelsessystem. Både internationale og danske eksperter vurderer, at udviklingen i kunstig intelligens er eksponentiel, men der er stor usikkerhed med hensyn til udviklingshastighed og spredning. Som OECD og andre har påvist, vil der være afgørende at fokusere på udviklingen i jobfunktioner for specifikt at forstå ændringer og forskydninger i jobfunktioner, herunder også automation af jobfunktioner for rettidigt at kunne adressere kompetenceudviklingsbehov. Der synes at være en tendens til, at ingeniørerne måske undervurderer betydningen af, hvordan teknologier relateret til kunstig intelligens kan føre til ændringer i forretningsmodeller og services, selv om tidligere analyser for IDA om Ingeniøren i 2020 har vist, at virksomhederne prioriterer højt, at ingeniører kan kombinere dyb tekniske kompetence med forretningsudvikling og innovation.<sup>40</sup>

#### 4.5. Ændrede kompetencer eller jobsætning?

Både internationalt<sup>41</sup> og i Danmark har der været publiceret flere analyser, som fokuserer på de mulige konsekvenser af udviklingen inden for kunstig intelligens/kognitive teknologier. En af de mest citerede analyser er fra de engelske forskere Osborne og Frey<sup>42</sup>, hvis metoder bl.a. KRAKA og Cevea har anvendt for at vurdere mulige effekter i det danske arbejdsmarked, og hvor KRAKA fx er nået frem til, at 37% af alle job i Danmark kan erstattes af robotter. Omvendt er Frey og Osborne's metoder (Frey & Osborne, 2013) blevet kritiseret af OECD for et svagt metodegrundlag, hvor OECD på baggrund af PIAAC undersøgelsen i Danmark, hvor man har målt voksnes kompetencer på en række områder og også har spørgsmål til arbejdsorganiseringen, når frem til, at der for hovedparten af jobbene i det danske arbejdsmarked vil være tale om betydeligt ændrede kompetencebehov, men at jobsætningen som sådan vil være væsentligt lavere en Osborne og Frey, KRAKA og Cevea<sup>43</sup> har konstateret. Analyser som Teknologisk Institut har gennemført for bl.a. HK<sup>44</sup>, når som OECD frem til, at det snarere drejer sig om automation af jobfunktioner, men også – som OECD<sup>45</sup> peger på – at arbejdsorganiseringen og innovati-

<sup>40</sup> Analyse & Erhvervsfremme, Teknologisk (2013) Den danske ingeniør 2020- jobfunktioner og kompetencekrav. IDA

<sup>41</sup> World Economic Forum 2016: Future of Jobs

<sup>42</sup> Frey Carl Benedikt, Osborne John (2013) The future of Employment, how susceptible are jobs to computerisation, [http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)

<sup>43</sup> Cevea (2016) Digitale trends og det danske arbejdsmarked [https://cevea.dk/filer/dokumenter/analyser/Digitale\\_trends\\_og\\_det\\_danske\\_arbejdsmarked.pdf](https://cevea.dk/filer/dokumenter/analyser/Digitale_trends_og_det_danske_arbejdsmarked.pdf)

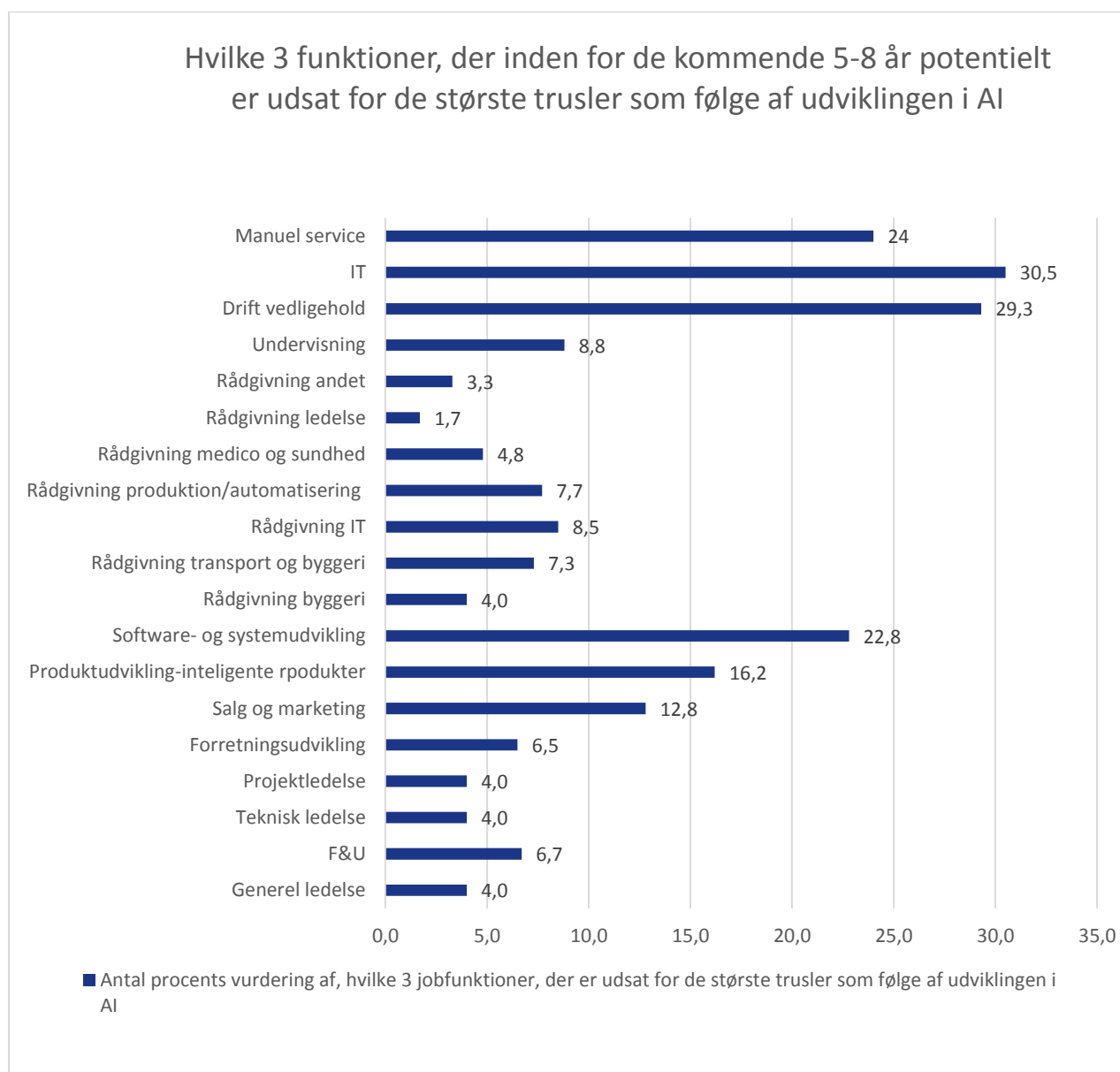
<sup>44</sup> Shapiro Hanne, Hougaard Frøhlich Karsten (2016) Udviklingen i det administrative arbejdsmarked

<sup>45</sup> OECD (2016) Anticipating change, work skills and job quality, DELSA/ELSA(2016)8/REV1

ons- og konkurrencestrategi har en væsentlig betydning for, i hvilken udstrækning et job er "automatiseringstruet".

På den baggrund er respondenterne blevet bedt om at forholde sig til en række jobfunktioner og pege på de tre jobfunktioner, som de vurderer, er de mest truede i et 5-8 års perspektiv.

**Figur 31: Hvilken af følgende jobfunktioner vurderer du står over for de største trusler i inden for de kommende 5-8 år som følge af udviklingen i kunstig intelligens? Vælg de tre mest udsatte.**



Procentandel af hvor mange gange den pågældende funktion er blevet valgt. N=600



Respondenterne peger især på fire funktioner, som karakteriserer ingeniørernes arbejdsmarked, som de vurderer er udsat for de største trusler i et 5-8 års perspektiv. De fire funktioner de peger på er i prioriteret rækkefølge:

1. IT
2. Drift og vedligehold
3. Manuel service
4. Software- og systemudvikling.

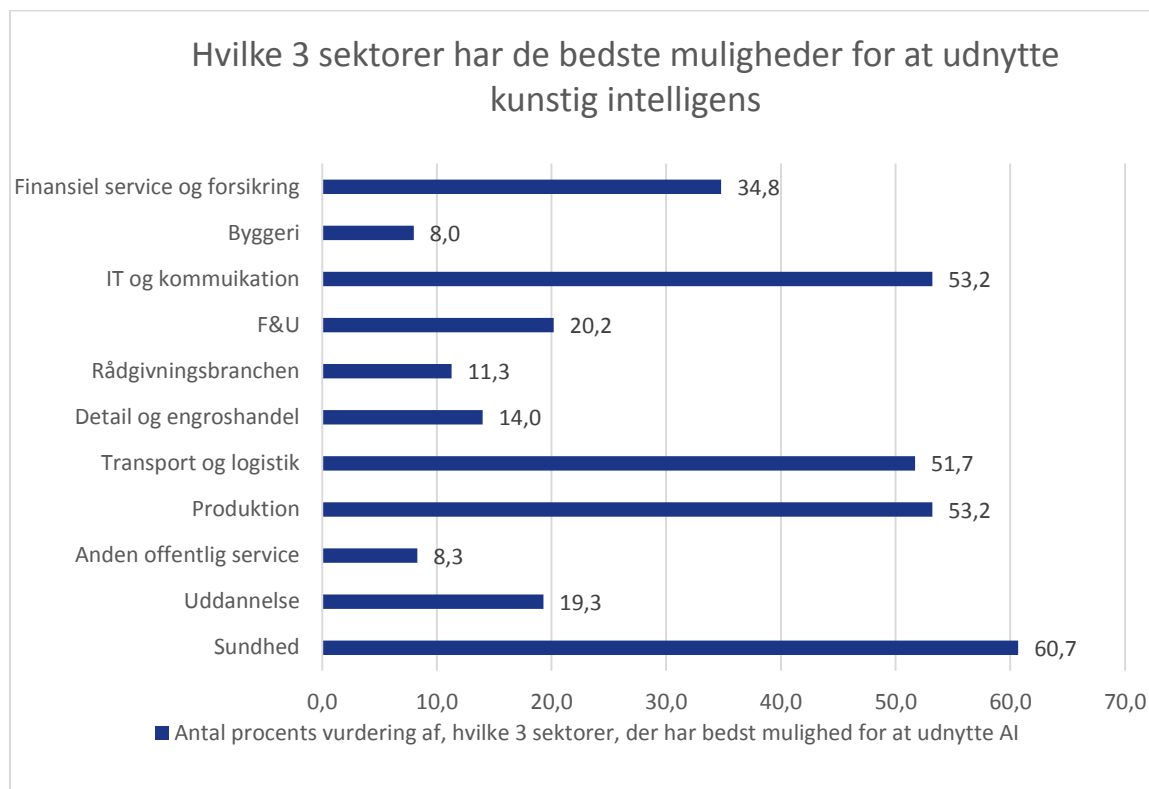
Publicerede forskningsartikler fra fx Indien viser, at udviklingen er i gang med hensyn til automatisering af softwareudviklingsprocessen gennem brug af kunstig intelligens. Det er ikke alene i forskningen men også inden for IT-vidensservice, at man ser disse udviklingstendenser. DVE9, en amerikansk iværksættervirksomhed i Seattle-området, har slået sig op på at kunne automatisere dele af softwareudviklingsprocessen og dermed reducere omkostningerne gennem brug af AI.

#### **4.6. Hvor kan Danmark med fordel satse på kunstig intelligens**

Danmark er en lille åben økonomi, og udviklingen af kunstig intelligens kræver ressourcer og store mængder af data. Derfor vil det være vigtigt at prioritere, hvor Danmark med fordel kan satse på udviklingen af løsninger, som udnytter kunstig intelligens teknologier. Respondenterne er blevet spurgt om, inden for hvilke sektorer vi med fordel kan satse i Figur 32. Ud af 11 sektorer peger respondenterne især på fire, nemlig IT og kommunikation, Transport og logistik, Produktion, og Sundhed.

Overraskende ligger Finansiell service noget lavere, selv om det er en sektor, der allerede er langt i udnyttelsen af kunstig intelligens teknologier, men det kan skyldes, at surveyen er gennemført blandt IDA's medlemmer, som sandsynligvis har en større fokus på sektorer, hvor de typisk selv er ansat.

**Figur 32: Hvilken af følgende sektorer, vurderer du, har de bedste muligheder her i Danmark for at udnytte kunstig intelligens i de kommende 5-8 år? Marker de tre sektorer, du mener har de bedste muligheder.**



Procentandel af, hvor mange gange den pågældende sektor er blevet valgt. N=600

Det er værd at bemærke, at rådgivningsbranchen ligger meget lavt på trods af, at interviewene viser, at de største af de internationale rådgivere gennem opkøb, samarbejder og kompetenceopbygning er i fuld gang med at omstille deres forretning på globalt plan til en strategisk udnyttelse af kunstig intelligens som fx McKinsey som nævnt ovenfor.

Det er også værd at bemærke, at sundhedssektoren, som ellers ikke er særligt godt repræsenteret blandt respondenterne, vurderes til at have det største potentiale til at udnytte kunstig intelligens. Det kan skyldes at IBM Watson er et eksempel på en kognitiv teknologi, som forstærker den menneskelige ekspertise inden for et medicinsk område som cancerdiagnose og behandling ved at kunne analysere store mængder af data, som så kan bruges i lægens vurdering af den optimale behandling. Watson har fået meget medieomtale netop inden for sundhedsområdet og også her i Danmark, hvor Rigshospitalet har afprøvet mulighederne i Watson inden for cancerbehandling.

Respondenterne er blevet bedt om at forholde sig til en række potentielle udfordringer og risici i forhold til udviklingen inden for kunstig intelligens i et 5-8 årigt perspektiv. De identificerede potentielle risici og udfordringer udspringer alle af gennemgåede analyse- og forskningsrapporter. Respondenternes detaljerede svar på de enkelte potentielle udfordringer findes i Bilag 1, hvor man også for hvert spørgsmål kan se, hvor mange der har svaret *ved ikke* på hvert spørgsmål. Tabel 9 opsummerer respondenternes svar. Det bemærkes dog, at *ved ikke* svarerne rent teknisk er kodet fra.

**Tabel 9: Potentielle risici og udfordringer i forhold til udviklingen inden for kunstig intelligens teknologier**

Udfordringer	Gennemsnit	Median	N
Øget data og cyberkriminalitet	3,22	3	477
Ikke håndtere databeskyttelse og datasikkerhed	3,25	3	473
Øget ulighed	2,23	2	429
Øget ledighed	2,22	2	440
<b>Etiske udfordringer</b>	<b>2,69</b>	<b>3</b>	<b>473</b>
Danske virksomheder formår ikke at følge med	2,67	3	463
Utilstrækkelige investeringer i F&U	2,87	3	411
Uddannelsessektoren formår ikke at følge med	2,83	3	466
Utilstrækkelige investeringer i efter- ter/videreuddannelse	2,86	3	456
Lovgivning og regulering formår ikke at følge med	3,17	3	474

Ikke en udfordring = 1, Mindre udfordring = 2, Stor udfordring = 3, Meget stor udfordring = 4, Ved ikke kodet fra.

Tabel 9 viser, at respondenterne generelt vurderer, at der er store udfordringer og potentielle risici forbundet med udviklingen inden for kunstig intelligens. Dog er det værd at bemærke, at til spørgsmålene om, hvorvidt *øget ledighed* og *øget ulighed* udgør en udfordring, så vurderer respondenterne, at det i lidt mindre omfang er tilfældet sammenholdt med lignende internationale analyser, hvor diskussioner om en øget ulighed og en øget voksende ledighed har fyldt meget i medierne, på konferencer mv. Det har også været et centralt tema i den kommission, som Præsident Obama har haft nedsat for at adressere muligheder og risici i forbindelse med kunstig intelligens.

Tabel 9 opsummerer, hvordan respondenterne har vurderet de specifikke udfordringer. Overordnet kan det ses, at hovedparten af udfordringerne har et gennemsnit på omkring 3, og kun et par af udfordringerne ligger lavere. Hovedparten af udfordringerne vurderes til at være et sted mellem mindre og en stor udfordring.

Tre af de potentielle udfordringer skiller sig ud ved, at der er over 1/3 af respondenterne, som angiver, at den pågældende udfordring er en *meget stor potentiel udfordring*. Det drejer sig om:

1. Data sikkerhed, som 37,7% af respondenterne peger på.
2. Datasikkerhed, som 37,6% peger på.
3. Lovgivning, som 35,9% peger på som en potentiel '*meget stor*' udfordring.

I forhold til lovgivningen er der mere end 70% af respondenterne, som ser udviklingshastigheden kompliceret med de potentielle effekter af kunstig intelligens teknologier, som en stor latent udfordring i forhold til om det lovgivende apparat kan følge med og på den ene side understøtte innovationspotentialerne, men omvendt også dæmme op for potentielle risici. Netop fordi kunstig intelligens teknologi potentielt har så vidtrækkende konsekvenser, og samtidig er så komplekst, udgør det en markant udfordring for det politiske system og det underliggende embedsværk. Ligeledes vil det på en række områder være nødvendigt at nå frem til internationale aftaler, for at lovgivning, reguleringer inklusive "soft law" i form af fælles vedtagne standarder mv. reelt kan få en effekt. I en dansk kontekst kan man med fordel skele til de problemstillinger, som er rejst internationalt.

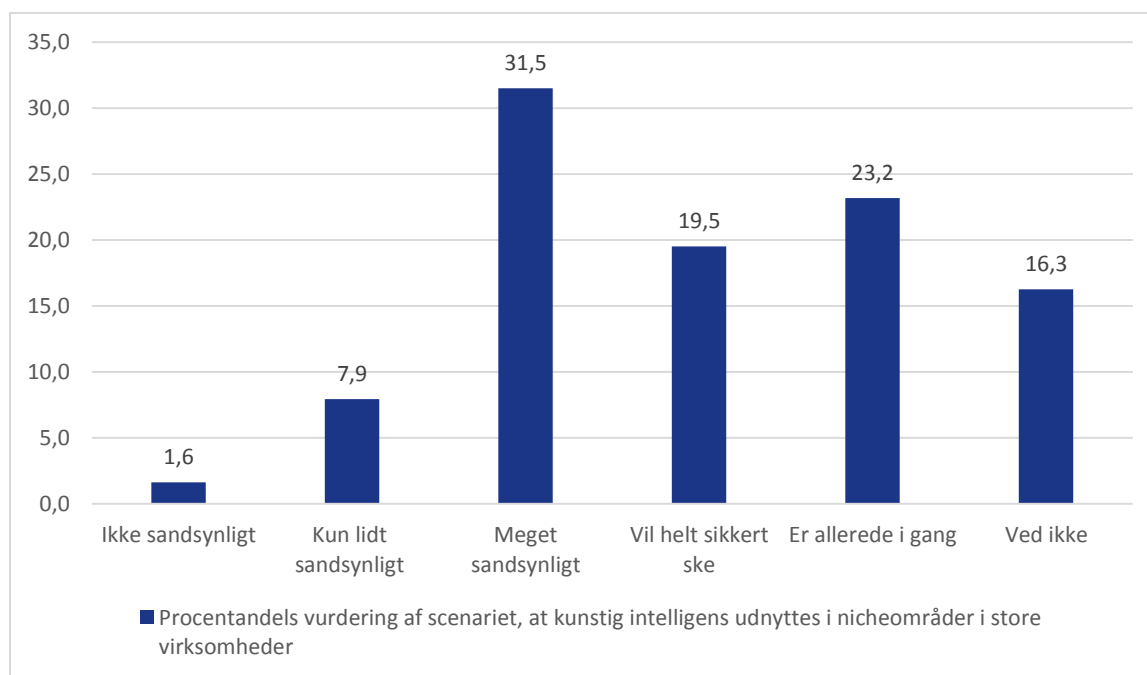
Internationalt er lovgivningsområdet et højt prioriteret debattema blandt andet med fokus på internationalt samarbejde og udvikling af kodeks for transparens i de underliggende data til algoritmer og med udgangspunkt i, at der er afdækket substantielle bias i flere eksisterende kunstig intelligens applikationer, hvor det har vist sig ikke at være muligt at gå tilbage til de underliggende data for andre end de, der har udviklet løsningerne, selv om konsekvenserne af bias i de underliggende data har seriøse negative konsekvenser.

#### 4.7. Scenarier for udviklingen i kunstig intelligens i Danmark

Respondenterne er endvidere blevet bedt om at forholde sig til en række potentielle udviklingstendenser i Danmark i tilknytning til kunstig intelligens og dets mulige effekter. De identificerede potentielle trends udspringer dels af diverse artikler og medieomtale af mulige effekter af kunstig intelligens dels af de gennemgåede analyser og forskningsrapporter. I den forstand er de identificerede trends ikke en udtømmende liste, men en række mulige udviklingstendenser, som interviewene i forskelligt omfang har peget på som sandsynlige trends. Potentielle udviklingstendenser drevet af udviklingen i kunstig intelligens

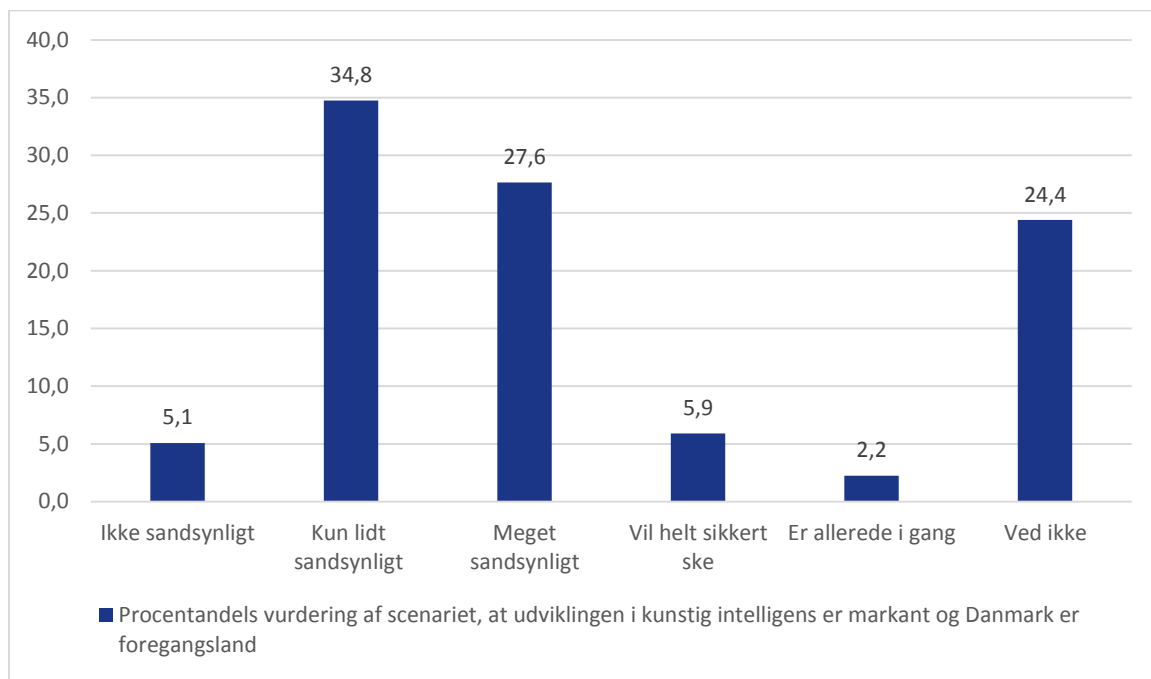
De følgende 13 tabeller præsenterer respondenternes vurdering af sandsynligheden af en række udviklingstendenser, som er identificeret på baggrund af litteraturgennemgang og den debat, der har været i medier om kunstig intelligens teknologier samt tidligere analyser, som Teknologisk Institut har gennemført relateret til området. De enkelte tabeller er ikke kommenteret, men er i stedet opsummeret i Tabel 10.

**Figur 33: Hvordan vil du vurdere følgende scenarie i forhold til, at udviklingen og udnyttelsen af kunstig intelligens sker inden for nicheområder i de mellemstore og store virksomheder**



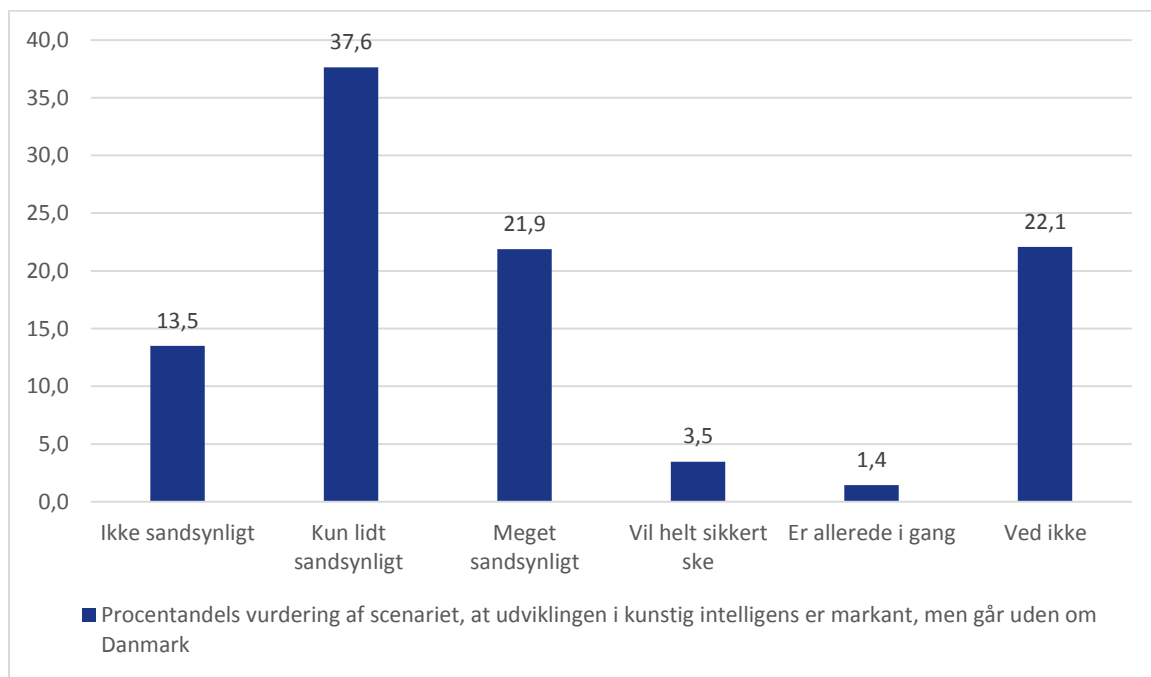
N=492

**Figur 34: Hvordan vil du vurdere følgende scenarie i forbindelse med kunstig intelligens i Danmark? - Udviklingen inden for kunstig intelligens bliver eksponentiel og Danmark ligger i front på flere områder**



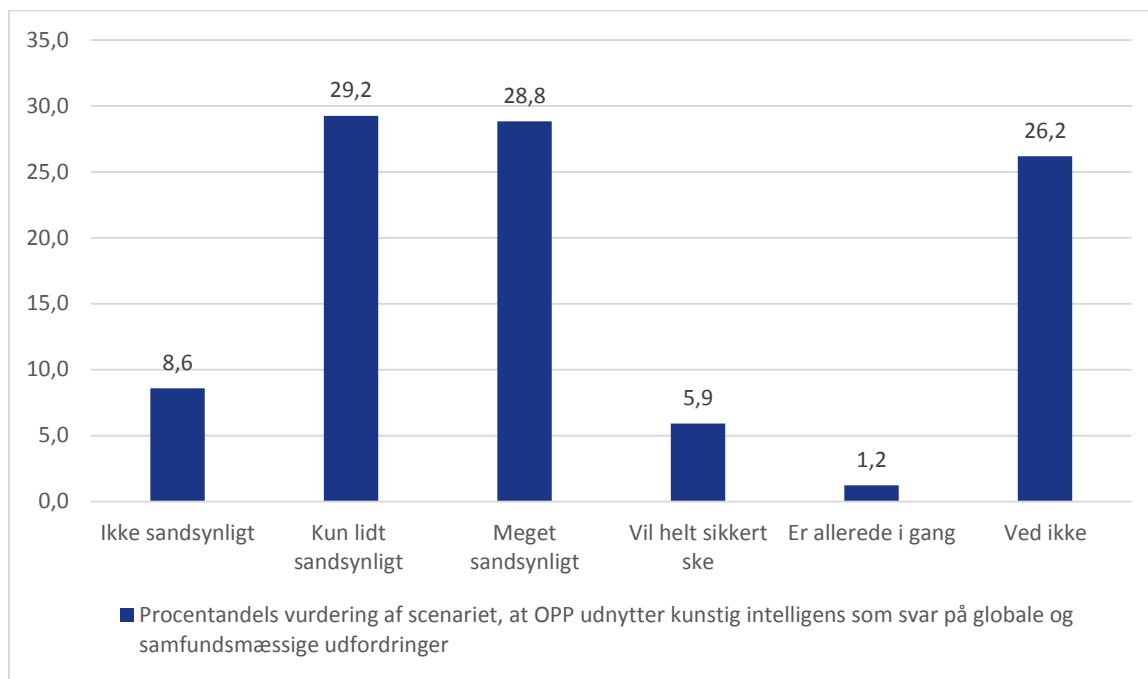
N=492

**Figur 35: Hvordan vil du vurdere følgende scenarie i forbindelse med kunstig intelligens i Danmark? - Udviklingen inden for kunstig intelligens bliver eksponentiel, men går uden om Danmark**



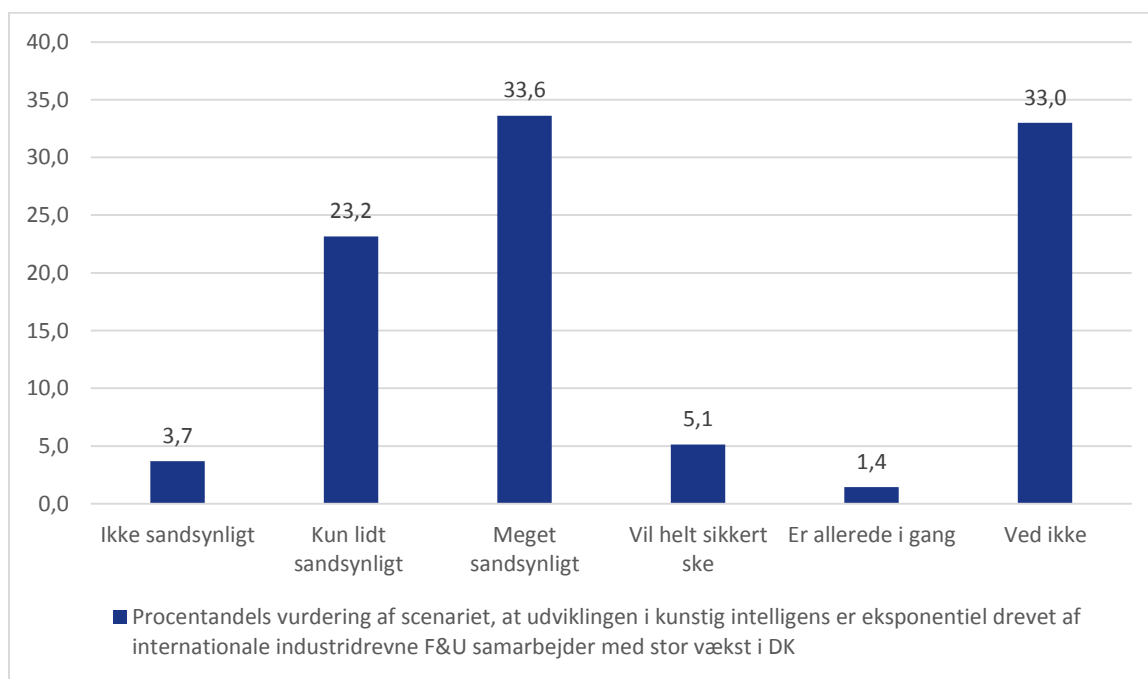
N=489

**Figur 36: Hvordan vil du vurdere følgende scenarie i forbindelse med kunstig intelligens i Danmark? - OPP bliver rammen om udvikling af en række løsninger som udnytter kunstig intelligens som svar på globale samfundsmæssige udfordringer**



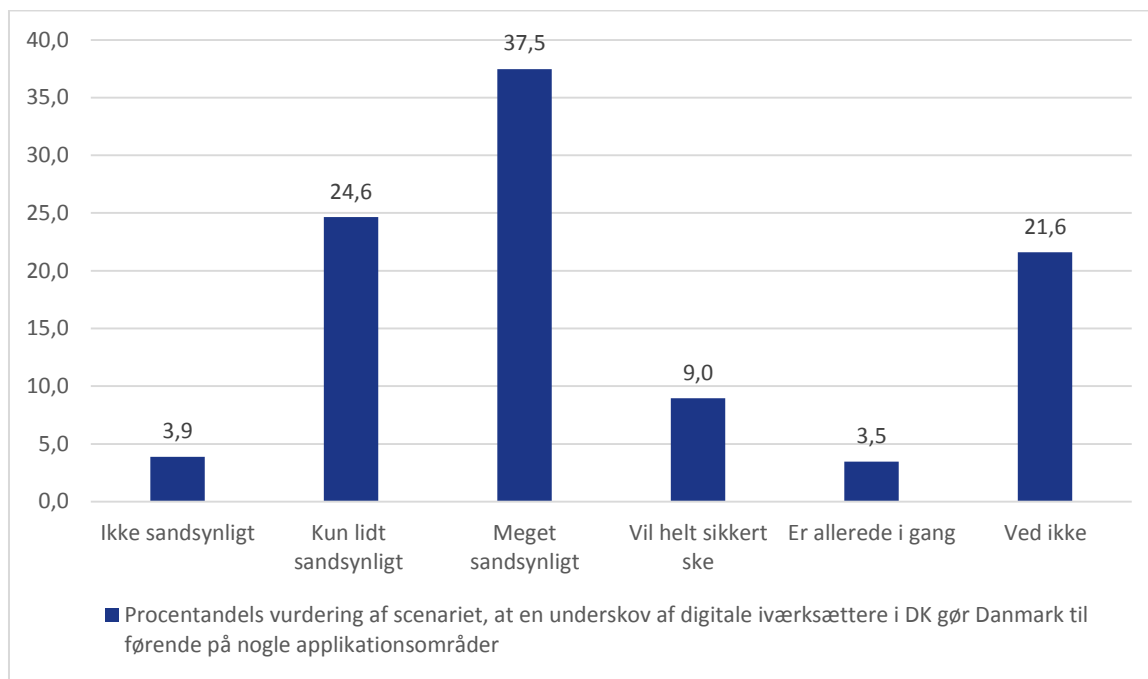
N=489

**Figur 37: Hvordan vil du vurdere følgende scenarie i forbindelse med kunstig intelligens i Danmark? - Udviklingen i kunstig intelligens er eksponentiel drevet af internationale industridrevne F&U samarbejder med stor vækst i DK**



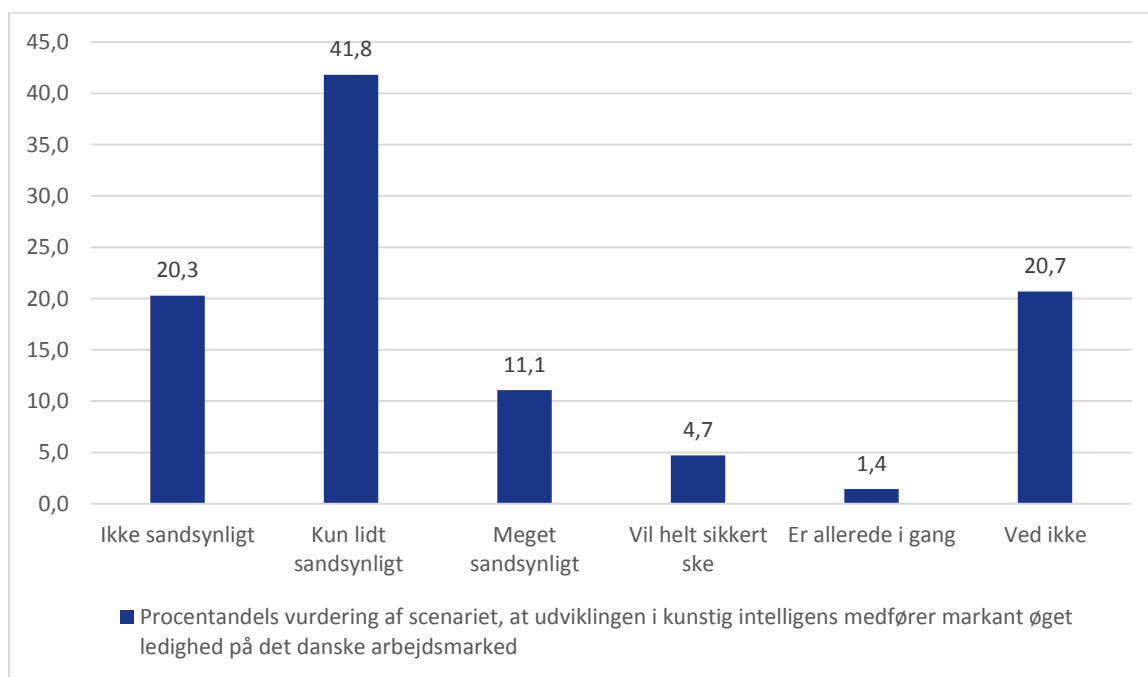
N=488

**Figur 38: Hvordan vil du vurdere følgende scenarie i forbindelse med kunstig intelligens i Danmark? - En underskov af digitale iværksættere i DK gør Danmark til førende på nogle applikationsområder**



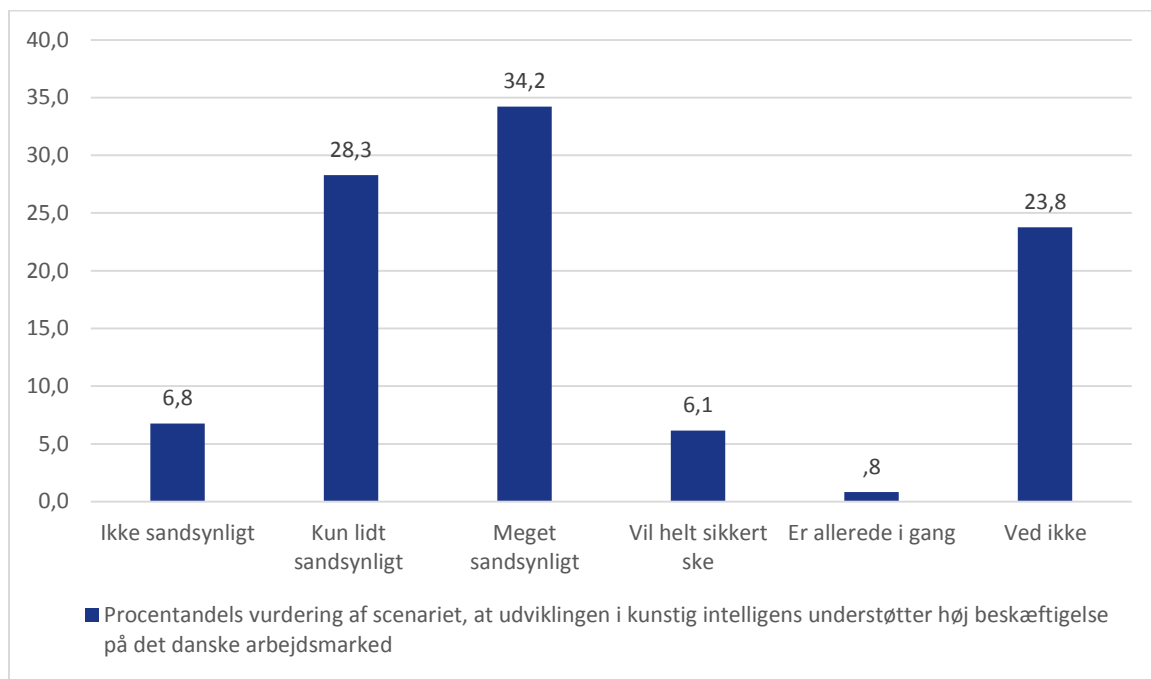
N=491

**Figur 39: Hvordan vil du vurdere følgende scenarie i forbindelse med kunstig intelligens i Danmark? - Udviklingen i kunstig intelligens medfører markant øget ledighed på det danske arbejdsmarked**



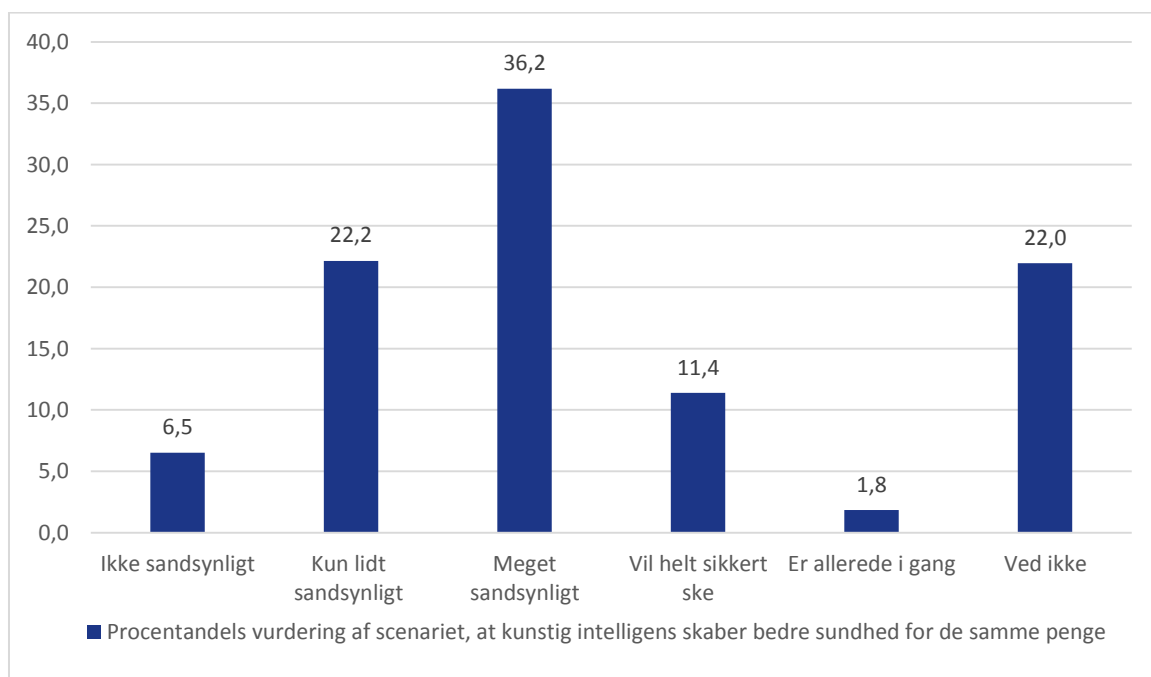
N=488

**Figur 40: Hvordan vil du vurdere følgende scenarie i forbindelse med kunstig intelligens i Danmark? - Udviklingen i kunstig intelligens understøtter høj beskæftigelse på det danske arbejdsmarked**



N=488

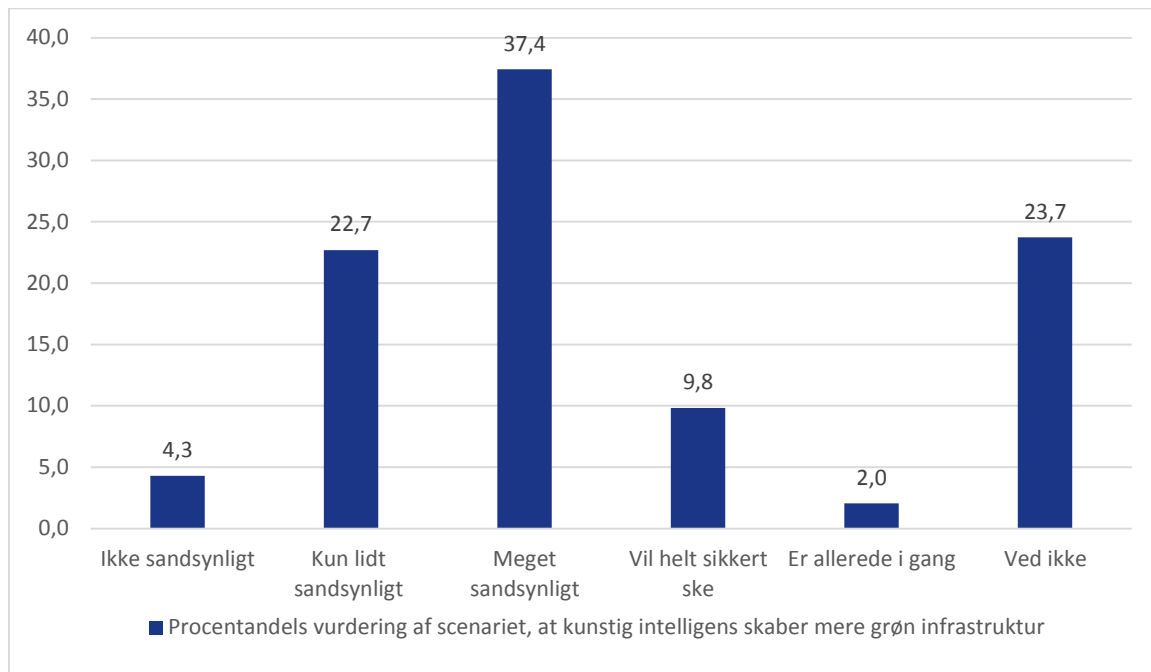
**Figur 41: Hvordan vil du vurdere følgende scenarie i forbindelse med kunstig intelligens i Danmark? - Bedre sundhed for de samme penge**



N=492

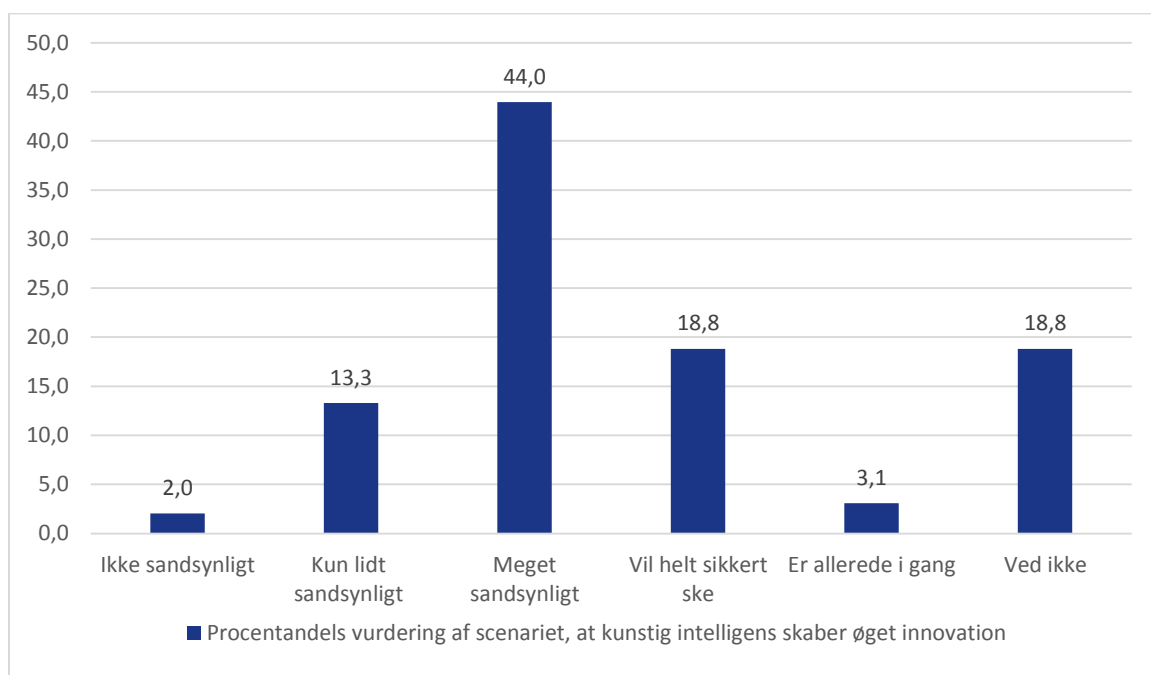


**Figur 42: Hvordan vil du vurdere følgende scenarie i forbindelse med kunstig intelligens i Danmark? - Mere grøn infrastruktur**



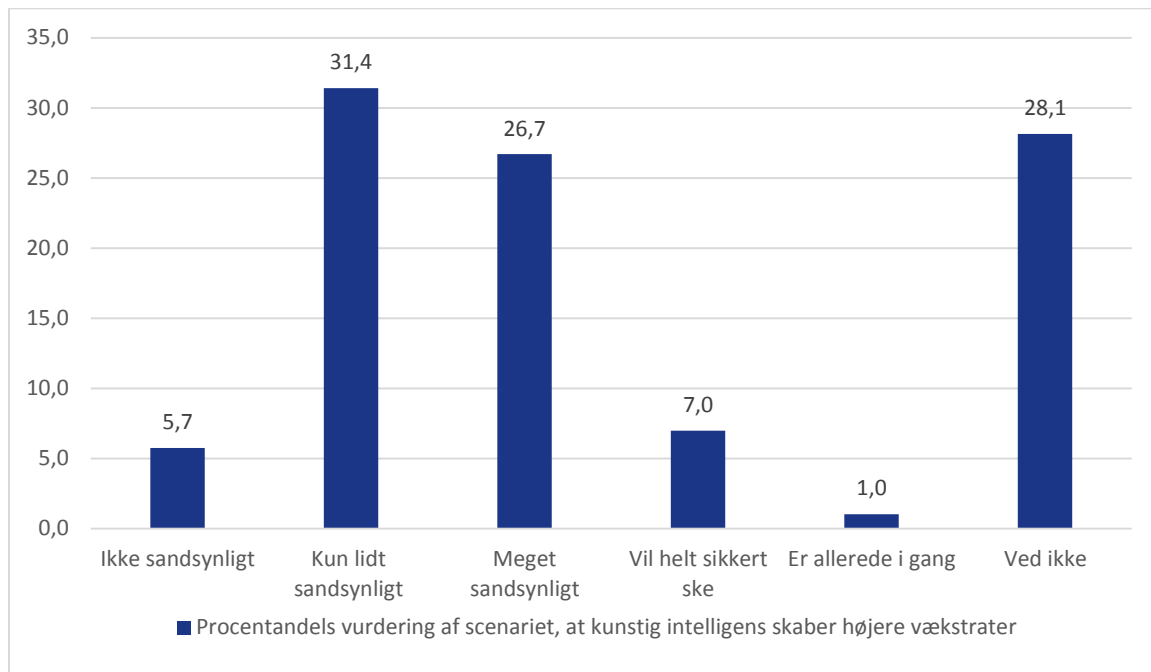
N=489

**Figur 43: Hvordan vil du vurdere følgende scenarie i forbindelse med kunstig intelligens i Danmark? - Øget innovation**



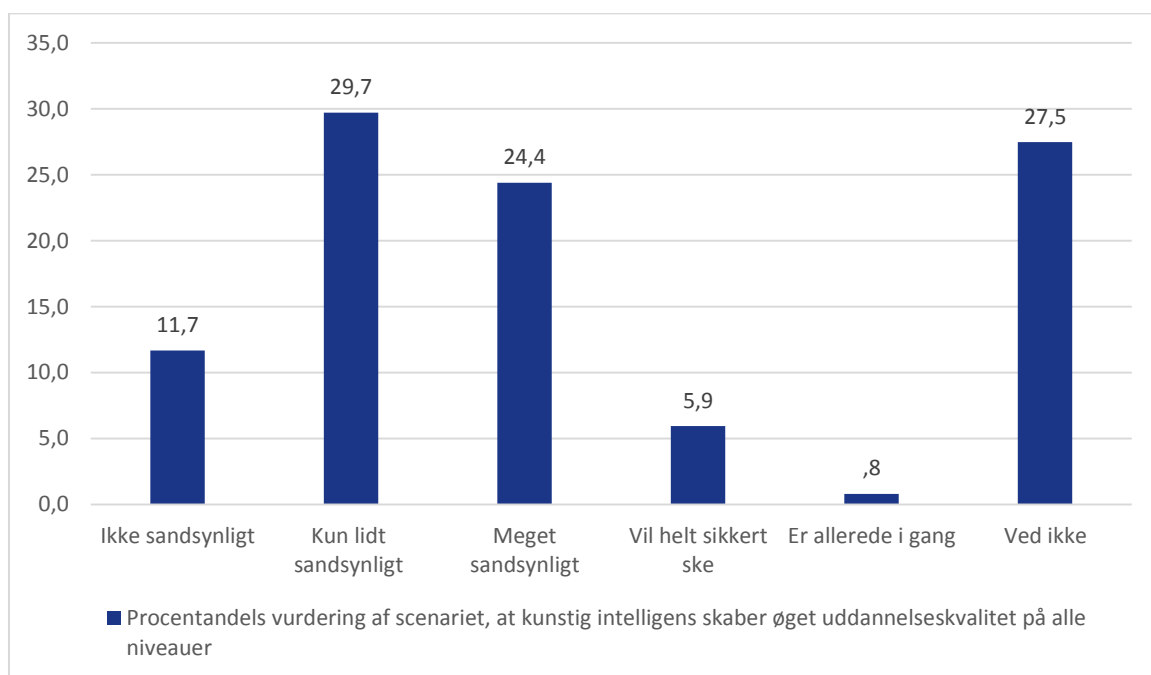
N=489

**Figur 44: Hvordan vil du vurdere følgende scenarie i forbindelse med kunstig intelligens i Danmark? - Højere vækstrater**



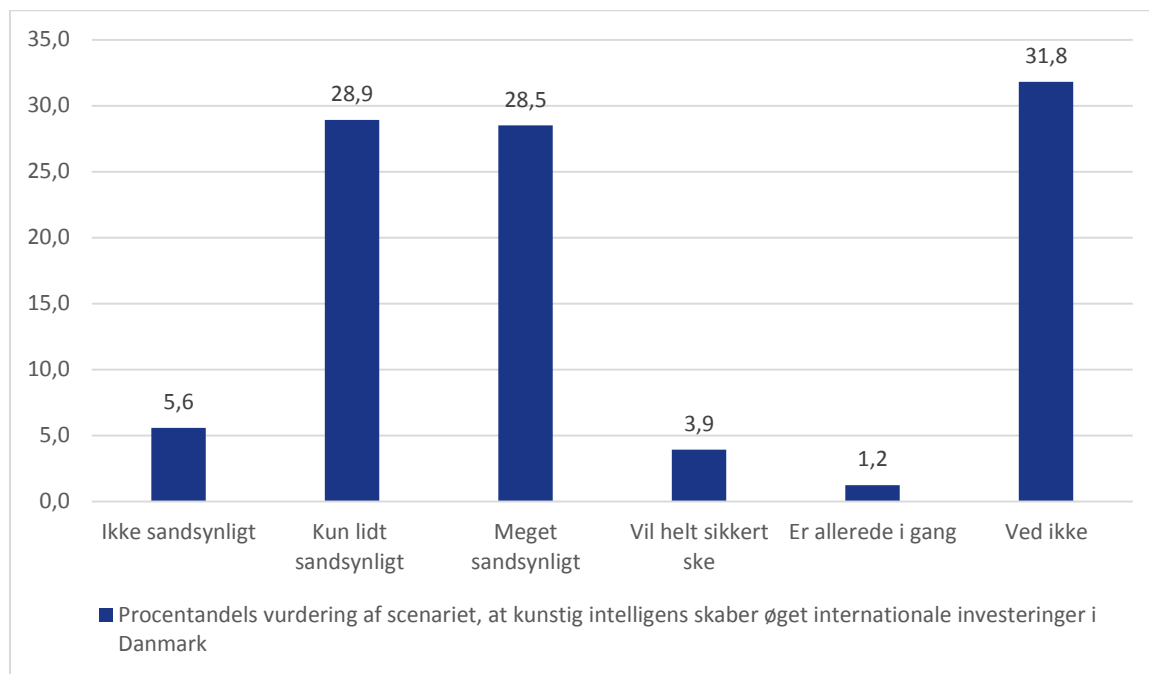
N=487

**Figur 45: Hvordan vil du vurdere følgende scenarie i forbindelse med kunstig intelligens i Danmark? - Øget uddannelseskvalitet på alle niveauer**



N=488

**Figur 46: Hvordan vil du vurdere følgende scenarie i forbindelse med kunstig intelligens i Danmark? - Øgede internationale investeringer i Danmark**



N=484

**Tabel 10: Opsummering af potentielle udviklingstendenser**

Scenarie	Gennemsnit	Median	N
Udnyttelsen af kunstig intelligens sker inden for nicheområder og store virksomheder	3,65	4	412
Udviklingen inden for kunstig intelligens bliver eksponentiel, og Danmark ligger i front på flere områder	2,54	2	372
Udviklingen inden for kunstig intelligens bliver eksponentiel, men går uden om Danmark	2,25	2	381
OPP bliver rammen om udvikling af en række løsninger som udnytter kunstig intelligens som svar på globale samfundsmæssige udfordringer	2,48	2	361
Udviklingen i kunstig intelligens er eksponentiel drevet af internationale industridrevne F&U samarbejder med stor vækst i DK	2,66	3	327
En underskov af digitale iværksættere i DK gør Danmark til førende på nogle applikationsområder	2,79	3	385
Udviklingen i kunstig intelligens medfører markant øget ledighed på det danske arbejdsmarked	2,06	2	387
Udviklingen i kunstig intelligens understøtter høj beskæftigelse på det danske arbejdsmarked	2,55	3	372
Bedre sundhed for de samme penge	2,74	3	384
Mere grøn infrastruktur	2,77	3	373
Øget innovation	3,09	3	397
Højere vækstrater	2,53	2	350
Øget uddannelseskvalitet på alle niveauer	2,37	2	353
Øget internationale investeringer i Danmark	2,51	2	330

Som nævnt ovenfor opsummerer Tabel 10 de foregående tretten figurer og præsenterer svarerne i forhold til de enkelte udviklingstendenser. For flere af figurene tyder svarerne på en stor usikkerhed.

I denne sammenhæng er det vigtigt at understrege, at scenarie- og fremsynsmetoder er redskaber til at håndtere og kvalificere strategiske overvejelser om udviklingstendenser, som kan få store og vidtrækkende både positive og/eller negative konsekvenser afhængigt af udviklingsretningen. Gennem scenarieprocesser kan man på systematisk vis tidligt identificere udviklingsdynamikker og også skift i disse. Derfor er scenarieprocesser, hvis de anvendes metodisk korrekt, et vigtigt redskab til at opbygge et strategisk beredskab som grundlag for beslutningsprocesser også på samfundsniveau, som fx Finland, der har indlejret scenarie- og fremsynsmetoder i hele deres politiske planlægning. Overordnet vurderes de fleste scenarier til at være et sted mellem kun *lidt sandsynligt* og *meget sandsynligt*, da de fleste har et gennemsnit på mellem 2 og 3. To af scenarierne især skiller sig ud, idet der er mere end 50%, som vurderer, at scenariet er enten *meget sandsynligt*, eller *vil helt sikkert ske*, eller *'er allerede i gang'*. Det drejer sig om scenariet, at det er 'store virksomheder, der driver udviklingen i Danmark inden for nicheområder', hvor hele 20% peger på, at udviklingen allerede er i gang. Endvidere mener de også, at kunstig intelligens vil medføre øget innovation. Det mindst sandsynlige scenarie er, at kunstig intelligens vil føre til øget ledighed.

Respondenterne blevet bedt om at forholde sig til, hvorvidt Danmark har de rigtige kompetencer til at udnytte kunstig intelligens i konkurrenceøjemed, hvis man ser 5-8 år fremad.

**Figur 47: I hvilket omfang vurderer du, at Danmark inden for de næste 5-8 år har kompetencerne til at udnytte kunstig intelligens i en international konkurrence?**

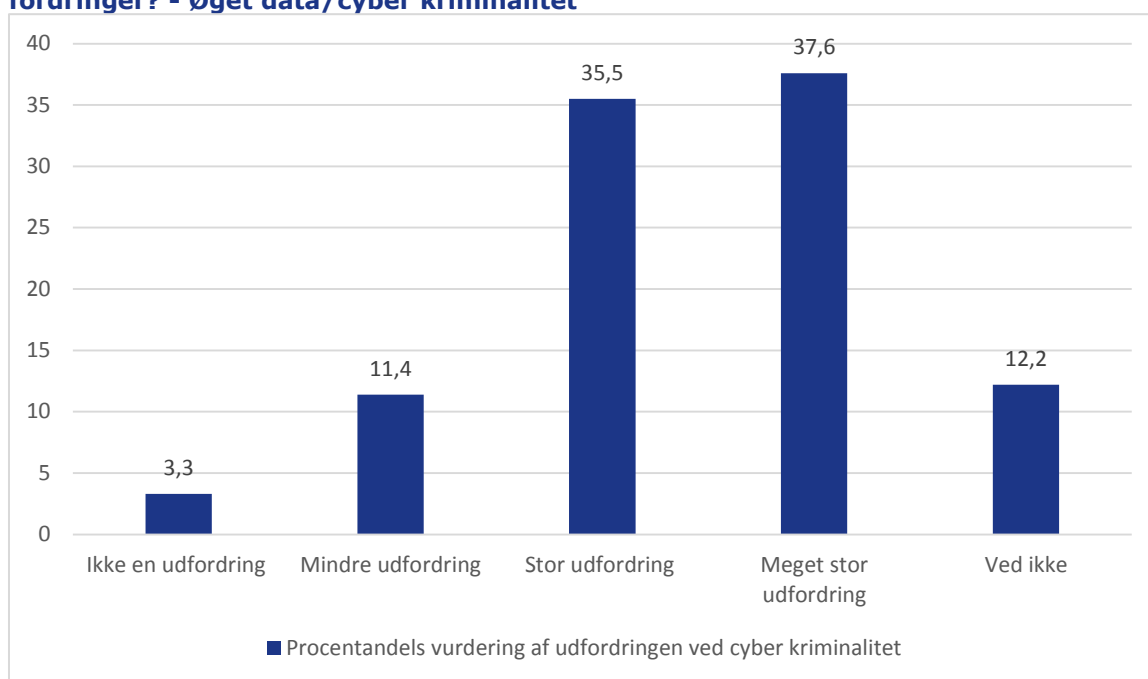


N=516

Hele 42% siger *ved ikke*, og omkring 25% vurderer, at kompetencerne er utilstrækkelige i et eller andet omfang (1/4). Lidt over 1/5 vurderer, at vi i et eller andet omfang har de rigtige kompetencer. Svarerne kunne tyde på, at det bliver helt afgørende, at vi følger

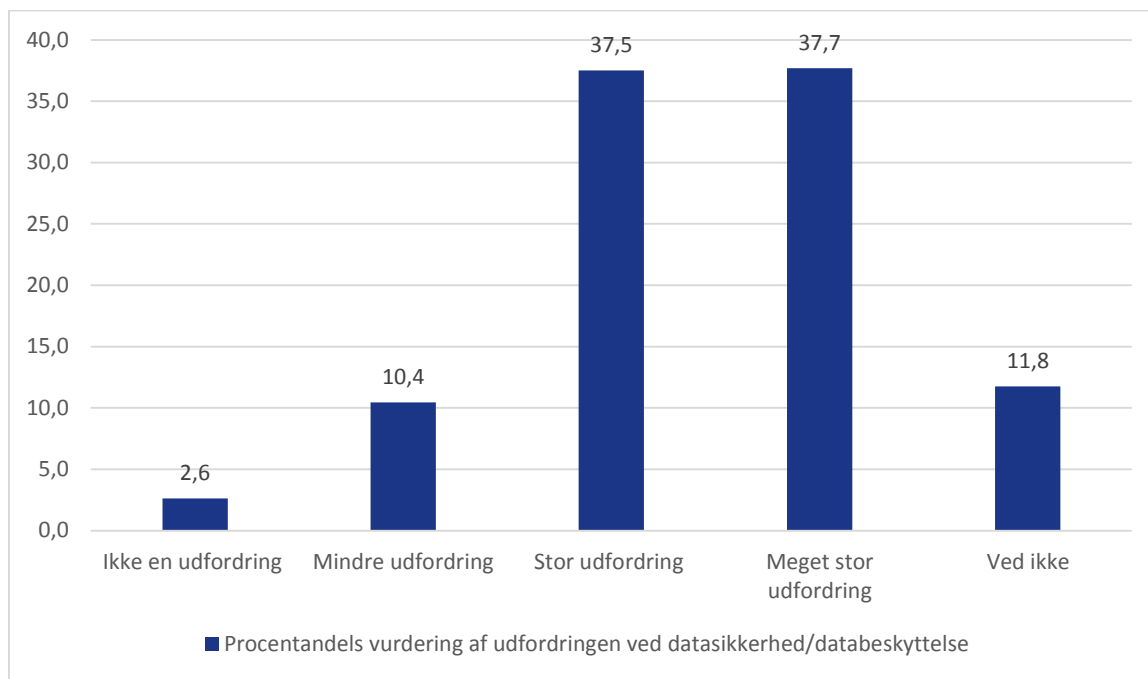
udviklingen tæt, og hvordan den slår igennem både på brancheniveau og i forhold til jobfunktioner og får kommunikeret dette, som grundlag for udviklingen af vores uddannelsessystem, ikke mindst vores efter-videreuddannelse, og at arbejdsmarkedets parter på alle niveauer har en central rolle i forhold til at sikre dette. Samtidig er det værd at rejse spørgsmålet om, hvorvidt vi i Danmark har de rigtige overvågningsredskaber til at understøtte et responsivt uddannelses- og efter-videreuddannelsessystem.

**Figur 48: Inden for de næste 5-8 år, hvordan vurderer du følgende risici for Danmark i forhold til udviklingen i kunstig intelligens, hvis vi ikke allerede nu adresserer disse udfordringer? - Øget data/cyber kriminalitet**



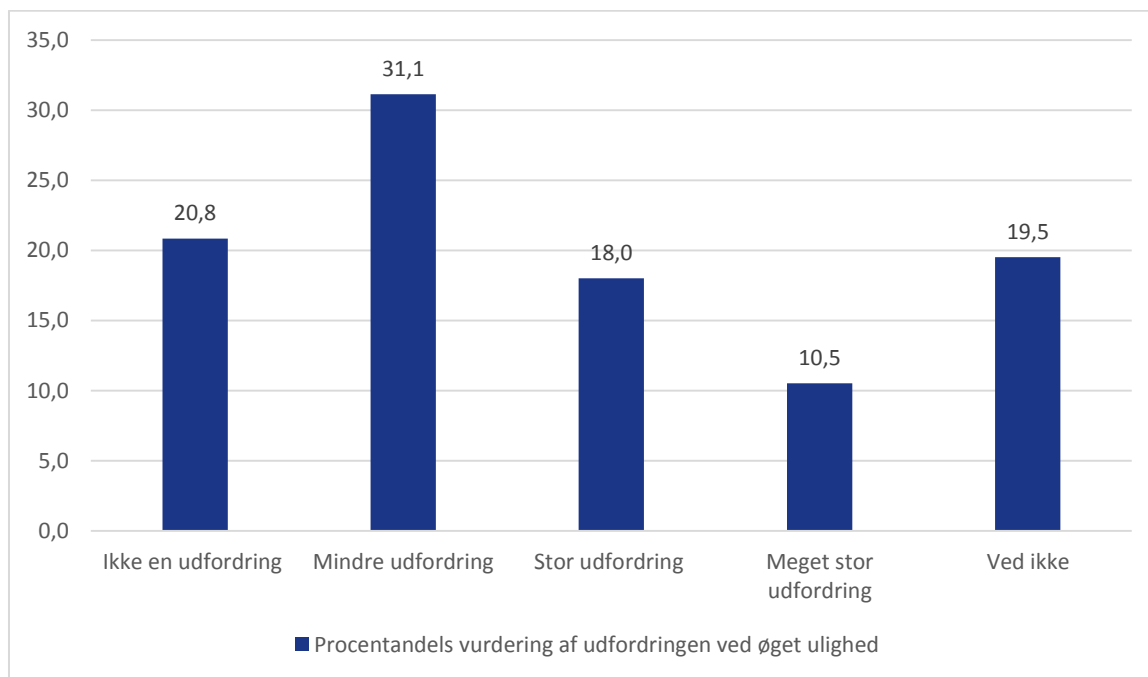
*n=543*

**Figur 49: Inden for de næste 5-8 år, hvordan vurderer du følgende risici for Danmark i forhold til udviklingen i kunstig intelligens, hvis vi ikke allerede nu adresserer disse udfordringer? - Kan ikke håndtere databeskyttelse/datasikkerhed**



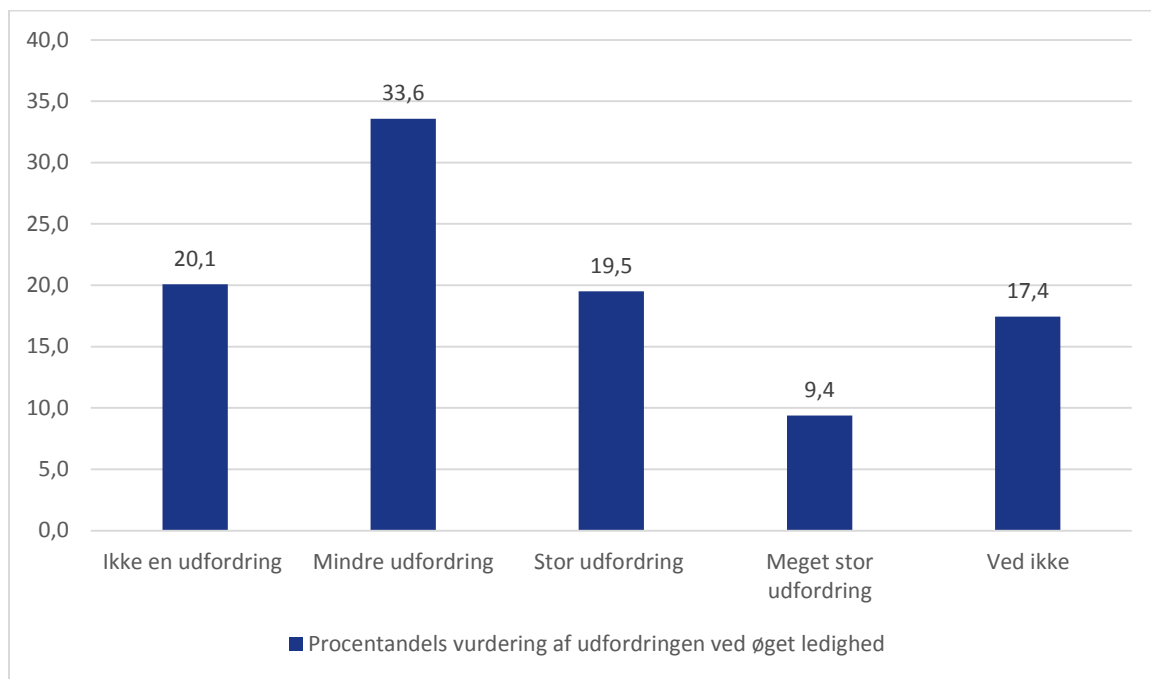
n=536

**Figur 50: Inden for de næste 5-8 år, hvordan vurderer du følgende risici for Danmark i forhold til udviklingen i kunstig intelligens, hvis vi ikke allerede nu adresserer disse udfordringer? - Øget Ulighed**



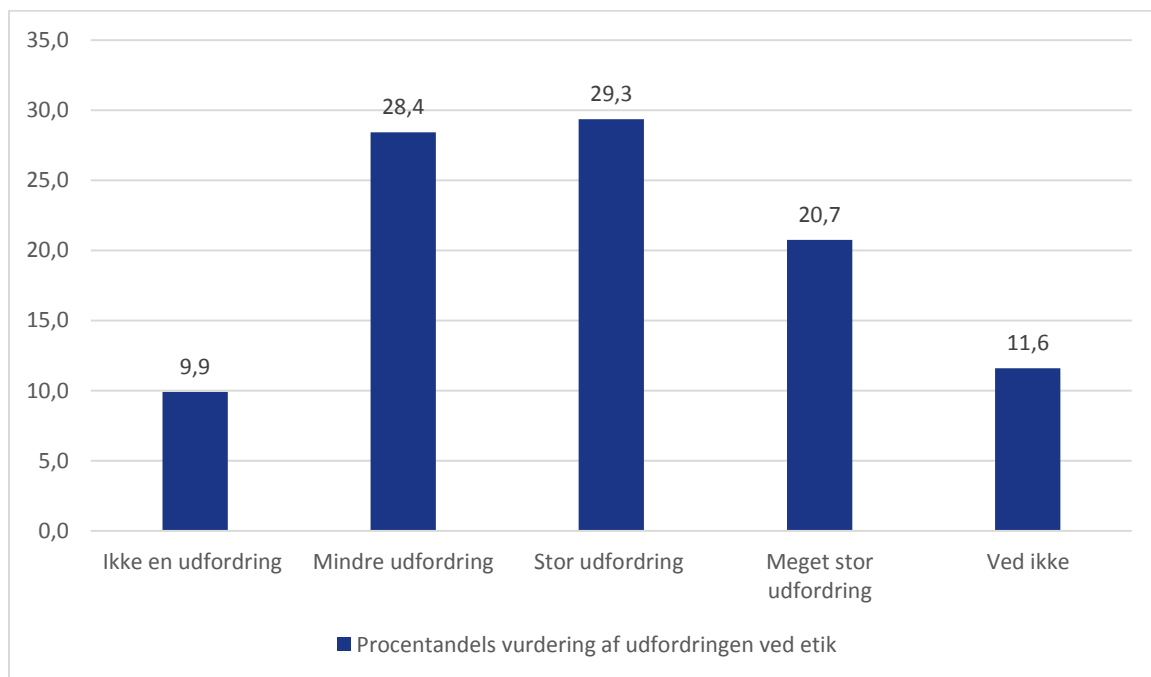
n=533

**Figur 51: Inden for de næste 5-8 år, hvordan vurderer du følgende risici for Danmark i forhold til udviklingen i kunstig intelligens, hvis vi ikke allerede nu adresserer disse udfordringer? - Øget ledighed**



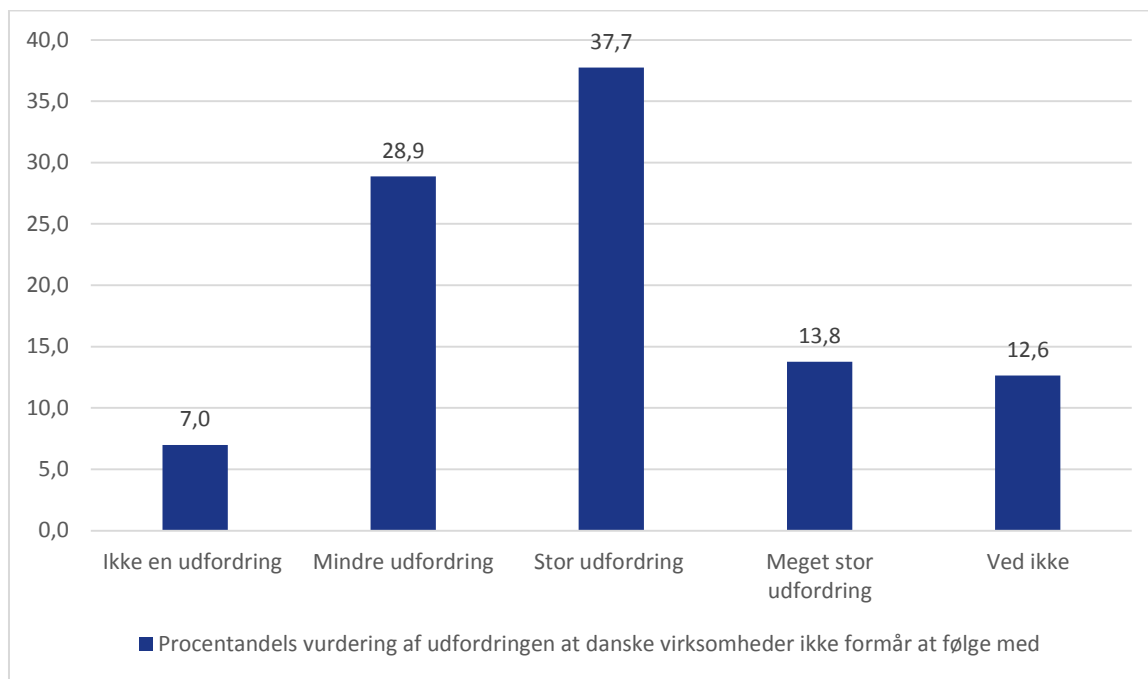
n=533

**Figur 52: Inden for de næste 5-8 år, hvordan vurderer du følgende risici for Danmark i forhold til udviklingen i kunstig intelligens, hvis vi ikke allerede nu adresserer disse udfordringer? - Ethiske udfordringer**



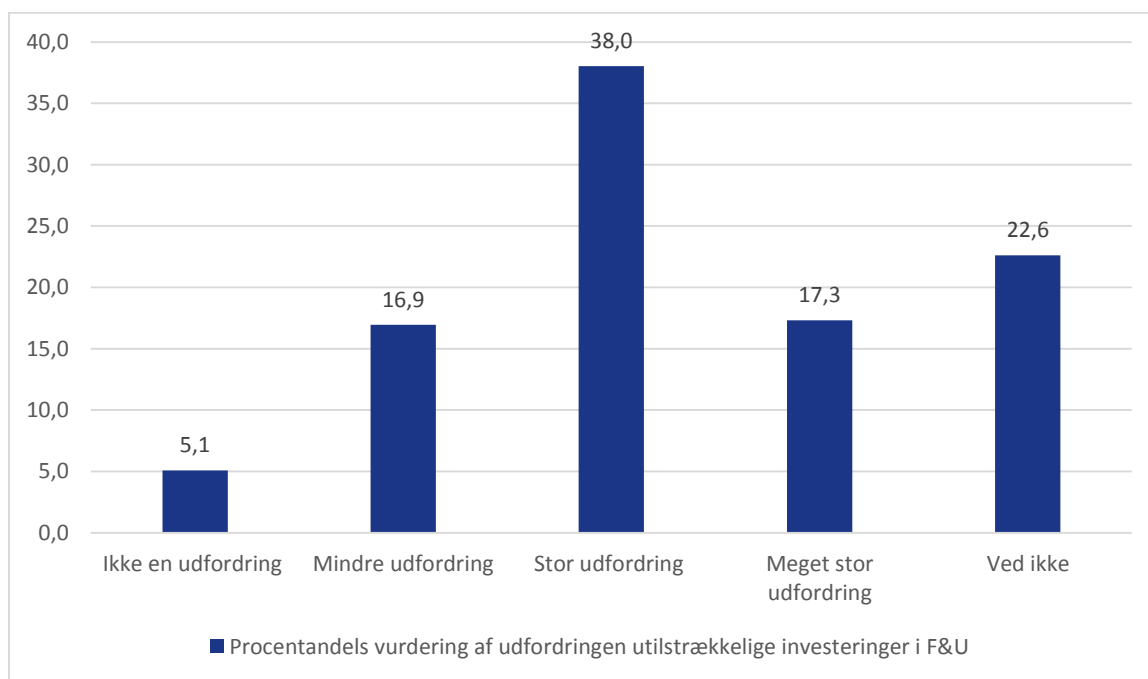
n=535

**Figur 53: Inden for de næste 5-8 år, hvordan vurderer du følgende risici for Danmark i forhold til udviklingen i kunstig intelligens, hvis vi ikke allerede nu adresserer disse udfordringer? - De danske virksomheder formår ikke at følge med**



n=530

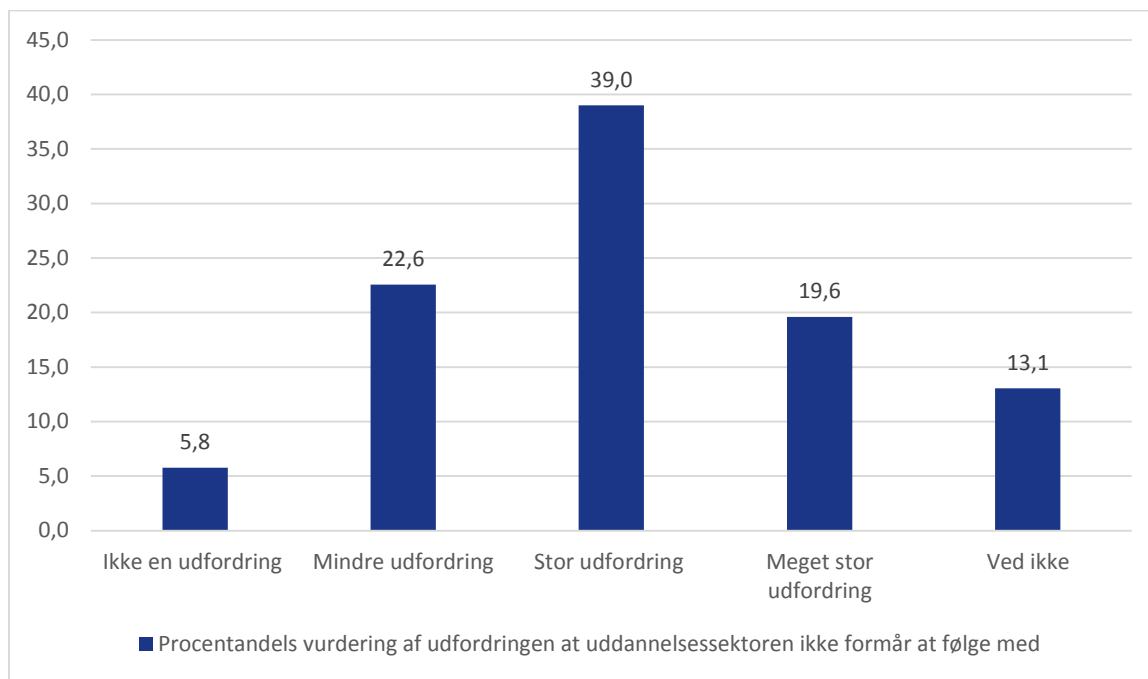
**Figur 54: Inden for de næste 5-8 år, hvordan vurderer du følgende risici for Danmark i forhold til udviklingen i kunstig intelligens, hvis vi ikke allerede nu adresserer disse udfordringer? - Utilstrækkelige investeringer i F&U**



n=531

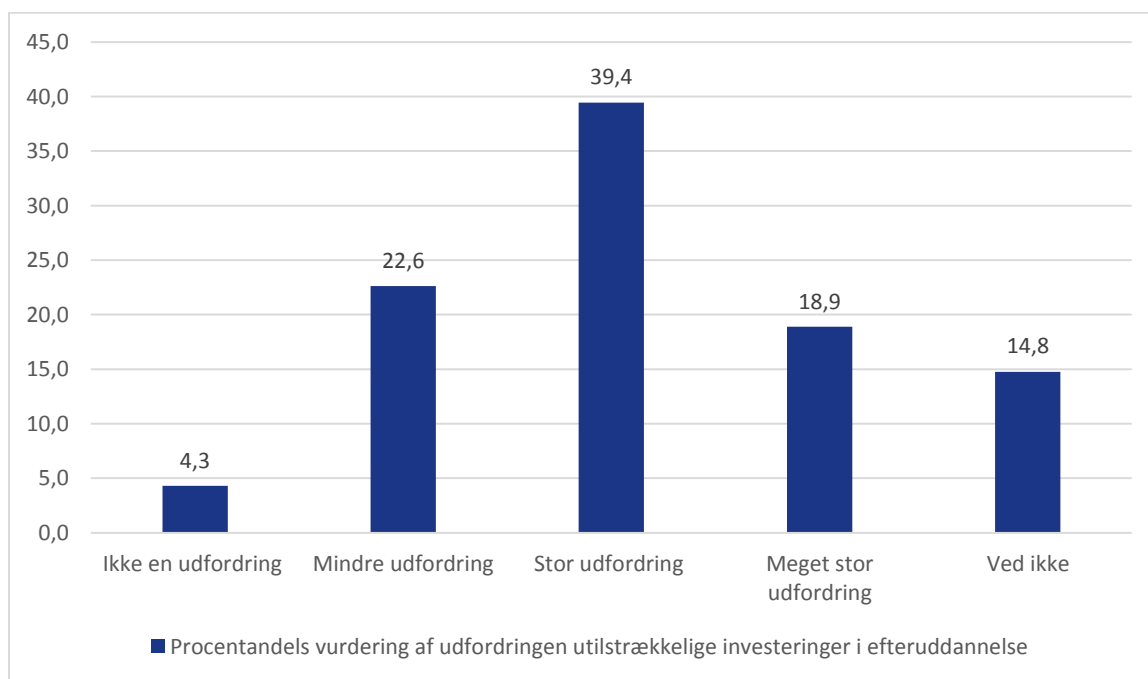


**Figur 55: Inden for de næste 5-8 år, hvordan vurderer du følgende risici for Danmark i forhold til udviklingen i kunstig intelligens, hvis vi ikke allerede nu adresserer disse udfordringer? - Uddannelsessektoren formår ikke at følge med**



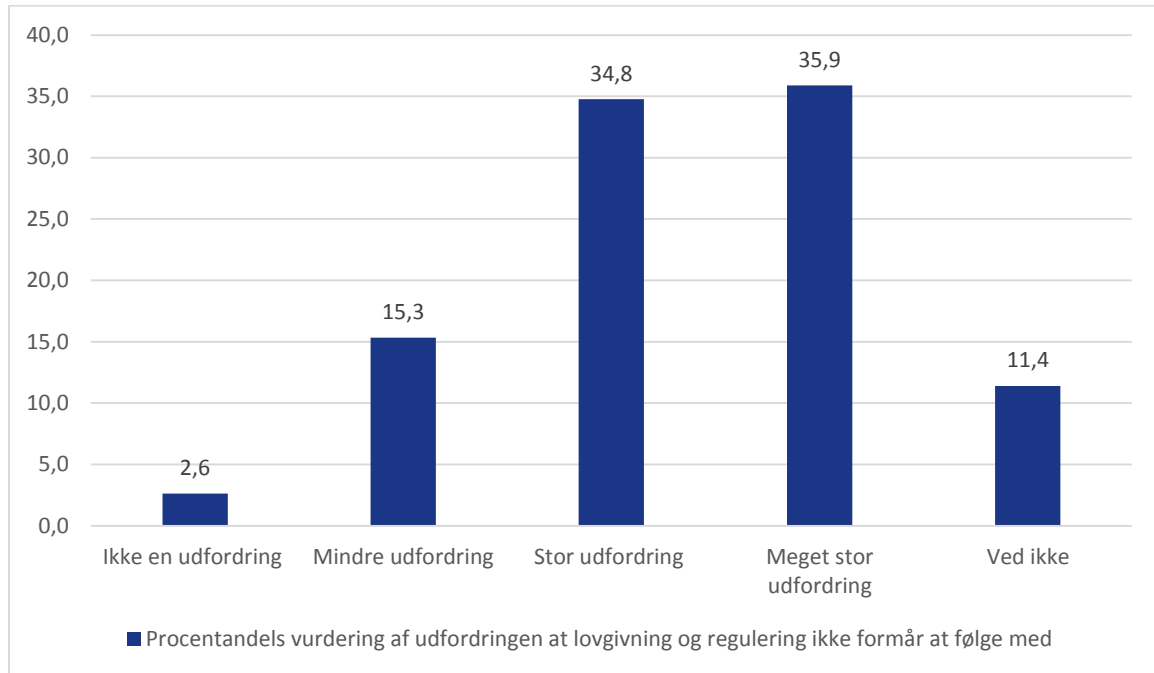
n=536

**Figur 56: Inden for de næste 5-8 år, hvordan vurderer du følgende risici for Danmark i forhold til udviklingen i kunstig intelligens, hvis vi ikke allerede nu adresserer disse udfordringer? - Utilstrækkelige investeringer i efter-videreuddannelse**



n=535

**Figur 57: Inden for de næste 5-8 år, hvordan vurderer du følgende risici for Danmark i forhold til udviklingen i kunstig intelligens, hvis vi ikke allerede nu adresserer disse udfordringer? - Lovgivning og regulering formår ikke at følge med**



*n=535*

## 5. Sammenskrivning af interview

For at afdække synspunkter og perspektiver på udviklingen i kunstig intelligens er der gennemført 11 interview med et udvalg af SIRI-Kommissionens medlemmer samt fem internationale ekspertinterview. Som grundlag for interviewene har vi udviklet en semi-struktureret spørgeramme. Litteraturgennemgangen har dannet grundlag for udvikling af spørgerammen. Interviewene har omhandlet udviklingstendenser i kunstig intelligens i forhold til arbejdsmarkedet og kompetencekrav og konsekvenser i forhold til vores uddannelsessystem og "den danske model". Endvidere har interviewene fokuseret på potentialer og barrierer i forhold til en dansk vækst- og innovationsdagsorden, og respondenterne er blevet bedt om at identificere eventuelle politiske prioriteringer og indsatsområder. Interviewene er efter aftale med respondenter anonymiseret. Af tidsmæssige årsager er det sidste tema i flere tilfælde kun berørt i et begrænset omfang.

### 5.1. Udviklingstendenser i forhold til kunstig intelligens

Flere respondenter peger på, at begrebet kunstig intelligens kan være vanskeligt at få greb om, da der ikke er en fælles anerkendt definition af, hvad kunstig intelligens er. Blandt forskere og i forskellige forskningsgrene lægges der vægt på forskellige aspekter af kunstig intelligens, herunder spørgsmålet om, hvorvidt det over tid vil være muligt at udvikle computere med menneskelignende intelligens. Helt tilbage i 1955 blev grundstenen lagt til kunstig intelligens som et selvstændigt forskningsområde.<sup>46</sup> Dengang lige som nu var der diskussioner om selve begrebet.

En af eksperterne påpeger, at forskere fortsat ikke er nået til enighed om, hvad der konstituerer *menneskelig intelligens*. Endvidere påpeger han, at begrebet *kunstig intelligens* er uheldigt, fordi det på en gang kan skabe urealistiske forventninger, men også en ubegrundet frygt for konsekvenserne af udviklingen. Endvidere påpeger en af de danske eksperter, at selv om der er sket en markant udvikling i kunstig intelligens i de sidste år, så er den primært betinget af computerens øgede regnekraft kombineret med en markant vækst i data, og at der ifølge hans vurdering intet er, som taler for, at computere er på vej til at blive tænkende og empatiske eller det modsatte. En af de udenlandske eksperter bruger følgende analogi til at underbygge sine argumenter:

*"At påstå, at vi inden for de næste årtier er ved at være der, hvor computere er blevet intelligente som mennesker, svarer til, at man er godt på vej til at nå månen, når man er klatret op i toppen af et træ."*

Da IBM i USA i juni 2016 gav indspil til præsident Obamas offentlige høring om kunstig intelligens, brugte de begreber som *augmented intelligence*<sup>47</sup> og *cognitive technologies* for at understrege teknologiernes specifikke karakteristika som teknologier, der øger muligheden for videndannelse komplementær til den menneskelige intelligens.

I et par af interviewene skabte brugen af begrebet *kunstig intelligens* en vis usikkerhed, hvilket ikke var tilfældet, når vi talte om de specifikke teknologier. Selv om kunstig intelligens allerede har skabt medieoverskrifter, taler meget således for, at SIRI-

<sup>46</sup> <http://www.forbes.com/sites/gilpress/2016/08/28/artificial-intelligence-defined-as-a-new-research-discipline-this-week-in-tech-history/#38e720ec7b47>

<sup>47</sup> [http://www.informationweek.com/government/leadership/ibm-ai-should-stand-for-augmented-intelligence/d/d-id/1326496?cm\\_mc\\_uid=22678818201514536429089&cm\\_mc\\_sid\\_50200000=1479375043](http://www.informationweek.com/government/leadership/ibm-ai-should-stand-for-augmented-intelligence/d/d-id/1326496?cm_mc_uid=22678818201514536429089&cm_mc_sid_50200000=1479375043)

Kommissionen i sin eksterne kommunikation vælger andre begreber end kunstig intelligens. Fordelen ved det vil endvidere være, at det vil give et bedre grundlag for at overvåge ændringer i job- og kompetencekrav, som en af de internationale eksperter påpeger. Årsagen er, som vi allerede nu kan se, at spredningen og udnyttelsen af specifikke teknologier under samlebegrebet kunstig intelligens (AI) varierer, og kunstig intelligens er for upræcist et begreb til at forstå udviklingen i job- og kompetencekrav, understreger den internationale ekspert.

Ikke desto mindre er alle interviewede enige om, at udviklingen inden for kunstig intelligens/AI indeholder potentialer, som vi måske knap nok forstår omfanget af. En af årsagerne er udviklingshastigheden kombineret med den store volumen i investeringer i F&U inden for kunstig intelligens drevet af de store multinationale virksomheder som Google, IBM, Microsoft, Facebook og Amazon. Det er ydermere konsolideret ved, at Microsoft fx i september i år samlede sin forskningsindsats globalt i en AI forskningsenhed<sup>48</sup> med ca. 5.000 forskere på globalt plan. Endvidere har IBM, Microsoft, GOOGLE, Amazon og Facebook i september 2016 indgået et partnerskab om kunstig intelligens med det formål at fremme forståelsen af potentialer men også potentielle risici i kunstig intelligens i offentligheden gennem tværfaglig F&U, og ved at komme med anbefalinger i forhold til etik inklusion, transparens og samarbejde mellem mennesker og AI systemer.<sup>49</sup>

Tilstedeværelsen af de store multinationale virksomheder i Danmark har også betydning for de danske virksomheder og forskningsmiljøer, som der gives flere eksempler på i interviewene.

At kunstig intelligens indeholder uanede potentialer i det kommende årti illustreres blandt andet af et eksempel fra Microsoft, som vurderer, at de ved hjælp af kunstig intelligens er i stand til at udvikle software, der kan opdage syge celler. Microsoft arbejder blandt andet på at udvikle en molekylær computer bygget på DNA, som kan leve i cellerne og lede efter fejl som fx cancer. Spotter disse DNA-computere celleforandringer eller fejl, vil de kunne "reboote" systemet og på den måde fjerne de syge celler.<sup>50</sup> Udviklingen er et eksempel på, hvordan teknologien i stigende omfang kan komme til at forstærke og samvirke med fagspecialister.<sup>51</sup>

Selvom kunstig intelligens teknologier rummer store muligheder, er der dog flere af interviewpersonerne, som mener, at udviklingen ikke går nær så hurtigt, som man ser fremstillet i medierne. I nogle brancher, fx inden for transport, er der sikkerhedsmæssige forhold, der skal afklares også i forhold til nuværende lovgivning, som en respondent påpeger. En anden årsag er de mange SMV'er i traditionelle brancher og en manglende rentabilitet i mange brancher med mange ufaglærte. Kombinationen af lave lønninger og en høj effektivitet gør det mindre attraktivt i alt fald for nærværende for mange virksomheder at begynde at spekulere i løsninger, der bygger på kunstig intelligens, vurderer nogle af respondenterne, især hvis der for nylig er investeret i fx en ny vognpark. Dette er muligvis rigtigt, men den manglende investeringsvilje kan også skyldes, at mange danske virksomheder endnu ikke har fået øjnene op for de forretningsmuligheder, der ligger i at udnytte alle de underliggende data til at udvikle helt nye serviceydelser, som

<sup>48</sup> <https://news.microsoft.com/2016/09/29/microsoft-expands-artificial-intelligence-ai-efforts-with-creation-of-new-microsoft-ai-and-research-group/#sm.001i9q8xf11fhd44y4g18aowpxdn0>

<sup>49</sup> <http://fortune.com/2016/09/28/ai-partnership-facebook-google-amazon/>

<sup>50</sup> <https://universe.ida.dk/artikel/microsoft-vi-har-loest-kraeftens-gaade-inden-for-et-aarti-34609/>

<sup>51</sup> Interview med Microsoft

ISS fx er i gang med sammen med IBM og Mærsk inden for godstransport sammen med Microsoft.

## 5.2. Menneske og teknologi

Ingen af de interviewede udtrykker frygt for, at teknologien vil erstatte mennesker og peger i den sammenhæng på, at vi i Danmark traditionelt set har været gode til at omstille os. Dog er der nogle, som er bekymrede for, om uddannelsessystemet og eftervidereuddannelsessystemet - ikke mindst AMU-systemet - hurtigt nok kan opfange udviklingstendenserne og omsætte dem til efteruddannelse med eksempler på vidt forskellige tendenser til, hvordan kunstig intelligens og robotteknologi er ved at blive implementeret i de ufaglærtes arbejdsmarked.

Alle respondenterne understreger vigtigheden af, at det er mennesker, som sætter retningen for udviklingen inden for kunstig intelligens og har perspektiv på, at det ikke bliver på elitens præmisser. I praksis betyder det, som en af respondenterne formulerer det, at teknologien er:

- *Transparent* og til at stole på. Dvs. man skal kunne forstå, hvordan de underliggende algoritmer er konstrueret med perspektiv på at undgå bias i de data, som bruges til at "træne" et AI system, og som også kan ligge i selve algoritmekonstruktionen.<sup>52</sup>
- *Ansvarlig*. Med respekt for bæredygtighed og samfundsmæssige værdier.<sup>53</sup>
- *Inkluderende*. At de teknologiske løsninger bliver anvendelige for alle, og at alle har grundlæggende digitale kompetencer og derfor også er i stand til at forholde sig kritisk til udviklingstendenser, som er helt afgørende for, at det er mennesker, som sætter udviklingsretningen for teknologien.

Både IBM og Microsofts direktører understreger flere gange i interviewene, at de som globale virksomheder med store forskningsressourcer prioriterer at sætte en udviklingsretning i Danmark baseret på ovenstående principper og som en af bevæggrundene for også at engagere sig i SIRI-Kommissionen foruden en række konkrete samarbejder. En af udfordringerne, der nævnes, er, at der rent politisk ikke er et stemme i en bred debat om AI. En anden nævner, at udviklingen inden for kunstig intelligens i forhold til en række politikområder kræver rettidig omhu og nødvendiggør en politisk koordinering på alle niveauer, men samtidig er der en stor usikkerhed med hensyn til, med hvilken hastighed det vil ske. Som svar på denne usikkerhed har de derfor valgt i det kommende år at opprioritere en digital agenda i en bredt forankret dialog.

## 5.3. Udvikling i job og arbejdsmarked

De store virksomheder er i fuld gang med at udnytte kunstig intelligens, men det er ikke tilfældet for de mange SMV'er og kun i begrænset omfang i det offentlige på grund af usikkerhed om datasikkerhed - især persondata - vurderer en af respondenterne. En anden nævner, usikkerheden om, hvad teknologierne egentlig kan håndtere? Han siger endvidere:

<sup>52</sup> Se fx IBMs Whitepaper: Learning to trust AI systems, accountability, compliance and ethic in the time of smart machines

<sup>53</sup> Da Microsofts A.I. bot Tay af twitter-brugere blev brugt til at lære den racistiske udsagn lukkede Microsoft ned for A.I. bot Tay, se <https://techcrunch.com/2016/03/24/microsoft-silences-its-new-a-i-bot-tay-after-twitter-users-teach-it-racism/>

*"Udviklingen jo allerede er i gang med førerløse trucks på lagerområdet og automatisk lagerhåndtering. Der er forsvundet job, men stille og roligt. Der er noget, der automatiseres, og noget bliver teknologiassisteret men ikke 'disruptet' med stor hastighed. Og medarbejderne har i høj grad kunnet omstille sig gennem opkvalificering, og med deres erfaring har de fundet nye job."*

Endelig fremhæver han betydningen af, at teknologien både inden for rengøring og i industrien er med til at fjerne nogle af de fysisk hårde opgaver og noget af det mere monotone arbejde. "Derfor," siger han, "handler det primært om at være omstillingsparat", og det er også noget af det, der har været de gennemgående budskaber på nogle konferencer, han har deltaget i inden for den sidste tid.

Det underbygges af andre af respondenterne, som siger, at tidligere har ny teknologi især påvirket faglærtes og ufaglærtes arbejdsmarkeder - men på forskellig vis. Hvor det i industrien har ført til, at industrijob er blevet sourcet tilbage til Danmark, har udviklingen i det administrative arbejdsmarked betydet, at der samlet set er færre job og en tendens til ændringer i jobindholdet, hvor nogle har været igennem længerevarende uddannelsesforløb og i andre tilfælde har det medført uddannelsessubstitution. Derfor vurderer alle de interviewede, at en stigende integration af kunstig intelligens vil påvirke hele arbejdsmarkedet - og også arbejdsmarkedet for højtuddannede med eksempler fra bl.a. finanssektoren og sundhedssektoren.

De udenlandske eksperter peger på, at et historisk tilbageblik viser, at ny teknologi i omstillingsperioden har ført til ledighed, men over tid har det udlignet sig selv, og en øget produktivitet har ført til, at arbejdskraften har fået nye opgaver og bedre løn - og ser man tilbage - også kortere arbejdstid og mindre slidsomt arbejde. Tidligere har teknologien i høj grad automatiseret manuelle funktioner, men kunstig intelligens medfører nu også muligheder for at automatisere nogle kognitive jobfunktioner.

En af de danske respondenter fremhæver, at udviklingen inden for kunstig intelligens er ekstremt kompleks, fx i forhold til at få robotter og AI software til at spille sammen. Som eksempel nævner han, hvordan det er helt afgørende, at en hospitalsrobot ikke alene har fysisk men også social kontekstbevidsthed. Derfor er det svært at sige noget præcist om spredning og udnyttelse af AI på tværs af brancherne.

Generelt er eksperterne enige om, at udviklingen vil påvirke hele arbejdsmarkedet, men at den især kan få negative konsekvenser for de ufaglærtes arbejdsmarked i takt med, at fx intelligente servicerobotter vinder indpas, at vi får førerløs transport osv. Andre mener, at det er tvivlsomt, om vi vil se førerløse lastbiler inden for godstransport på grund af sikkerhed og nævner, at man måske engang vil se korridortransport, hvor vi vil se flere førerløse lastbiler koblet til en lastbil med chauffør. Her og nu, vurderer han, at man med fordel kan indsamle data, når chaufførerne kører, for han vurderer, at det helt sikkert vil føre til mere miljørigtig kørsel.

Internationalt har der været en voksende debat om risikoen for øget ulighed som følge af udviklingen i AI. Danmark har her en fordel, peger flere eksperter på, fordi vi traditionelt har et samfund karakteriseret ved en høj grad af lighed og konsensus om udviklingen. Ikke desto mindre understreger flere usikkerheden med hensyn til, hvor hurtigt teknologien udvikler sig og spredes på tværs af brancher.

*"Kan vi omstille hele samfundet og ikke mindst efteruddannelsessystemet hurtigt nok, skal vi nok finde beskæftigelse; men går det for hurtigt, vil det få stor betydning for samfundet, og det kan potentielt grave grøfter i samfundet – dem der når med, og dem der ikke gør."*

Nogle stiller spørgsmålstegn ved, om der er job nok til alle i fremtiden, og hvorvidt alle kan opkvalificeres. Borgerløn er en af de løsninger, som nævnes, især hvis udviklingen medfører en øget strukturel ledighed, som ikke kan løses gennem opkvalificering og efter-videreuddannelse. Det nævnes også, at vi kan blive nødt til at diskutere de mulige perspektiver i et arbejdsfrit samfund. Hvis vi bevæger os mod et arbejdsfrit samfund, vil det handle om at støtte den enkelte i at forfølge sine passioner med det argument, at det i sidste ende vil skabe velstand for samfundet. Som eksempel fortæller en respondent, at Google på et tidspunkt havde et 20% princip, forstået på den måde, at alle medarbejdere skulle bruge 20% af deres tid på en uge på det, de drømte om, hvilket kunne være et muligt fremtidsscenario for virksomhederne. Andre fokuserer på at få gearret uddannelsessystemet og videre- og efteruddannelsessystemet ud fra et rationale om, at teknologierne er komplementære til menneskelige kompetencer og intelligens og også rummer muligheder for at lære på helt nye måder, hvilket kan minimere de barrierer og nederlag, som nogle har oplevet i uddannelsessystemet.

Argumentet er, at vi som samfund ikke kan acceptere, at der ikke er brug for alle. Under alle omstændigheder vurderer respondenterne, at udviklingen inden for AI vil sætte helt nye krav til uddannelses- og efter-videreuddannelsessystemet, fx at det både skal kunne medvirke til at understøtte en strukturel omstilling i arbejdsmarkedet, som vil finde sted stadigt hurtigere. Et scenarie er også, at det potentielt skal kunne rammesætte "det meningsfulde liv", hvis flere arbejder mindre, eller vi bevæger os mod et arbejdsfrit samfund.

De fleste respondenter peger på, at AI i fremtidens samfund betyder, at vi får nye redskaber, der udvirker, at virksomhedernes medarbejdere bliver mere produktive, og som vil have en dynamisk effekt på samfundet, fordi AI primært vil komplementere og forstærke arbejdskraftens kompetencer. Dermed frigøres der også ressourcer, som kan udnyttes til mere værdiskabende aktiviteter til gavn for samfundet.

Ikke desto mindre peger nogle også på usikkerheder i forhold til udviklingen, og at vi allerede nu har teknologier, som vil kunne reducere arbejdstiden betydeligt i mange erhverv fra transportsektoren til journalistik, sundhed og oversættelser. Selv om teknologien rummer mulighed for rent teknisk at substituere arbejdskraften, sker det ikke nødvendigvis, og det fremhæves, at det er usikkert, hvad teknologien egentlig kan:

*"Når det kommer til mere komplekse funktioner, som fx at parkere en lastbil korrekt på en meget lille parkeringsplads, vil det være muligt? Og vil den kunne skelne mellem servietter til pynt, som skal gemmes, og servietter, der skal smides ud?"*

På tværs af de interviewede fagforbund peger respondenterne på potentialerne i kunstig intelligens teknologier som forstærkende og komplementære, snarere end som teknologier, der erstatter arbejdskraften. De understreger samtidig, at det bliver vigtigt at have fokus både på sociale og arbejdsmiljømæssige perspektiver. En af eksperterne under-

streger, at netop på dette område har vi i Danmark en særlig styrkeposition, fordi vi traditionelt har fokuseret på "en humancentreret" tilgang til teknologiudvikling.

Andre peger på, at vi har nogle markante udfordringer, fordi en relativt stor del af arbejdsstyrken ikke har tilstrækkelige basale læse-, regne- og skrivekompetencer til at løse simple problemer gennem en digital brugergrænseflade, som OECD PIAAC analysen viste.<sup>54</sup> Repræsentanter fra et af de interviewede fagforbund peger i den sammenhæng på, at vi har behov for en analyse til at afdække, hvad det er for "kulturteknikker", der bliver vigtige i et samfund, hvor kognitive teknologier som fx maskinlæring bliver brugt mere intensivt.

#### 5.4. Udvikling Kompetencekrav

Udviklingen i AI og digitalisering stiller som helhed uddannelses- og eftervidereuddannelsessystemet over for store og nye krav både ud fra et borgerperspektiv og demokratiperspektiv. Der er forskellige holdninger til, hvordan vi sikrer, at alle har grundlæggende digitale kompetencer, og hvad det betyder. Flere respondenter peger på nødvendigheden af at sikre en anvendelse af og fokus på digitalisering i hele uddannelsessystemet og argumenterer for, at programmering bør indføres som en integreret del af undervisningen allerede i 0. klasse.

##### Programmering igennem hele grundskolen

Flere mener, at basale programmeringsfærdigheder bør være et hovedfag i folkeskolen og ikke bare et tema i matematikundervisningen. Alle skal have:

- Programmering i skolen fra 0.-6. klasse
- Op igennem skolen og uddannelsessystemet skal IT integreres på et stadigt mere avanceret niveau
- Børn og unge skal udvikle digital dannelse:
  - De skal lære at forholde sig kritisk til datakilder
  - De skal igennem designtænkning lære at løse komplekse problemstillinger med brug af digitale teknologier
  - De skal lære kritisk stillingtagen, så de bliver i stand til at udfordre traditionelle tankemønstre og som grundlag for at udvikle nyt
- Der skal være tværfaglighed-med fokus på menneske-teknologisamspil

En af de interviewede eksperter argumenter, at basal programmeringskunnen er grundlaget for at forstå det 21. århundredes sprog. Det at kunne kode er ikke bare et spørgsmål om at få tilstrækkeligt mange dataloger i fremtiden. Langt mere centralt handler kodning om demokrati og at sikre, at teknologiudviklingen ikke bliver defineret af eliten.

#### Tekstboks 1

IDA arbejder blandt andet sammen med UCC om at skabe en *engineered future*, der har til formål at få børn helt ned til børnehaveklassen til at interessere sig for engineering og få en bedre teknologiforståelse. Dansk Design Center arbejder med et initiativ, hvor børn ned til 3. klasse lærer at programmere, og på universitetsniveau deltager ingeniørstuderende i konkurrencer, hvor de løser komplekse problemer for Microsoft. Microsoft har også et samarbejde med Coding Pirates, som har spredt sig til flere byer i Danmark.

<sup>54</sup> PIAAC er en forkortelse af "Programme for the International Assessment of Adult Competencies"



Enkelte respondenter tvivler på, om programmering er en nødvendig forudsætning for at opnå digitale kompetencer, eller om det snarere er end bestemt måde at gå til komplekse problemer på, som er vigtigt for børn og voksne at lære gennem at arbejde praktisk og tværfagligt med problemer.

På uddannelsesområdet samarbejder virksomheder som IBM bredt for at fremme indsigten i og forståelsen af potentialerne i AI/de kognitive teknologier som fx med Aarhus Universitet:

## Tekstboks 2

Når de studerende følger seminaret "Videregående Offentlig Forvaltning", vil IBM Danmark dele den sidste nye viden om Big Data, Predictive Analytics og supercomputeren Watson samt give konkrete eksempler på, hvordan de studerende kan bruge data inden for det sociale område og uddannelses- og sundhedsområdet. Fremtidens embedsmænd skal nemlig blive bedre til at anvende data som en del af deres grundlag, når de skal træffe beslutninger om offentlig service og velfærd. I offentlig forvaltning består en central problemstilling i at skabe evidens og gennemsigtighed i beslutningsprocessen. Det er her interessant at diskutere, om nye teknologier som Watson kan bidrage til at mindske informationsbarrieren mellem specialister og generalister. Derfor er det relevant for de studerende at få indsigt i teknologiens muligheder og begrænsninger.

Kilde: <https://www-03.ibm.com/press/dk/da/pressrelease/46745.wss>

### Udfordringer for det ordinære uddannelsessystem

Samtidig med at digitalisering skal integreres som en almen kompetence i hele uddannelsessystemet, vurderer flere, at der er et stigende behov for specialister. Selv om nogle af virksomhederne peger på, at de ikke har så store problemer med rekruttering, fordi de også kan finde specialister internationalt, peger andre på, at vi i uddannelsessystemet i større omfang også skal turde at satse på eliten for at kunne opbygge tilstrækkelige tunge fagmiljøer, samtidig med at vi også skal have fokus på anvendelsesperspektivet i kunstig intelligens som fx i den offentlige forvaltning.

### Uddannelsessystemet rettes mod 21st century skills

Interviewene understreger, at digitaliseringskompetencer skal forstås bredere og også omfatter nøglekompetencer som kritisk tænkning, fx er det at kunne forholde sig kritisk til data en vigtig kompetence med de voksende datamængder og stigende brug af algoritmer.

I ungdomsuddannelserne og i de videregående uddannelser peger flere på nødvendigheden af systematisk at arbejde med ideudvikling, som også indebærer at stille spørgsmål til, hvordan en given løsning vil virke, igennem at mennesket er i centrum for disse processer. I praksis vil det betyde, at designtænkning er bærende for undervisningens tilrettelæggelse, fx gennem at elever og studerende arbejder på autentiske problemstillinger. Samarbejde mellem uddannelsessystemet og den omkringliggende verden bliver stadig vigtigere. For eksempel kunne studerende med fordel skrive specialer med udgangspunkt i autentiske problemstillinger, hvilket også kunne fremme uddannelsesrelevans, peger nogle på, såvel som mulighederne i obligatorisk praktik.

#### Efter-videre uddannelse 4.0

Nogle af de interviewede eksperter peger på, at vi måske skal have langt mere flydende grænser mellem det ordinære uddannelsessystem og efter-videreuddannelsessystemet på grund af hastigheden i og karakteren af teknologiudviklingen. Det kunne betyde, at uddannelserne på det videregående niveau skulle være kortere, samtidig med at man som lønmodtager har en garanti for at kunne vende tilbage til uddannelsessystemet over tid, foreslår nogle.

Efter-videreuddannelsessystemet skal dynamisk kunne håndtere strukturelle ændringer og disruption i en helt anden grad og takt end set tidligere og potentielt for alle grupper i arbejdsmarkedet. Et konkret forslag fra interviewene er et tilbud om 1 års efteruddannelse hvert 5. år til alle erhvervsaktive med fuld lønsikring og en omkostningsneutral afløser/rotationsordning for arbejdsgivere udviklet i samarbejde med A-kasserne. Det er væsentligt, at medarbejdere ikke først opkvalificeres ved eventuel ledighed, men at det sker dynamisk over tid.

Flere peger på, at vi har en udfordring, fordi vi ikke har de fornødne metoder og praksisser til at opfange og omsætte de udviklingstendenser, som kan føre til ændrede kompetencekrav, og det kræver også, at vi ser uden for Danmarks grænser.

En række kompetencer, der af World Economic Forum betegnes som nøglekompetencer i 2020, understøttes også af interviewene som værende centrale i en dansk kontekst, og som bør være indlejret i hele uddannelsessystemet og efter-videreuddannelsessystemet indholdsmæssigt og i forhold til den pædagogiske tilrettelæggelse. Det drejer sig om følgende nøglekompetencer:<sup>55</sup>

- Evne til at løse komplekse problemer (fuzzy environment)
- Evne til at stille spørgsmål/de skæve spørgsmål
- Evnen til at forstå et problem fra forskellige perspektiver
- Evne til koordinering og i øget omfang samarbejde med andre virtuelt og på tværs af kulturer, fastansatte og løst tilknyttede medarbejdere)
- Teknologiindsigt + STEM kompetencer
- Designtænkning, som er en skandinavisk tradition helt tilbage fra 1970'erne. Med den nye digitale disruption er det tid til ny *participatory design thinking*<sup>56</sup>
- Integreret brug af teknologi
- Videndannelse- og det at kunne forholde sig kritisk reflekterende i forhold til algoritmisk genereret viden
- Kreativitet.

Især de internationale eksperter, der har været interviewet understreger, at for at disse kompetencer kan udvikles, så kræver det en både bred og dyb faglig viden, og at der er en latent risiko for, at udviklingen i kognitive systemer, at man forlader sig for meget på teknologien og ikke bruger den som beslutningsstøtte.

Tidligere brugte medarbejdere meget tid på at finde viden, hvilket AI kan hjælpe os med i fremtiden, vurderer flere af de danske medlemmer fra SIRI Kommissionen. Det betyder, at fokus i fremtiden vil blive at sortere i data, hvorfor en kritisk tilgang til data samt ev-

<sup>55</sup> World Economic Forum, <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-10-skills-you-need-to-thrive-in-the-fourth-industrial-revolution/>

<sup>56</sup> Interview med DDC

nen til at kunne stille spørgsmål til data og kvalitetssikre data i forbindelse med udvikling af algoritmer bliver centrale kompetencer i fremtiden.<sup>5758</sup>

I forhold til den tidligere diskussion om inklusion, peger flere på, at VEU systemet skal sikre, at alle kan forstå teknologiudviklingsdynamikkerne bag kunstig intelligens og beslægtede teknologier, ellers risikerer Danmark et alvorligt demokratisk underskud.

I detailhandelen kunne man fx med de teknologier, der er i dag, skabe en helt anden detailhandelsinfrastruktur, hvor de små butikker var væk, og borgerne i meget højere grad baserede deres handel på e-handel. Dette vil potentielt kunne føre til lavere priser, men også potentiel butiksdød i yderområder. I den forstand handler udviklingen også om, at alle som borgere har en forståelse af udviklingsdynamikkerne som grundlag for en diskussion om, hvilket (teknologisk) samfund vi vil have i Danmark. Denne diskussion bør være bredt forankret, peger flere respondenter på.

### **Barrierer i uddannelsessystemet og efter-videreuddannelse**

Både KRAKA og CEVEA har vurderet, at vi i de kommende år vil se en acceleration i jobomsætningen som følge af teknologiudviklingen. Både OECD og TUAC<sup>59</sup> stiller dog spørgsmålstejn ved den underliggende metode, som er inspireret af Osborne og Frey, og når på den baggrund frem til en jobomsætning, som vil være lav, men at ændringer i kompetencekrav vil være omfattende og påvirke alle faggrupper uagtet kvalifikationsniveau.

Både danske og internationale respondenter peger på, at hvis vi skal sikre et responsivt og dynamisk uddannelsessystem, er det helt centralt, at vi får opbygget andre og bedre overvågningsmekanismer af arbejdsmarkedet. En af barriererne er, at en traditionel sektor- og branchetilgang ikke nødvendigvis vil opfange de dynamikker, som resulterer i branchekonvergens og nye jobtyper. En af udfordringerne er derfor, hvordan vi hurtigt nok spotter, hvilke kompetencer, der bliver overflødige, samt får videreuddannet medarbejderne, så de erhverver sig de efterspurgte kompetencer.

De eksisterende mekanismer er utilstrækkelige til at opfange ændringerne i arbejdsmarkedet på den korte og den mellemlange bane, vurderer flere. Det danske arbejdsmarked har været stærkt og sundt i mange år, hvilket blandt andet skyldes trepartssamarbejdet i den danske model, understreger flere. Det, der gør det danske arbejdsmarked stærkt, kan imidlertid også resultere i fastlåste perspektiver som fx et brancheperspektiv på ændringer i kompetencekrav, som ikke nødvendigvis vil være i stand til at fange vækst- og jobpotentialer mellem konvergerende teknologier og brancher, eller kompetencekrav, som er affødt af værdikædedynamikker defineret af tendenser uden for Danmarks grænser. Denne tendens til "silotænkning" harmonerer dårligt med fremtidens arbejdsmarked, som er langt mere agilt, fastslår flere.

Både OECD og TUAC peger på, at hvis man vil forstå udviklingsdynamikkerne, er det nødvendigt at fokusere på udnyttelsen af specifikke teknologier og kombinationer af teknologier i virksomheder, som er "early adopters" og med det som udgangspunkt fokusere

---

<sup>57</sup> Interview med FTF

<sup>58</sup> Selv om kunstig intelligens teknologier i stigende omfang vil kunne understøtte komplekse ekspert beslutninger, viser empiriske forskningsresultater for eksempel inden for lægefaget, at det er når teknologien bliver komplementær til menneskelig ekspertise, at man når de bedste resultater, og det har i høj grad skærpet diskussioner i USA om den latente risiko ved, at nedtone betydningen af menneskelig faglig ekspertise.

<sup>59</sup> Både OECD og TUAC er interviewet i forbindelse med udarbejdelsen af analysen

på specifikke job, og hvordan arbejdsorganisering og jobfunktioner påvirkes af teknologien, og hvilke kompetencer medarbejderne har i brug for at udnytte de pågældende teknologier effektivt og innovativt.

Fordi mange danske virksomheder er underleverandører til internationale virksomheder, bør man anlægge et værdikædeperspektiv på analyserne og ikke alene et brancheperspektiv, da de ledende virksomheder i værdikæden typisk stiller kompetencekravene nedad i værdikæden. Endvidere peger OECD på, at man med fordel kan udnytte *labour market analytics* som grundlag for analyse af jobannoncer til også at fange nye trends, som det fx i stigende omfang er tilfældet på det amerikanske arbejdsmarked bl.a. med brug af Burning Glass.<sup>60</sup>

### **Hvordan kan den danske model understøtte AI udviklingen**

Udviklingen i AI med de forventede strukturelle og måske disruptive forandringer i arbejdsmarkedet stiller stor krav til et fleksibelt fremtidigt arbejdsmarked. Her har Danmark en fordel med *flexicurity* modellen. Nogle af respondenterne peger på, at omfanget af løst ansatte ikke er vokset i samme omfang, som man ser andre steder i EU med henvisning til, at det kan skyldes flexicurity modellen, som giver et meget fleksibelt arbejdsmarked sammenholdt med andre lande i EU. Der er også begrænsninger i flexicurity modellen, peger nogle af respondenterne på, især i forhold til, hvis virksomhederne i stigende omfang vælger at bruge freelancere via job- og opgaveplatforme som Upwork.

Et par af respondenterne peger på vigtigheden af, at arbejdsmarkedsorganiseringen fremadrettet bør være rummelig nok til også at kunne sikre rettigheder for freelancere og løst ansatte, og at de faglige organisationer indbyrdes skal kunne sikre relevante tilbud til både freelancere og andre atypisk ansatte. Den høje danske organiseringsgrad er med til at sikre en høj grad af fleksibilitet, som kan understøtte, at virksomheder har rum til at eksperimentere med AI, og at der er et sikkerhedsnet på den anden side, hvis det i den proces bliver nødvendigt at afskedige ansatte. Samtidig er *den danske model* også med til at rammesætte dialog mellem ledelse og medarbejdere, som er helt central i forhold til teknologiudviklingen. Dette understøttes af den nordiske/skandinaviske ledelsesmodel med lav magtdistance, hvor ledelsen lytter til medarbejderne, nævner nogle.

### **F&U og innovation**

De store danske virksomheder er godt i gang med at arbejde med AI. LEGO har intelligente robotter til at hente elementer i produktionen. IBM er i gang med en omstilling af hele deres forretningsgrundlag til AI, eller *Cognitive Business Solutions*, som virksomheden betegner som kernen i deres forretning. I den sammenhæng etablerer de i København et innovationscenter med i alt 250 ansatte.<sup>61</sup>

Microsoft samarbejder med fx Grundfos om brug af *augmented reality* i reparation af pumper og med Mærsk om intelligent transport. Nogle kommuner er også i gang. For eksempel eksperimenterer man i en kommune med at forbedre indeklimaet i skolerne gennem brug af sensorer, idet man ved, at et godt indeklima har betydning for indlæringen.

---

<sup>60</sup> [burning-glass.com/](http://burning-glass.com/)

<sup>61</sup> <http://cphpost.dk/news/business/ibm-establishing-new-innovation-centre-in-copenhagen.html>

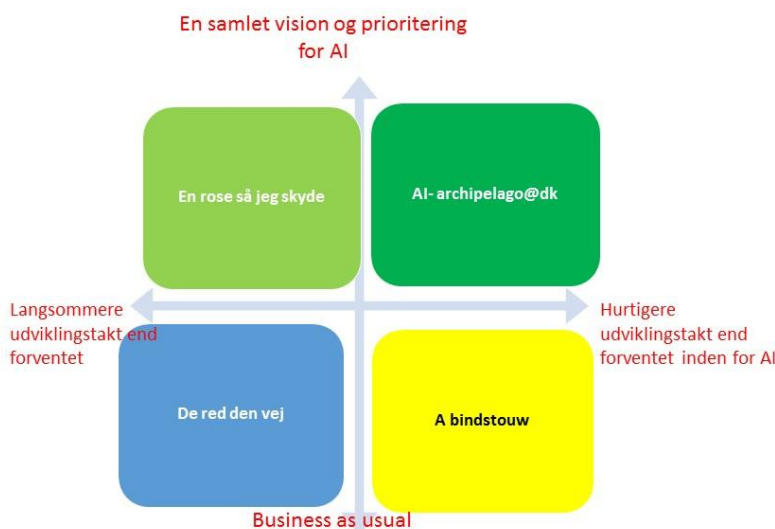
Rigshospitalet har igangsat et samarbejde med IBM om brugen af Watson inden for cancerbehandling, men det er ikke kun viden- og teknologiintensive virksomheder, som kan udnytte potentialerne i AI.

## 6. Scenarier for kunstig intelligens

Som rapporten viser, er der en række usikkerheder i forbindelse med udviklingen og udnyttelsen af kunstig intelligens og en række strategiske valg, vi står over for, som kan få markant indflydelse på, om Danmark som en lille åben økonomi formår at udnytte kunstig intelligens teknologier og udvikle nye løsninger med udgangspunkt i eksisterende og latente styrkepositioner.

De fire scenarier, som vi skitserer nedenfor, er udviklet på baggrund af interview, survey data og litteraturanalysen. Scenarierne kan videreudvikles og finjusteres som grundlag for dialog om mulige tiltag for hvert af de fire udfaldsrum.

**Figur 58: Fælles vision for kunstig intelligens for velfærd og vækst**



Kilde: Shapiro 2016

### 6.1. De fire Scenarier

I det følgende præsenteres de fire scenarier kort. De fire scenarier har sit udspring i de gennemførte interview og surveyen. De strategiske usikkerheder i scenarierne er bygget op omkring, i hvilken udstrækning udviklingen i kunstig intelligens meget hurtigt vil føre til disruptiv innovation med vækstpotentialer for Danmark som en lille åben økonomi, samt i hvilket omfang SIRI-Kommissionens arbejde samt regeringens oplæg med fokus på digitalisering reelt set vil føre til de nødvendige koordinerede og prioriterede ændringer i politisk nytænkning og prioriteter, offentlige-private samarbejder og i investeringer, der vil være nødvendige på flere niveauer, hvis udviklingen og udnyttelsen inden for kunstig intelligens skal blomstre.

#### Scenarie 1: En rose så jeg skyde

SIRI-Kommissionens arbejde fik uventet så meget medieomtale, at regeringen valgte at nedsætte et råd, som fik til opdrag at udvikle en handlingsplan for kunstig intelligens

med fokus på AI (kunstig intelligens) som vækstdriver. Den offentlige økonomi var presset, men i et bredt forlig blev det besluttet, at der skulle omprioriteres midler til F&U inden for kunstig intelligens, så Danmark ikke risikerede "at blive hægtet af udviklingen", som det blev fremført. På det regionale plan blev der med brug af strukturfondsmidler igangsat udviklingsprojekter baseret på brede offentlige-private partnerskaber med udspiring i lokale styrkepositioner inden for områder som sundhed, transport, robotter, avanceret produktion og Det Blå Danmark. Demonstrationsprojekterne, som blev understøttet af F&U miljøer på universiteterne, GTS, og de førende virksomheder inden for robotteknologi, AI og Internet of Things, medførte en kolossal kompetenceopbygning og forstærket samspil i klyngerne, som også dannede udgangspunkt for en målrettet efteruddannelsesindsats og et samspil med det ordinære uddannelsessystem i form af projektsamarbejder, praktik mv.

Det helt store væksteventyr, som mange havde satset på, udeblev imidlertid, og de ny-startede virksomheder, som udsprang af klyngerne havde trange kår på grund af manglende kapitalformidling, men i lige så høj grad, fordi troen på, at det globale markedet for "There's an App for everything" havde nået sin mætningsgrad langt tidligere, end mange havde spået.

En vedholdende prioriteret satsning på samarbejdet førte over tid til en grad af specialisering for flere af de OPP-funderede klynger, og det medførte inden for udvalgte områder, at klyngerne kunne blive globale nicheproducenter for AI løsninger. Samtidig havde det tætte kompetencesamarbejde lagt grundstenen til, at der også blev udviklet en række innovative læringsapplikationer, som byggede på AI, og som var med til at understøtte, at klyngerne kunne levere integrerede serviceløsninger.

### **Scenarie 2: Digital Archipelago**

SIRI-Kommissionens arbejde satte sit fodaftryk på flere måder. Inspireret af kommissionens arbejde nedsatte regeringen *Råd for Digital Disruption* med statsministeren for bordenden. Rådet igangsatte en åben dialogproces, som blev understøttet af lokale møder og en oplysningskampagne med henblik på at få udviklet en dansk vision for kunstig intelligens og digital disruption, der på en gang havde rødder i den danske muld og på den anden side var visionær og udad skuende. Visionen tog afsæt i SIRI-Kommissionens principper om transparens, inklusion og ansvarlighed, og den åbne proces gav så mange indspil til den videre indsats, så det var muligt at udvikle en strategi og handlingsplan, som havde et bredt afsæt i den danske befolkning.

Den åbne proces skabte en medieinteresse internationalt i hele Norden, men også i lande som USA, Singapore, Storbritannien og Japan, hvor det slet ikke var lykkedes at få det brede erhvervsliv og befolkningen med på trods af kommissioner og udredninger om kunstig intelligens teknologier. Så mange så Danmark som et nyt kæmpe eksperimentarium for kunstig intelligens for et bæredygtigt samfund, og det tiltrak kapitalstærke serielle iværksættere såvel som forskere og designere.

For at fremme udviklingen af det spirende vækstlag af iværksættervirksomheder lancerede regeringen i samarbejde med IT-industrien og IDA en online platform med state-of-the-art AI udviklingsværktøjer, og inspireret af Emiraterne blev der udskrevet en global konkurrence om udvikling af innovative løsninger, som kunne accelerere en bæredygtig udvikling og vækst baseret på kunstig intelligens inden for områder som energiforsyning,

transport, forebyggende sundhed, små børns læring mv. Inden for hvert område fik de fem, der havde de mest innovative potentialer, et netværk af erfarne rådgivere fra Danmark og internationalt samt kapital stillet til rådighed for en periode på fire år.

Der blev foretaget en omprioritering af de offentlige innovationsmidler således, at projekter, som havde fokus på løsningen af konkrete samfundsmæssige udfordringer med brug af AI teknologier, blev opprioriteret. Projekterne blev valgt ud fra principper om innovationshøjde. Det betød, at det blev vægtet, om de i designet havde indlejret eksperimenter, og de involverede uddannelsesinstitutioner og iværksætttermiljøer inden for AI teknologier. Innovationsmiljøerne var kendetegnet ved tværfaglige samarbejder, som samtidig fungerede som "living labs" for uddannelsesinstitutioner og studerende. Netværkene begyndte at blomstre i helt nye konstellationer og med det nytænkningen!

Et uafhængigt digitalt vismandsråd fik til opdrag at vurdere forslag til lovændringer m.m. med henblik på at sikre, at principperne om bæredygtighed, inklusion og transparens blev respekteret.

Samtidig valgte regeringen at opprioritere dens støtte til forskning, som involverede internationale samarbejder med globalt ledende F&U miljøer inden for AI teknologier, og som noget nyt også med sigte på at opbygge udviklingssamarbejder med F&U miljøer inden for IT-sektoren globalt.

For at styrke kapaciteten i det danske F&U miljø inden for AI teknologier blev der oprettet udenlandske gæstprofessorater og erhvervs Ph.d'er, og igennem de danske afdelinger af IBM, Microsoft, Google mv. fik danske Ph.d. studerende mulighed for at lave Ph.d.-projekter i udviklingsmiljøerne i USA. En afledt effekt af disse samarbejder blev, at Udacity University, som udsprang af Silicon Valley miljøet, kom til at spille en helt central rolle i en målrettet kompetenceopbygning af de hastigt voksende økosystemer inden for intelligent transport, facility management/smarte bygninger/smart by infrastruktur, børn, leg og læring, fintech, ældreliv, sociale serviceroboter mv. Det fornyede samarbejdsstrukturerne og tilgangene til innovation og havde som afledte effekt, at vi så en vækst i internationale investeringer i udviklingsafdelinger i Danmark og i det spirende vækstlag af AI opstartsmiljøer.

### **Scenarie 3: E Bindstouw**

SIRI-Kommissionen afsluttede sit arbejde med flere konferencer og masser af medieomtale samt en enkel præsentation i Forskningsudvalget i Folketinget. Forsøget på at få skabt et digitalt råd som afsæt til en dansk strategi fejlede dog med henvisning til den skrantende økonomi, og at man ikke så tegn på, at udviklingen ville være så hastig og disruptiv, som SIRI-Kommissionen havde fremlagt det. Der var vidst gået lidt "singularity" i den, som nogle politikere sagde med skjult henvisning til det studiebesøg, som SIRI-Kommissionen havde arrangeret i Silicon Valley, hvor de blandt andet var på et tredages seminar på Singularity University.

IBM åbnede sin innovationsafdeling i København, som blev afsæt til samarbejder med CBS, DTU og Fintech-klyngen. Microsoft satte især ind i forhold til hele uddannelsessektoren, hvor de fik igennem, at kodning blev en obligatorisk del af undervisningen i folkeskolen og bakket op af Danmarks Vækstråd.



Den danske økonomi var presset af en meget stærk dollar og et fortsat skrantende kinesisk og europæisk marked. Besparelserne i den offentlige sektor øgedes, og forslag om at udnytte de potentialer, der lå i brug af offentlige data inden for områder som energibesparelser, bedre sundhed, smart city og bedre uddannelser, blev alle afvist med argumenter om manglende økonomi, manglende datasikkerhed og manglende evidens for resultater.

Også Produktionspanelets anbefalinger, som undervejs ændrede navn til Digitaliseringspanelet, pegede på de mange potentialer i AI i koblingen til robotteknologi og Internet of Things, men også deres anbefalinger samlede støv i skaber og skuffer, efter den første medieopmærksomhed var døet hen.

Den manglende vækst medførte, at regeringen helt satte stop for at rekruttere internationale specialister, og det ramte nogle af de virksomheder, som på trods af krisen fortsat klarede sig godt, meget godt. Samtidig var der et voksende kompetence-mismatch, fordi besparelserne også ramte den samlede vokseneftersuddannelse. Danmark lukkede sig om sig selv, for vejen frem, mente politikerne, var at genoprette de gamle dyder og værdier som vejen til fornyet økonomisk soliditet. Regeringen igangsatte en række SMV programmer i udkantsområder, hvor midler fra forskningen i stedet blev kanaliseret ud regionalt som direkte genopretningsstøtte. Midlerne havde imidlertid begrænset effekt, antallet af virksomhedslukninger steg, og ledigheden voksede. Kun turismesektoren – ikke mindst med udgangspunkt i kroerne ude på landet og bondegårdsferier – var i vækst. Mange turister nød at komme til Danmark, fordi mange oplevede, at det var som at komme ind i en tidslomme af i går, og omkring turismedestinationer i landområderne udviklede der sig småhåndværk og lokale fødevarerproducenter, men Danmark stod i våde.

#### **Scenarie 4: De red den vej**

SIRI-Kommissionen havde store forventninger til resultatet af deres arbejde, da den lancerede sine sidste anbefalinger – ikke mindst i lyset af, at den undervejs i arbejdet mødte en meget stor interesse fra et væld af interessenter, både virksomheder, arbejdsmarkedets parter og offentlige institutioner, som var parate til at lægge ressourcer i SIRI-Kommissionens arbejde, idet de så kommissionen som det momentum, der skulle til, for at Danmark kunne få et fornyet momentum, som kunne fremme vækst og innovation med udgangspunkt i de særlige danske styrker: Et fleksibelt og samarbejdende arbejdsmarked, en veluddannet arbejdsstyrke, en kompetent offentlig sektor, og gode offentlige data samt erhvervsfremme og innovationsmidler, som potentielt kunne målrettes en digital transformation.

Sådan blev det ikke. Efter SIRI-Kommissionen havde afsluttet sit arbejde, kom der to store genopretningspakker, som skulle øge produktivitet og vækst i den private sektor. Det førte til voldsomme nedskæringer i hele den offentlige sektor for at indfri løfter om skattelettelser. For at få flertal for skattelettelserne blev regeringen til gengæld tvunget til at inkludere betydelige forbedringer i ældreplejen og i økonomien for folkepensionister, og det ramte uddannelsessektoren og den offentlige efteruddannelse hårdt.

På ét område var der dog en åbning over for at sætte initiativer i gang inden for kunstig intelligens – nemlig på *sundhedsområdet*. På trods af dedikerede udviklingsmidler måtte sundhedssektoren melde pas, idet personalet på de store hospitaler ikke havde ressour-

cer til at indgå i den form for udviklingsaktiviteter på grund af nedskæringerne. Meldingen var den samme på *uddannelsesområdet*, da Microsoft og IBM lancerede et ambitiøst forslag sammen om det 21 århundredes efteruddannelsessystem som opfølgning på VEU ekspertudvalgets anbefalinger.

Det spirende digitale økosystem, som man havde set, da SIRI-Kommissionen lancerede sit arbejde, var i gang med at visne. Udenlandske virksomheder trak kapital og udviklingsmiljøer ud af Danmark for at lægge dem i Stockholm og Hamborg, og i slipstrømmen på de stores opbrud fulgte de mest succesfulde opstartsvirksomheder, mens erhvervs-klimaet var tilfrosset, og den strukturelle ledighed voksede for alle faggrupper.

### Tekstboks 3

ISS har indgået en kommerciel aftale med IBM om at udnytte Watson IoT til at optimere håndteringen af flere end 25.000 bygninger over hele verden og som grundlag for udviklingen af nye bæredygtige *facility management* koncepter. Målet er at gøre bygningerne mere grønne, personlige, intuitive og brugervenlige. Som led i samarbejdet med IBM vil ISS integrere og analysere data fra millioner af sensorer og andre enheder, der installeres i bygninger i alt fra døre, vinduer og stole, mødelokaler og service til klima- og ventilationsanlæg. De pågældende data uploades til IBM's Watson IoT-cloudplatform, og kognitive computerteknologier vil bruge disse data til at hjælpe ISS med at optimere deres services og få en bedre forståelse af, hvordan brugerne anvender disse bygninger. Allerede nu ses der betydelige forbedringer i forhold til energiforbrug og reduktion af madspild.

Kilde: <http://www.business.dk/digital/iss-i-samarbejde-med-ibm-om-supercomputer/> IBM

Hvor de store virksomheder er godt i gang, halter det bagud i SMV'erne og i det offentlige. I den offentlige sektor vurderer eksperter, at årsagen er usikkerhed omkring persondatasikkerhed ikke mindst på grund af *Cloud*, men med eksemplet på forbedringer af skolernes indeklima er der masser af muligheder for at komme i gang uden at skulle håndtere persondata i første omgang.

Derfor bliver det vigtigt at få belyst og få konkrete erfaringer med, hvordan vi kan samarbejde om kunstig intelligens med perspektiv på, hvordan vi kan skabe mere værdi for kunder og brugere. Potentialerne ligger derfor også i, at potentielle brugere af teknologien som fx sygeplejersker indgår i udviklingen af løsninger så de kan medvirke til at validere underliggende træningsdata i algoritmer for at minimere risikoen for bias i data.

AI kan potentielt styrke kernefagligheden, fx når den administrative byrde reduceres for socialrådgiveren, men den kan også bruges alene til at effektivisere processer. Det er et spørgsmål om valg. Samtidig er det også vigtigt at erkende, understreger flere, at Danmarks styrke ikke nødvendigvis er at opfinde (radikal innovation), men at anvende innovationen (inkremental innovation) og omsætte den til nye løsninger.

Det er derfor vigtigt, at virksomhederne både i den private og i den offentlige sektor forstår potentialerne i de underliggende teknologier. Nogle af eksperterne peger i den sammenhæng på mulighederne for, at man regionalt fx gennem brug af Strukturfondene i offentlige-private partnerskaber får konkrete erfaringer og får opbygget kapacitet til at udnytte teknologierne innovativt, og som en forudsætning for, at det bliver mennesker, som sætter udviklingsretningen.

Andre eksperter peger på, at virksomhederne ikke nødvendigvis er gode nok til at eksperimentere. Der er tre centrale komponenter i en eksperimentel proces:

1. *Design*. Evnen til at skabe løsninger for virksomheder og *design thinking* – dvs. evnen til at udforske problemet fra et menneskeligt/borgerperspektiv.
2. *Udvikle ideer*. Hvad kan vi gøre ved det? Det er det, virksomhederne har brug for.
3. *Teste og afprøve ideer, prototype, høste feedback*.

Denne proces skal finde sted i virksomheder, men det nævnes, at det også er centralt at løfte den op således, at den får et samfundsmæssigt sigte/fokus for at accelerere innovationseffekter og sikre en teknologispredning.

For di udviklingshastigheden inden for AI er så hurtig, påvirker det dynamikkerne i F&U og innovation. Hvor man traditionelt ser forskningsinstitutionerne som de videnproducerende, og virksomhederne, som de, der anvender og udnytter forskningsresultater, så er det ikke nødvendigvis tilfældet inden for AI og robotteknologi. Inden for AI repræsenterer IBM, Microsoft, Google og Amazon forskningsmiljøer globalt i en størrelse og på et niveau, som man ikke vil finde i Danmark.

Derfor understreger flere eksperter, at vi satser på udviklingen af økosystemer, for at Danmark kan udnytte innovationspotentialerne i AI. I den sammenhæng er etableringen af IBM's innovationsmiljø i København perspektivrigt. Endvidere peger en af eksperterne også på, at knopskydning fra eksisterende forfrontvirksomheder udgør et måske overset innovations- og vækstpotentiale, fordi de pågældende har opnået en virksomhedserfaring, som studerende, der starter virksomhed, ikke vil have.

En af drøftelserne omkring kunstig intelligens er, hvorvidt det er en barriere, at incitamentsstrukturerne i det danske offentlige forskningssystem ikke nødvendigvis tager sigte på at opbygge og ressourcetsætte kommercialisering af forskningsresultater. Microsoft skelner i deres forretningsopbygning skarpt mellem F&U, som står for forskningen og repræsenterer betydelige ressourcer som nævnt ovenfor, og så *engineering* på den anden side, som står for kommercialiseringen af forskningen.

I en dansk kontekst kan der ligge en latent barriere i, at private virksomheder med F&U inden for AI blandt forskere ansat på universiteterne ikke anses at have helt den samme lødighed, som den offentlige forskning. Det skyldes måske, at forskningen i den private sektor ses som styret af kerneforretningen, peger nogle af de danske respondenter på. Det kan hæmme samarbejdet om F&U inden for AI og dermed også muligheden for at få tilstrækkelig volumen i indsatsen i et lille land som Danmark.

Under alle omstændigheder er det en central udfordring at få økosystemerne rundt om de store virksomheder og på tværs af videnmiljøer til at spille sammen og som grundlag for, at små og mellemstore virksomheder har mulighed for at stå på skuldrene af de ledende spilleres innovationer og udvikle egne (niche)løsninger, hvad enten det er virksomhed, som udspringer af forskningsmiljøerne eller er en knopskydning fra eksisterende virksomheder. Som en af eksperterne understreger, så er man ved at bevæge sig væk fra "*there is an App for it all*" til egentlige systemløsninger, og det kræver flere ressourcer.

Der er flere mulige løsninger til at styrke de små og mellemstore virksomheders kompetencer, kapital og (samarbejds-)kultur. For eksempel samarbejder DI med en række store virksomheder, herunder Microsoft, om at være digital mentor for små og mellemstore virksomheder, og Microsoft har stillet en af deres bedste medarbejdere til rådighed for initiativet. For at øge virksomhedernes kapital og fremme SMV'ers investeringer i forskning og innovation, herunder AI, foreslår LO konkret en afskrivning på 125% af investeringer samt at forhøje fradrag for investeringer i IT.<sup>62</sup>

En af de interviewede er skeptisk over for, hvorvidt det nuværende offentlige erhvervs- og innovationsfremme system har de fornødne kompetencer til at rådgive iværksættere inden for kunstig intelligens og digitale teknologier i bredere forstand og peger i stedet på, at vækstvirksomheder og serielle iværksættere har langt mere relevant kompetencer at stille til rådighed. Interviewpersonen begrundet det med, at den offentlige erhvervsfremmerådgivning er for standardiseret til et så specialiseret teknologiområde som kunstig intelligens.

## 6.2. Danske potentialer

### Indsamling af gode data og brug af data

En central dansk styrkeposition er, at vi har en lang tradition for gode data og brug af data, som er en væsentlig forudsætning, da kunstig intelligens kræver store mængder af "træningsdata". Dog er data kun delvist udnyttede, idet det offentlige kun i begrænset omfang indgår i partnerskaber og udviklingsprojekter for nuværende. Med de mange data, der latent er til rådighed i den offentlige sektor, sammenholdt med en veluddannet arbejdskraft i den offentlige sektor, kunne den offentlige sektor være et godt udgangspunkt for offentlige-private udviklingsprojekter, som kunne opbygge kapacitet inden for kunstig intelligens, og som kunne accelerere udviklingen af økosystemer omkring centrale samfundsmæssige udfordringer inden for områder som grøn infrastruktur og sundhed.

Det kræver dog, at man tør åbne op for offentlige data og lave forsøg med åbne udbud og med en digital omstillingspulje, som fx DI har foreslået. Nogle respondenter vurderer, at der er en bekymring for at lukke op for brugen af data på grund af usikkerhed om datasikkerhed for persondata, men som både IBM og Microsoft understreger, er der rige muligheder for at sætte ind på andre områder inden for fx *smart city* applikationer. En af respondenterne peger på, at en anden årsag til, at den offentlige sektor tøver på trods af andre muligheder, kan være den herskende 0-fejls kultur, og i en udviklingsfase vil det være vigtigt at eksperimentere.

### Samarbejde i økosystemer

Samarbejdet i økosystemer er snarere en potentiel styrkeposition for Danmark, end det er en nuværende styrkeposition. Interviewene afspejler divergerende opfattelser af, hvor stærkt samarbejdet reelt er. Det kan dog konkluderes, at forudsætningerne for en stærk samarbejdskultur i Danmark er til stede. Det er manifesteret ved en lang række store virksomheder, der allerede er i gang med udviklingen af AI-løsninger, parterne i arbejdsmarkedet, som er åbne over for udviklingssamarbejder, samt en veluddannet offentlig sektor, der potentielt kan fungere som et kompetent marked for teknologisk innovation.

---

<sup>62</sup> Interview med LO

Samarbejde i økosystemer handler i høj grad om at turde at samarbejde også med konkurrenter, vurderer nogle af respondenterne. Både IBM og Microsoft ser det som deres klare roller at medvirke til kapacitetsopbygning gennem brede offentligt-private partnerskaber på forskellige områder. Fx har IBM indgået et samarbejde med ISS på globalt plan, som vil danne grundlaget for morgendagens intelligente facility management.

Fra offentlig side kan et samarbejde understøttes gennem pilotinitiativer, så der opbygges en bred kompetence og indsigt i, hvad AI og lignende teknologier kan, og hvad vi som land skal forholde os til i fremtiden, også i forhold til en ændret kompetencedagsorden, lovgivning, standarder mv. Nogle af respondenterne peger på, at fordi Danmark er så lille et land, kan man med fordel opbygge regionale offentligt-private partnerskaber, som tager udgangspunkt i regionale styrkepositioner og accelerere udviklingen af økosystemer med strategisk brug af strukturfondsmidler.

Endvidere kan OPP anvendes til at arbejde mere med scenarier til at hjælpe beslutningstagere til at forestille sig fremtiden. Udstillinger og scenarier kan stimulere fantasi og kreativitet. Det er blandt andet noget, man har arbejdet med i Dubai, både i forbindelse med World Government Summits og i forbindelse med det nye Museum of Government Futures, som udstiller, hvordan fremtiden kunne se ud.

Nogle af respondenterne vurderer, at vi med fordel kan integrere designtækningskompetencer, som også kunne spille en rolle i udviklingen og prioriteringen af udviklingsprojekter for at sikre en bred samfundsmæssig relevans. Hvorvidt Danmark så har de rette designkompetencer på designskolerne til også at inddrage et erhvervsrettet teknologiperspektiv, eller det er noget, der netop kan læres gennem OPP, er et spørgsmål, vurderer en af respondenterne. Det handler ikke kun om at ruste bestemte brancher/erhverv til at tænke kreativt eller anvende designtænkning, men også at ruste designere til at kunne skabe værdi hos virksomheder. For at rette op på dette, er der en regeringsstrategi på vej omkring kreative erhverv og design.

I den offentlige sektor mangler der en seriøs debat om, hvordan kunstig intelligens potentielt kan understøtte en udviklings- og kvalitetsdagsorden. I det offentlige har dokumentationskrav været stigende understøttet af implementering af IT-systemer, men mange offentligt ansatte vurderer, at det ikke har øget kvaliteten i ydelser for slutbrugere. Derfor skal vi have sat fokus på, hvordan AI teknologierne kan understøtte kvaliteten i offentlige ydelser, vurderer flere af de interviewede.

### **Anvendt teknologi og nicheprodukter**

Respondenterne er overvejende enige om, at danske styrker typisk ikke er at lancere nye disruptive teknologiapplikationer, som ændrer spillereglerne. Danmark har snarere en styrkeposition i forhold til inkrementel innovation. Vi er ikke bange for at teste, og vi har historisk været gode til at levere ind til andres radikale innovationer i form af totalløsnings eller gennem udvikling af nicheprodukter, men vi står som oftest ikke selv i spidsen for udviklingen. Til gengæld har vi i høj grad også fokus på de sociale aspekter, de værdiskabende aspekter og de organisatoriske aspekter af teknologien, og hvordan den bedst implementeres. Netop derfor påpeges det i interviewene, at Danmark med fordel vil kunne positionere sig som et avanceret testlaboratorium for skalerbare løsninger. Andre peger dog på, at på grund af globaliseringen lanceres digitale løsninger typisk globalt. Derfor vil Danmark ikke alene kunne opbygge en værdiskabende position som test-

laboratorium, hvis der ikke bygges værdiskabende og skalerbare løsninger oven på pilotprojekter og tests.

Samtidig fremhæves det, at Danmark har mange avancerede underleverandører, så spørgsmålet er, om danske SMV'er kan få en position som nicheproducenter på globalt plan. Virksomheder i Danmark – såsom Unsilo – arbejder inden for et nicheområde med en form for avanceret søgemaskine. Endvidere viser tidligere studier<sup>63</sup> af danske SMV'er i globale værdikæder, at det især er på nicheområder, at danske virksomheder kan opnå at blive strategiske underleverandører, såfremt de har et højt digitaliseringsniveau. Et væsentligt spørgsmål er dermed, om Danmark skal støtte nichevirksomheder for at sikre, at Danmark kan være frontløber inden for kunstig intelligens på nicheområder, og i så fald hvordan. Et vægtigt argument til fordel for at fokusere på nicheproduktion er, at Danmark kan profilere sig skarpt i den globale konkurrence og samtidigt fokusere på udvalgte områder, hvor OPP samarbejder kan være med til at drive udviklingen fremad.

### **Væsentligste politiske prioriteter i de kommende 5-8 år, hvis Danmark fuldt ud skal udnytte potentialerne i kunstig intelligens**

Flere nævner, at det fra politisk hold er centralt at sikre, at transitionen fra Danmark i dag til et Danmark med øget brug af kunstig intelligens er båret af rettidig omhu. Det vil på den ene side kræve, at det politiske system har en forståelse for potentialer og risici forbundet med udviklingen i kunstig intelligens. På den anden side vil det kræve en høj grad af policy koordinering og prioritering af indsatser på områder som datasikkerhed og data transparens, som er helt central for udviklingen af AI, men det vil også være nødvendigt at udvikle andre metoder til at overvåge disruptive teknologitrends, som kan påvirke arbejdsmarkedet og sikre et responsivt efter-videreuddannelsessystem, hvis udviklingen peger på risiko for strukturel ledighed fx som følge af en ændret lovgivning om førerløs offentlig transport.

Nogle af de internationale eksperter peger på, at det endvidere vil være centralt, at man tidligt får udviklet en dansk national vision og roadmap for AI, og at man i internationale fora som OECD får diskuteret forhold omkring fx standarder for sikkerhed og performance af AI systemer og løsninger og transparens i underliggende data for algoritmer, samt retslige og sikkerhedsforhold. Som et lille land kan Danmark med fordel fx arbejde internationalt om AI både på politisk plan<sup>64</sup> og inden for forskning og udvikling.

Radikale Venstre har konkret foreslået en taskforce i Statsministeriet til at facilitere udviklingen og udmøntningen af en AI strategi. Fordi kunstig intelligens er så central for hele samfundet, bør en taskforce placeres her.<sup>65</sup> Et beslægtet forslag er at skabe et digitaliseringsudvalg/AI udvalg. Der er IT-ordførere i Folketinget, men ikke noget udvalg. Et udvalg kunne være med til at skabe den pondus på Christiansborg, som er nødvendig for at dagsordenssætte AI politisk.<sup>66</sup>

Kunstig intelligens rejser nye udfordringer til uddannelses- og eftervidereuddannelsessystemet – men der også forslag til løsninger. Perspektivet er, at læring bliver en langt mere kontinuerlig aktivitet igennem hele livet og med stigende brug af digitale teknologier,

<sup>63</sup> Se fx Kidmose Rytz, Shapiro & Jakobsen (2013): Analyse af globale værdikæder

<sup>64</sup>[https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/whitehouse\\_files/microsites/ostp/NSTC/national\\_ai\\_rd\\_strategy\\_plan.pdf](https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/whitehouse_files/microsites/ostp/NSTC/national_ai_rd_strategy_plan.pdf)

<sup>65</sup> Interview med Ida Auken

<sup>66</sup> Interview med IDA

vurderer flere. Hvis teknologiudviklingen medfører, at vi over tid kommer til at arbejde mere, så får livslang læring også en fornyet rolle at spille ikke alene i et arbejdsmarkeds-perspektiv, men også som aktiv borger, vurderer nogle.

Sidst, men ikke mindst, bør der være fokus på en kommunikationsdagsorden, hvor AI bliver italesat bredt, hvad angår fordele, udfordringer, regulering mv. for at få billedlig-gjort, hvad der karakteriserer det gode samfund, som udnytter AI, understreger flere.

## 7. Bibliografi

Accenture, 2014. *The new road to the future - realising the potential benefits of autonomous vehicles in Australia.* [Online] Available at: [https://www.accenture.com/t00010101T000000\\_w\\_/au-en/\\_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Local/en-gb/PDF\\_3/Accenture-Realising-Benefits-Autonomous-Vehicles-Australia.pdf](https://www.accenture.com/t00010101T000000_w_/au-en/_acnmedia/Accenture/Conversion-Assets/DotCom/Documents/Local/en-gb/PDF_3/Accenture-Realising-Benefits-Autonomous-Vehicles-Australia.pdf) [Accessed 27 september 2016].

ACM digital library, 2016. *Proceedings of the 6th international conference on learning analytics and knowledge.* s.l., <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=2883851&picked=prox>.

Allidina, S., 2016. *The rise of artificial intelligence in six charts.* [Online] Available at: <http://raconteur.net/business/the-rise-of-artificial-intelligence-in-6-charts> [Accessed 27 september 2016].

Andino, R., 2015. *Artificial Intelligence Overview.* [Online] Available at: [www.academia.edu/12017545/Artificial Intelligence Overview](http://www.academia.edu/12017545/Artificial_Intelligence_Overview) [Accessed 26 september 2016].

Arntz, M., Terry, G. & Zierahn, U., 2016. *The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries.* [Online] Available at: [http://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/the-risk-of-automation-for-jobs-in-oecd-countries\\_5jlz9h56dvq7-en;jsessionid=31p9rlbseiw97.x-oecd-live-02](http://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/the-risk-of-automation-for-jobs-in-oecd-countries_5jlz9h56dvq7-en;jsessionid=31p9rlbseiw97.x-oecd-live-02) [Senest hentet eller vist den 27 september 2016].

Autor, D., 2015. Why are there still so many jobs. *Journal of Economic Perspectives*, summer, pp. 3-30.

Autor, D. & Dorn, D., 2013. The growth of low-skilled service jobs and the polarization of the US labor market. *American Economic Review*, Årgang 103 (5), pp. 1553-1597.

Barocas, S. & Selbst, A. D., 2016. Big Data's Disparate Impace. *California Law Review*, Årgang 104.

Bessen, J., 2016. *How Computer Automation Affects Occupations: Technology, Jobs, and Skills*, s.l.: Boston University. School of Law, Law and Economics Research Paper No. 15-49 .

Bolander, T., 2010. *Kunstig Intelligens (AI).* [Online] Available at: [www.imm.dtu.dk/~tobo/AIintro.pdf](http://www.imm.dtu.dk/~tobo/AIintro.pdf) [Senest hentet eller vist den 26. september 2016].

Brynjolfsson, E. & McAfee, A., 2014. *The Second machine age. Work, progres, and prosperity in a time of brilliant technologies*, s.l.: W. Norton.

Business, A., 2016. *AI - Business.* [Online] Available at: <http://aibusiness.org/mps-call-for-ai-research-committee-to-adapt-to-the->



impact-of-ai-on-humanity/  
[Accessed 29 oktober 2016].

Center for connected and autonomous vehicles, 2016. *Pathway to driverless cars: proposal to assist advanced driver systems and automated vehicle solutions*. [Online] Available at: [https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/536365/driverless-cars-proposals-for-adas-and\\_avts.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/536365/driverless-cars-proposals-for-adas-and_avts.pdf)  
[Accessed 25 November 2016].

CEPOS, 2016. *43 skoler formår ikke at løfte deres elever. 43 schools are not capable of developing their students*, <https://www.cepos.dk/om-cepos/i-medierne/43-skoler-formaar-ikke-at-loefte-deres-elever>: CEPOS.

CEVEA, 2015. *876.689 stillinger er i højrisiko for automatisering*. [Online] Available at: [http://cevea.dk/filer/dokumenter/analyser/notat\\_automatisering.pdf](http://cevea.dk/filer/dokumenter/analyser/notat_automatisering.pdf)  
[Senest hentet eller vist den 20 oktober 2016].

Chen, F., 2016. *AI deep learning and machine learning a primer*. [Online] Available at: <https://www.linkedin.com/pulse/ai-machine-learning-deep-primer-frank-chen>  
[Accessed 20 oktober 2016].

Cohen, D., 2014. *Homo Economicus- Lost Prophet of Modern Times*, s.l.: Wiley.

Dansk Industri & Dansk Metal, 2015. *Arbejdstagere og arbejdsgivere hilser robotter velkomment*. [Online] Available at: <https://www.danskmatal.dk/Nyheder/analyser/Documents/ANALYSE%20Arbejdstagere%20og%20arbejdsgivere%20hilser%20robotter%20velkommen.pdf>  
[Senest hentet eller vist den 20 oktober 2016].

Dayong, Wang; Khosla, Aditya; Rishab, Gargeya; Humayun, Irshad; Beck, Andrew H., 2016. *Deep learning for identifying Metastatic Breast Cancer*. [Online] Available at: <https://www.semanticscholar.org>  
[Accessed 20 oktober 2016].

Deloitte, 2016. *Helsinki vil fjerne behovet for privatbilisme inden 2025*. [Online] Available at: <http://publicperspectives.dk/helsinki-vil-fjerne-behovet-for-privatbilisme-inden-2025/>  
[Senest hentet eller vist den 29 Oktober 2016].

Dreyfus, H., 2014. *From Socrates to Expert Systems: The Limits and Dangers of Calculative Rationality*, Berkeley University: s.n.

Executive Office of the President National Science and Technology Council, Committee on Technology, 2016. *Preparing for the future of artificial intelligence*, s.l.: The US Federal Government.

Ferguson, A. G., 2016. *New York Times RPredicting predictive policing in NYC*. [Online] Available at: <http://www.huffingtonpost.com/andrew-guthrie-ferguson/predicting->

[predictive-pol\\_b\\_7757200.html](#)

[Accessed 29 oktober 2016].

Fletcher, J. & Morrison, J., 2014. *Accelerating Development of Expertise: A Digital Tutor for Navy Technical Training*, s.l.: Institute for Defence Analyses.

FORBES, 2016a. *The Future of Artificial Intelligence in Education*. [Online] Available at: <http://www.forbes.com/sites/barbarakurshan/2016/03/10/the-future-of-artificial-intelligence-in-education/#6085bc071e64>

[Accessed 26 november 2016].

Forbes, 2016. *Sephora Launches Chatbot On Messaging App Kik*. [Online] Available at: <http://www.forbes.com/sites/rachelarthur/2016/03/30/sephora-launches-chatbot-on-messaging-app-kik/#41e2c008512c>

[Accessed 26 september 2016].

Frey, C. B. & Osborne, M., 2013. *The future of employment, how susceptible are jobs to computerisation*. [Online]

Available at:

[http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)

[Senest hentet eller vist den 22nd May 2016].

Frey, C. & Osborne, M., 2013. *The future of employment. How susceptible are jobs to computerization*. [Online]

Available at:

[www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf)

[Accessed 28 September 2016].

Greenough, J., 2016. *19 million self-driving cars on the road by 2020..* [Online]

Available at: [www.businessinsider.com](http://www.businessinsider.com)

[Senest hentet eller vist den 26 september 2016].

IBM, 2016. *Smarter care transformation af sundhedssektoren*. [Online]

Available at: [docplayer.dk/1778377-Smarter-care-transformation-a](http://docplayer.dk/1778377-Smarter-care-transformation-a)

[Senest hentet eller vist den 27 september 2016].

Jakobsen, L., Yding, S. & Shapiro, H., 2013. *De Skjulte Helte- Produktivitetssuccesser i dansk Industri*, s.l.: Forsknings- og Innovationsstyrelsen.

Kansliet for strategisk Analys, 2015. *Strategiska trender i et globale perspektiv- en helt anden värld*, u.o.: Regeringskansliet.

Kenney, M. & Zysman, J., 2015. *Choosing a future in the platform economy*, s.l.: Kaufman Foundation.

KRAKA, 2014. *Computere og udskiftning af jobfunktioner*. [Online]

Available at: [http://www.kraka.org/sites/default/files/public/notat\\_-\\_computere.pdf](http://www.kraka.org/sites/default/files/public/notat_-_computere.pdf)

[Senest hentet eller vist den october2 2016].

Larsen, T. M., 2015. *Faktalink- Kunstig Intelligens*. [Online]

Available at: <http://www.faktalink.dk/titelliste/kunstig-intelligens/udbredelse-og->

anvendelse

[Senest hentet eller vist den 27 september 2016].

Larson, J., Mattu, S., Kirschner, L. & Angwin, J., 2016. *ProPublica*. [Online] Available at: <https://www.propublica.org/article/how-we-analyzed-the-compass-recidivism-algorithm>

[Accessed 29 oktober 2016].

Levy, F. & Murnane, R. J., 2015. *Dancing with the robots. Human skills for computerrized work*, s.l.: Third way. <http://content.thirdway.org/publications/714/Dancing-With-Robots.pdf>.

Lin, P., 2013. The ethics of autonomus cars. *The Atlantic*, Volume 2013/10.

McAfee, A. & Brynjolfsson, E., 2016. Where computers defeat humans and where they can't. *New York Times*, Issue March 16th, p. Opinion Pages.

McKinsey, 2015. *Four Fundamentals of Workplace Automation*. [Online] Available at: <http://www.mckinsey.com/business-functions/business-technology/our-insights/four-fundamentals-of-workplace-automation>

[Accessed 28 september 2016].

Mckinsey, 2016. *McKinsey quarterly. Where Machines could replace humans and where they cannot.*, s.l.: [www..mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/where-machines-could-replace-humans-and-where-they-ca](http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/where-machines-could-replace-humans-and-where-they-ca).

Mokyr, J., Vickers, C. & Ziebarth, N., 2015. The history of technological anxiety and the future of economic growth. Is this time different?. *Journal of Economic Perspectives*, 29(3), pp. 31-50.

Nilsson, J. N., 2010. *The Quest for Artificial intellignce*, s.l.: Cambridge.

OECD, 2016a. *New markets and New jobs*, s.l.: OECD.

OECD, 2016. *The risk of automation of jobs in the OECD countries*. [Online] Available at: [http://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/the-risk-of-automation-for-jobs-in-oecd-countries\\_5jlz9h56dvq7-en](http://www.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/the-risk-of-automation-for-jobs-in-oecd-countries_5jlz9h56dvq7-en)

[Accessed 20 oktober 2016].

Pew Research Center, 2014. *AI, Robotics, and the Future of Jobs*, s.l.: PEW.

Pfeiffer, S., 2016. Robots, Industry 4.0 and Humans, or Why Assembly Work Is More than Routine Work. *Societies*, Vol 6-2. Volume 6/ 2.

Politiken, 2016. *PIlotprojekt- Dr Watson er ansat på prøve som kræftlæge på Rigshospitalet*. [Online]

Available at: <http://politiken.dk/oekonomi/ECE3392670/pilotprojekt-doktor-watson-er-blevet-ansat-paa-proeve-som-kraeftlaege-paa-rigshospitalet/>

[Senest hentet eller vist den 27 september 2016].

RAND Cooperation, 2014. Effectiveness of Cognitive Tutor Algebra I at Scale. *Educational Evaluation and Policy Analysis*, 36. no 2, Juni, , pp. 127-144.

Reeson, A. et al., 2016. *The VET era, equipping Australia's workforce for the future digital economy*, s.l.: TAFE Queensland, Australia.

Remus, D. & Levy, F. S., 2016. *Can Robots be Lawyers? Computers, Lawyers, and the Practice of Law.*, s.l.: s.n.

Russell, S., Dewey, D. & Tegmark, M., 2015. *Research priorities for robust and artificial intelligence*, [http://futureoflife.org/data/documents/research\\_priorities.pdf](http://futureoflife.org/data/documents/research_priorities.pdf): Future of Life Institute.

Searle, J. R., 1980. Minds, Brains and Programs. *The Behavioral and Brain Sciences*, 3-3, pp. 417-57 <http://cogprints.org/7150/1/10.1.1.83.5248.pdf>.

Shapiro, H., Hansen, M. E. & Østergaard, S., 2015. *Kortlægning af kompetencebehov og barrierer for videregående VEU for faglærte inden for det tekniske og produktionsrettede område*, s.l.: Styrelsen for de Videregående Uddannelser.

Shapiro, H. & Hougaard, K. f., 2016. *Udviklingen i det administrative arbejdsmarked*, s.l.: HK- interne notater.

Stanford Study Panel, 2016. *Artificial intelligence and life 2030*, s.l.: Stanford University.

Swartout, J. W., Artstein, R., Forbell, E. & Foutz, S., 2016. *Virtual Humans for Learning*, s.l.: AI Magazine.

Teknologisk Institut, 2013. *Den danske Ingeniør 2020- Jobfunktioner og kompetencekrav*, s.l.: IDA- Ingeniørforeningen i Danmark.

The Higher Education Academy, 2012. *A handbook for external examining*, [https://www.heacademy.ac.uk/sites/default/files/downloads/HE\\_Academy\\_External\\_Examiners\\_Handbook\\_2012.pdf](https://www.heacademy.ac.uk/sites/default/files/downloads/HE_Academy_External_Examiners_Handbook_2012.pdf): The Higher Education Academy.

The National Center for the Middle Market, 2011. *A Blueprint for Growth- Middle market Growth Firms Reveal a Framework for Success*, s.l.: The National Center for the Middle Market.

The Nationale Centre for the Middle Market and Ohio University, 2011. *A Blueprint for Growth- Middle market Growth Firms Reveal a Framework for Success*, s.l.: National centre for the Middle Market.

US Department of Education, 2011. *Winning the future of education- the role of ARPA\_ED*. [Online]

Available at: <https://www.whitehouse.gov/sites/default/files/microsites/ostp/arpa-ed-factsheet.pdf>

[Accessed 20 oktober 2016].

Zeynep, T., 2012. Why "Good Jobs" are Good for Retailers. *Harvard Business Review*, Issue January-February.

Zysman, J. & Kenney, M., 2016a. *The rise of the platform economy*. [Online] Available at: [108](http://www.brie.berkeley.edu/wp-content/uploads/2015/02/Kenney-</a></p></div><div data-bbox=)

Zysman-The-Rise-of-the-Platform-Economy-Spring-2016-ISTx.pdf  
[Accessed May 2016].

Zysman, J. & Kenney, M., 2016. *The next phase in the digital revolution. Platforms, abundant computing, growth and employment*, s.l.: BRIE, Berkeley University.

## Bilag A: Respondenter

De danske interview er gennemført med følgende interessenter:

1. Henrik Bodskov, adm. direktør, IBM
2. Ida Auken, formand for Siri-Kommissionen og MF, Radikale Venstre
3. Thomas Damkjær Petersen, formand for Siri-Kommissionen, formand for Ingeniørforeningen i Danmark IDA
4. Mads Eriksen, konsulent, FTF
5. Marianne Dahl Steensen, adm. direktør, Microsoft
6. Christian Bason, adm. direktør, Dansk Design Center
7. Thomas Bolander, Lektor, DTU Compute
8. Mads Rydahl, Produktchef, Unsilo
9. Esben Østergaard, CTO, Universal Robots
10. Peter Schrøder, Erhvervs- og forskningspolitisk konsulent, LO
11. Poul Christensen, 3F, Transportgruppen
12. Steen Boesen, uddannelseskonsulent, Byggeri
13. Susanne Wind, uddannelseskonsulent, Service (specifikt rengøring)
14. Benedikte Maul Andersen, uddannelseskonsulent, Industri
15. Michael Jørgensen, uddannelseskonsulent, service
16. Elise Andsager, 3F, Industrigruppen

De internationale interview er gennemført med følgende eksperter:

1. Anna Byhovskaya, TUAC, Paris
2. Senior Economist Vinzicio Spizcia, OECD, Science, Technology division
3. Daniel Gordon Senior Strategy Consultant, McKinsey UK
4. Assistant Professor Darius Ornstorn, University of Toronto
5. Professor Martin Kenney, University of California, Berkeley