

Automatiseringens effekter på det danske arbejdsmarked

Udarbejdet for Disruptionrådet | Hovedrapport | December 2017

Sammenfatning

Analysen af automatiseringens effekter på det danske arbejdsmarked er udarbejdet for Disruptionrådet af McKinsey & Company i efteråret 2017 i samarbejde med Beskæftigelsesministeriet og Styrelsen for Arbejdsmarked og Rekruttering med løbende input fra en tværministeriel arbejdsgruppe. Formålet med arbejdet har været at analysere, hvordan automatisering af arbejdskraft kan påvirke det danske arbejdsmarked som helhed og i fire udvalgte brancher.

Hastige fremskridt inden for automatiseringsteknologi, såsom kunstig intelligens og avanceret robotteknologi, er begyndt at få mærkbar effekt på markeder og samfund verden over. Også det danske arbejdsmarked står over for omfattende forandring. Vi anslår, at eksisterende teknologi kan automatisere op mod ~40 pct. af de samlede arbejdstimer i Danmark.

Automatiseringsteknologi skaber først og fremmest muligheder. Teknologien kan danne grundlag for fortsatte forøgelse af velstanden, bedre produkter og services og mere konkurrencedygtige virksomheder. Danmarks udgangspunkt for at kunne udnytte mulighederne er stærkt. Samfundet er mere digitalt end de fleste andre, arbejdsstyrken er veluddannet, arbejdsmarkedet er fleksibelt, og befolkningen er positivt indstillet overfor ny teknologi.

At udnytte teknologiens muligheder, vil dog kræve markant omstilling på tværs af samfundet. Tæt ved alle beskæftigede skal lære nye færdigheder, flere skal finde nye jobs, og virksomheder skal navigere i 'disruptive' markedsdynamikker på tværs af klassiske brancheskel. Samtidig er der en gruppe af beskæftigede, for hvem transitionen kan blive svær: mange af deres arbejdsopgaver kan automatiseres, og de har svage forudsætninger for at flytte til andre jobs.

At sikre, at Danmark kan imødegå udviklingen på bedste vis, kalder på grundig forståelse af den forestående omstilling. Dette studie søger at bidrage med en del af denne forståelse. Konklusionerne bygger på flere års arbejde¹ samt en række helt nye analyser, herunder

- En detaljeret analyse af arbejdsaktiviteter og automatiseringspotentiale for mere end 400 danske jobtyper, der giver et granulært indblik i, hvordan arbejdsdagen for forskellige faggrupper kan ændre sig, og hvilke færdigheder der fremover bliver mere relevante.
- Et detaljeret indblik i automatiseringens effekter i fire udvalgte brancher, belyst gennem branchedynamikker, tendenser, beskæftigelsesammensætning, survey-resultater, analyse af barrierer og en række interviews.
- En ny metode til opgørelse af jobtypemobiliteten på det danske arbejdsmarked (evnen til at flytte på tværs af stillinger), der kan hjælpe til at identificere, hvilke grupper der kan være særligt udsatte.

Analyserne indikerer at automatiseringen ikke vil ske på én gang i løbet af få år, men at udviklingen til tider kan gå hurtigt inden for bestemte brancher og beskæftigelsesgrupper.² Danske beslutningstagere skal derfor have fokus på de langsigtede strukturer og rammebetingelser, der gør Danmark i stand til at gribe mulighederne i udviklingen og sikre, at den kommer alle til gode, samtidigt med en række tiltag i løbet af de næste år kan accelerere Danmarks transition imod et mere digitalt samfund.

¹ Studiet bygger bl.a. på rapporten 'A Future That Works – the impact of automation in Denmark', *McKinsey & Company and the Tuborg Research Centre for Globalisation and Firms, Aarhus University*, April 2017, og internationale udgivelser fra McKinsey & Company, herunder 'A Future That Works – Automation, Employment and Productivity', *McKinsey Global Institute*, January 2017, og 'Shaping the Future of Work in Europe's Digital Front-runners', *McKinsey & Company*, October 2017

² Konklusionen bygger på modellering af drivere og barrierer for automatisering, herunder hastigheden, hvormed teknologi tilegner sig flere menneskelige færdigheder. Fremskrivningen beskriver et scenarie, hvor teknologien gradvist forbedres, men antager, at 'general artificial intelligence' ikke vil være indtrådt i 2035 (i den forstand at teknologi er kognitivt bedre end mennesker på alle områder)

MULIGHEDER VED AUTOMATISERING

1. **Eksisterende teknologi kan automatisere mindst en arbejdsdag om ugen for otte ud af ti danskere.** Vi anslår, at ~40 pct. af danskernes nuværende arbejdstimer kan automatiseres alene ved hjælp af allerede demonstreret teknologi. Automatiseringspotentialer omfatter ikke kun fysiske opgaver, men også kognitive opgaver, fx informationsøgning, online kundeservice og simpel sagsbehandling. Automatisering kan dermed komme til at forme hverdagen for alle faggrupper, selvom det er relativt få job der helt vil forsvinde: kun ~15 pct. af jobs består af mere end 70 pct. automatiserbare aktiviteterne.
2. **Udviklingen er først og fremmest en mulighed for øget velstand.** Automatisering medfører grundlæggende, at der kan produceres mere for hver beskæftiget. Dermed har indførelse af teknologi i de seneste 50 år medvirket til en produktivitetsdrevet fordobling af bruttonationalprodukt per indbygger. En del af velstanden er 'vekslet' til mere fritid; den gennemsnitlige arbejdsuge er forkortet med ni timer i samme periode. Automatisering kan være en primær kilde til den type produktivitetsvækst fremover. Historisk erfaring tyder på at teknologi ikke vil påvirke det samlede beskæftigelsesniveau, men derimod forskyde beskæftigelse mellem brancher og jobfunktioner. Vi viser, at den direkte erstatning af jobs kan opvejes dels af, at virksomheder vælger at øge deres afsætning frem for at mindske beskæftigelsen, dels af nye jobs direkte relateret til automatisering, og dels af øget velstand, der skaber beskæftigelse i andre brancher. I vores midterscenarie forventer vi, at op til 80 pct. af det nuværende automatiseringspotentialer kan være indfriet i 2035. Omfanget af jobforskydninger vil i dette scenarie ikke være markant større, end hvad der er set i de sidste halvtreds år, men kan omfatte flere brancher og beskæftigelsesgrupper end tidligere.
3. **Automatisering kan drive produktivitet og dynamik i alle brancher, men skal tilgås forskelligt.** Dette studie bygger på en detaljeret analyse af automatiseringens effekter for fire brancher, der tilsammen udgør to tredjedele af den private beskæftigelse i Danmark.
 - **Handel:** I handelsbranchen medfører en høj andel af rutineopgaver at op mod ~50 pct. af de beskæftigedes nuværende arbejdstimer kan automatiseres. Der er drevet af aktiviteter som varehåndtering og -opfyldning, forberedelse af salgskontrakter og modtagelse af betaling. Vi anslår, at udviklingen kan drive betydelige produktivetsgevinster der fx kan lede til lavere forbrugerpriser (et typisk dansk supermarked vil kunne fordoble indtjeningen). Udviklingen kan medføre, at handelsbranchen i fremtiden vil beskæftige færre i Danmark, mens de, der fremover arbejder i branchen, vil komme til at fokusere på de mindst automatiserbare opgaver. Et skift imod individualiserede services, i takt med at teknologi overtager rutineprægede opgaver og løfter købekraften i samfundet, vil formentlig ske i handelsbranchen såvel som de fleste brancher. For eksempel kan salgsassistenter skulle bruge op til 70 pct. på direkte kundeinteraktion. Såfremt den danske handelsbranche ikke tilpasser sig i tide, kan online handel, og forstærkede skalafordele fra automatisering øge sandsynligheden for, at globale virksomheder kan tage en større andel af det danske marked, mens en rettidig tilpasning omvendt kan give danske virksomheder nye eksportmuligheder.
 - **Industri:** I industrien peger et automatiseringspotentialer på ~65 pct. af nuværende arbejdstimer på, at branchens historisk høje produktivetsvækst kan videreføres. Fordi branchen er blandt de mest globalt orienterede, kan automatisering være med til at fastholde snarere end at mindske beskæftigelsen i Danmark, fx drevet af 'reshoring' og forbedret konkurrenceevne for virksomhederne. Det vil dog kræve at danske virksomheder tager mulighederne ved ny teknologi til sig relativt hurtigere end udenlandske konkurrenter. Endvidere kan automatiseringsteknologi accelerere danske fremstillingsvirksomheders skift fra produktion over mod services. Fremtidens arbejdsopgaver vil forskydes endnu mere hen imod problemløsning og anvendelse af fagekspertise (op til 25 pct. af samlet tidsforbrug), hvilket kan kalde på en betydelig omstilling for fx de operatører, metalarbejdere og smede, der i dag arbejder i produktionen.
 - **Transport:** I transportbranchen kan automatisering på længere sigt medføre store ændringer i både beskæftigelse og konkurrencedynamik, ikke mindst på grund af udsigten til førerløse køretøjer. I det næste årti er det dog i højere grad opgaver så som varehåndtering, lagerstyring, dokumenthåndtering og speditørarbejde, der medvirker til et automatiseringspotentialer på ~60 pct. af de nuværende arbejdstimer. Samtidigt kan øget efterspørgsel efter transport på grund af stigende online handel modvirke beskæftigelseseffekten fra automatisering.
 - **Erhvervsservice:** Inden for erhvervsservices giver automatiseringsteknologi mulighed for nye forretningsmodeller, fx støtte i at udvikle og indføre automatiseringsteknologi i andre brancher og for skalering af kognitive opgaver, der før har krævet menneskelig arbejdskraft, fx visse opgaver inden for revision, dokumenthåndtering, informationsøgning og lignende. Det samlede automatiseringspotentialer er omkring 40 pct., og kan i højere grad end i andre brancher komplementere eksisterende medarbejdere og derved potentielt skabe jobvækst.

ARBEJDSMARKEDETS OMSTILLING

4. **Beskæftigede i alle faggrupper skal fremover udvikle nye færdigheder.** Behovet for at lære nye færdigheder i løbet af arbejdslivet vil blive større fremover, i takt med teknologi overtager visse dele af arbejdsstyrkens aktiviteter. Automatisering kan medføre, at færdigheder der er svære at automatisere (særligt social forståelse, kreativitet og problemløsning) kan komme til at fylde 20-30 pct. mere, end de gør i dag. Der er dog betydelig variation i forskydningen af relevante færdigheder for forskellige faggrupper – for fx læger og plejepersonale er det især evner inden for social interaktion, der bliver mere relevante, mens det for håndværkere kan være finmotoriske færdigheder, der vil være sværest for teknologien at udføre.

5. **Der er et specifikt behov for flere med avancerede digitale og analytiske evner til at drive udviklingen.** Hvis danske virksomheder skal kunne realisere gevinsterne ved automatisering, kræver det adgang til højt kvalificeret arbejdskraft der kan drive udvikling og indførelse af de nye teknologier. Virksomhederne peger allerede i dag på begrænset udbud af talent som den primære barriere for indførelse af automatiseringsteknologi. Denne barriere kan fremover bremse udbredelsen af teknologierne i erhvervslivet og mindske realiseringen af produktivetsgevinsterne. Vi anslår, at der er potentiale for 90.000-150.000 jobs direkte relateret til udvikling og indførelse af automatiseringsteknologi frem mod 2030, mens uændrede uddannelsesmønstre kun vil lede til omkring 70.000-80.000 med tilstrækkeligt tung analytisk baggrund. Forholdet kan lede til opadgående lønpres, der kan gøre det mindre rentabelt for virksomheder at indføre teknologien, eller øge behovet for at tiltrække højt kvalificeret international arbejdskraft.

6. **Der er også andre dynamikker end teknologi, der fremover kan drive jobvækst.** Danskerne skal ikke alle sammen være programmører. Historisk erfaring tyder på, at jobvækst ikke opstår dér, hvor arbejdsopgaver erstattes af teknologi, men ofte i andre brancher og jobfunktioner. For eksempel kan en stigende andel af borgere over 70 år øge efterspørgslen efter pleje og fritidstilbud, en større global middelklasse kan skabe nye eksportmuligheder, og øget velstand i Danmark kan øge efterspørgslen efter en bred vifte af andre services. I den grad historiske mønstre er en indikation på fremtidig udvikling, kan der ligeledes opstå helt nye erhverv og jobs, der er svære at forestille sig i dag.

7. **En gruppe på omkring 250.000–300.000 beskæftigede kan få svært ved transitionen.** Ved hjælp af en ny analysemetode kan vi vurdere ikke blot automatiseringspotentialet for en given beskæftigelsesgruppe, men også de beskæftigedes evne til at flytte på tværs af arbejdsmarkedet. Den særligt udsatte gruppe består af beskæftigede for hvem mere end 60 pct. af arbejdsaktiviteterne kan automatiseres, og hvis jobtypemobilitet hovedsageligt går mod andre højt automatiserbare jobs. Analysemetoden indikerer dog også potentielle 'udveje' eller transitionsjobs, der kan blive vigtigere for de beskæftigede i denne gruppe fremover.

Se en uddybning af de syv hovedkonklusioner på de følgende sider.

UDDYBNING AF RAPPORTENS SYV HOVEDKONKLUSIONER

1. Eksisterende teknologi kan automatisere mindst en arbejdsdag om ugen for otte ud af ti danskere

I de seneste år har udbredelsen af machine learning, massiv stigning i tilgængelig data, og stadig forøget processorkraft medført, at software og robotter kan udføre mange arbejdsopgaver, der i dag varetages af mennesker. Robotter og software kan ikke blot udføre fysiske rutineopgaver, men er i stigende grad i stand til at indsamle og behandle information hurtigere og mere præcist end mennesker.

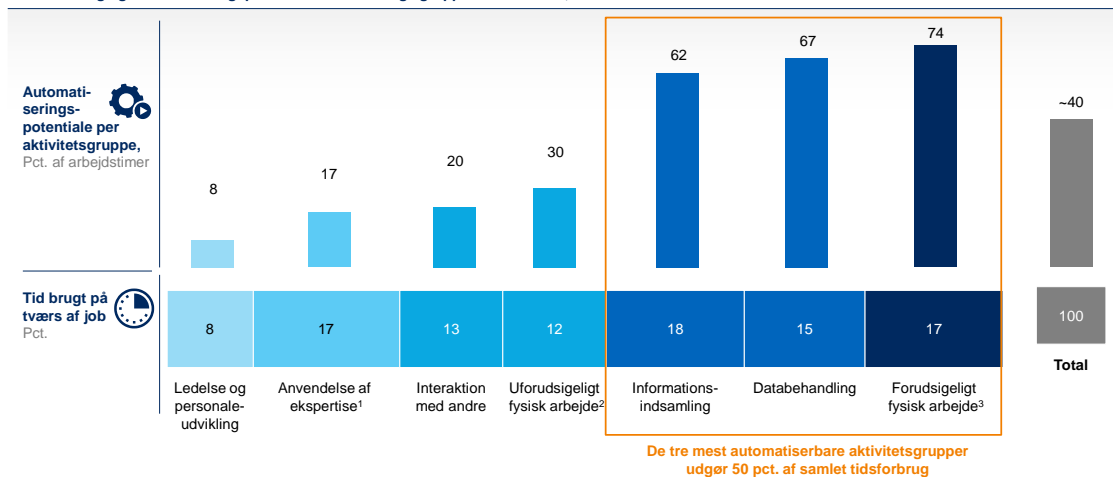
Udviklingen af de nye teknologier drives i høj grad af globale tech-giganter, såsom amerikanske Google og Facebook samt kinesiske Baidu. I 2016 investerede de 35 globalt ledende virksomheder omtrent 120-170 milliarder kr. i automatiseringsteknologi. Udviklingen drives dog også i nyopstartede virksomheder. Det ses blandt andet ved, at automatiseringsrelaterede investeringer inden for venture capital og private equity, er vokset med mere end 50 pct. årligt siden 2013.³

For at forstå implikationerne af udviklingen har McKinsey vurderet automatiseringspotentialet for 18 menneskelige evner kombineret med en detaljeret kortlægning af, hvordan ~400 jobtyper trækker på hver færdighed for mere end 2.000 jobaktiviteter. I dette studie har vi koblet modellen med registerdata fra Danmarks Statistik, hvilket giver mulighed for estimere det samlede potentiale i Danmark. Vi anslår, at ~40 pct. af de samlede arbejdstimer på det danske arbejdsmarked kan automatiseres, alene med nuværende teknologi (Se Figur 1). Potentialet drives primært af, at højt automatiserbare rutineopgaver fylder 50 pct. af arbejdsdagen for den gennemsnitlige dansker, fx i form af indsamling af data og information (18 pct.), behandling af data (15 pct.) og forudsigt fysisk arbejde (17 pct.).

FIGUR 1

Automatiseringspotentialet er drevet af et jobs aktivitets sammensætning

Tidsforbrug og automatiseringspotentiale for forskellige grupper af aktiviteter, Pct.



¹ Anvendelse af ekspertise til at træffe beslutninger, planlægge og udføre kreative aktiviteter ² Udførelse af fysiske aktiviteter og betjening af maskiner i uforudsigelige miljøer ³ Udførelse af fysiske aktiviteter og betjening af maskiner i forudsigelige miljøer

KILDE: Danmarks Statistik, McKinsey Global Institute, McKinsey-analyse

³ McKinsey Global Institute, *Artificial Intelligence – The Next Digital Frontier?*, Discussion Paper, (June 2017)

2. Udviklingen er først og fremmest en mulighed for øget velstand

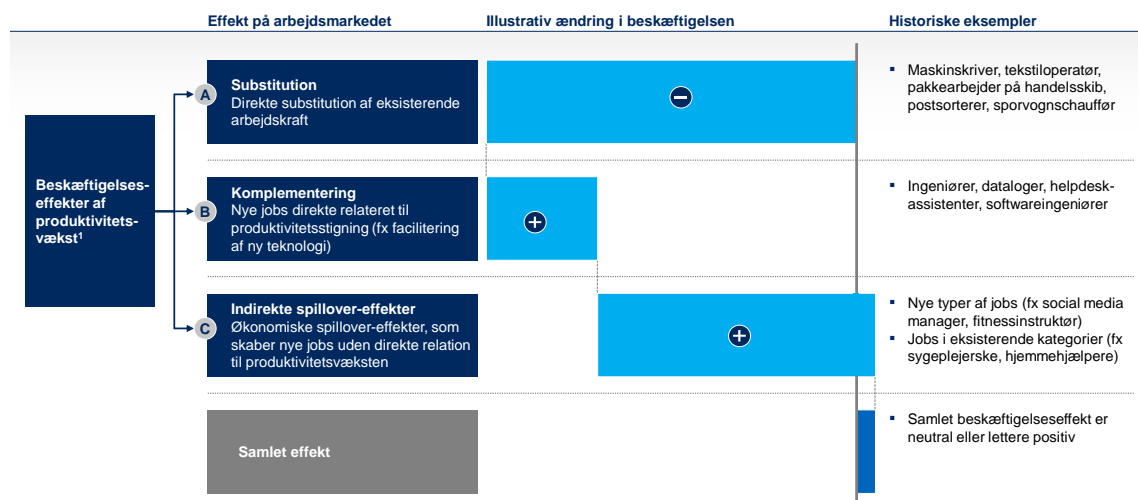
Det danske arbejdsmarked har før været udsat for omvæltninger, men det har ikke ledt til stigende arbejdsløshed. I løbet af de sidste 50 år har globalisering og teknologiske fremskridt medført, at en lang række jobs i Danmark er nedlagt; fx er beskæftigelsen faldet med omtrent 50 pct. i landbrug og industri, og op mod 80 pct. specifikt i tekstilindustrien. Udviklingen har dog hverken medført, at der er blevet færre jobs i alt, eller at beskæftigelsen er faldet – historisk evidens peger på, at den samlede beskæftigelse følger arbejdsudbuddet både i Danmark og andre lande.

Danmark har tidligere grebet mulighederne i udviklingen. Den teknologiske udvikling har muliggjort, at danskerne løbende har omstillet sig til mere produktive arbejdsopgaver i nye brancher, er blevet mere end dobbelt så velstående (målt ift. BNP/indbygger) og gennemsnitligt arbejder 9 timer mindre hver uge siden 1970erne. Det skyldes ikke mindst, at Danmark er gået udviklingen i møde bl.a. ved et stigende uddannelsesniveau i befolkningen, løbende arbejdsmarkedsreformer, langsigtet strukturpolitik og løbende effektivisering og internationalisering i erhvervslivet. Samtidig har Danmark ikke i samme grad mærket de fordelingsmæssige effekter, der i andre lande tilskrives teknologi, fx faldende andel af bruttonationalprodukt til lønmodtagere og 'skill-biased' jobvækst, og størstedelen af de, der har mistet jobs, har relativt hurtigt fundet anden beskæftigelse.

Effekten af automatisering på beskæftigelse udgøres af tre komponenter, der historisk har udlignet hinanden. Historisk set har teknologi ikke forandret det samlede beskæftigelsesniveau, men derimod forskudt beskæftigelsen imellem brancher og jobfunktioner. Dette har tre overordnede årsager. Automatisering af arbejdsopgaver medfører for det første, at en virksomhed kan producere det samme med færre medarbejdere. Denne effekt leder dog ikke til proportionelt fald i beskæftigelse, da virksomheder i de fleste brancher delvist vil øge deres afsætning frem for at mindske beskæftigelsen. Ved hjælp af en ny forskningsmetode viser vi, at 1 pct. stigning i arbejdsproduktiviteten isoleret set har ledt til omkring 0,2-0,3 procent fald i beskæftigelsen. For det andet skaber udviklingen jobs direkte relateret til udvikling og indførelse af den nye teknologi. For det tredje kan velstandsstigninger, bl.a. som følge af automatisering, øge efterspørgslen efter nogle produkter og services, hvilket ligeledes skaber jobs. Vores analyse viser, at de tre effekter udligner hinanden for et bredt udsnit af lande i perioden 1992-2007 (inklusive Danmark), men at den relative størrelsesorden af de forskellige effekter varierer på tværs af brancher. For eksempel har automatisering og øget produktivitet i den finansielle sektor ikke tidligere ført til samlet fald i beskæftigelse, fordi de ansatte har kunnet skifte til andre opgaver, og løbende velstandsstigninger har typisk medført relativt større efterspørgselsstigninger efter services end fx landbrugs- og industrivarer.

FIGUR 2

Vækst i arbejdskraftsproduktiviteten påvirker efterspørgslen efter arbejdskraft på tre måder



¹ Produktivitetsvækst indebærer, at en aktivitet kan udføres relativt bedre eller billigere end med eksisterende metoder. Dynamikkerne gælder både for teknologi (maskiner og teknologi kan hjælpe arbejdere til at producere mere) og globalisering (det kan blive billigere at importere et gode end at producere det lokalt).

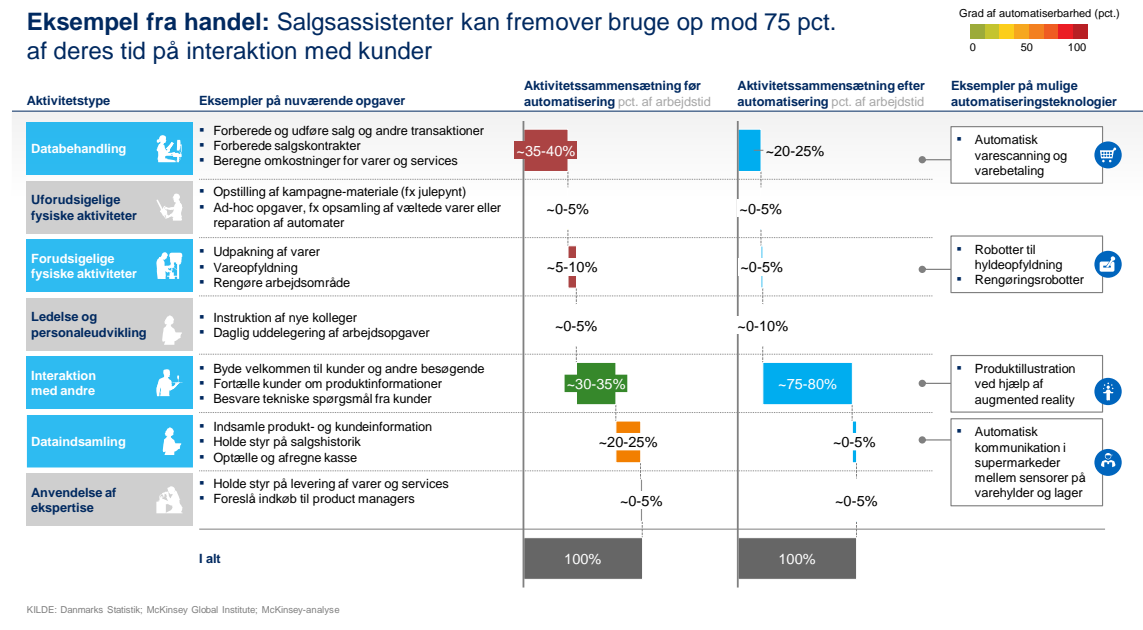
3. Automatisering kan drive produktivitet og dynamik i alle brancher, men skal tilgås forskelligt

Vores analyser viser, at automatiseringens effekter vil være vidt forskellige på tværs af brancher. Fire brancher, der tilsammen udgør to tredjedele af beskæftigelsen i den private sektor, er udvalgt til nærmere analyse.

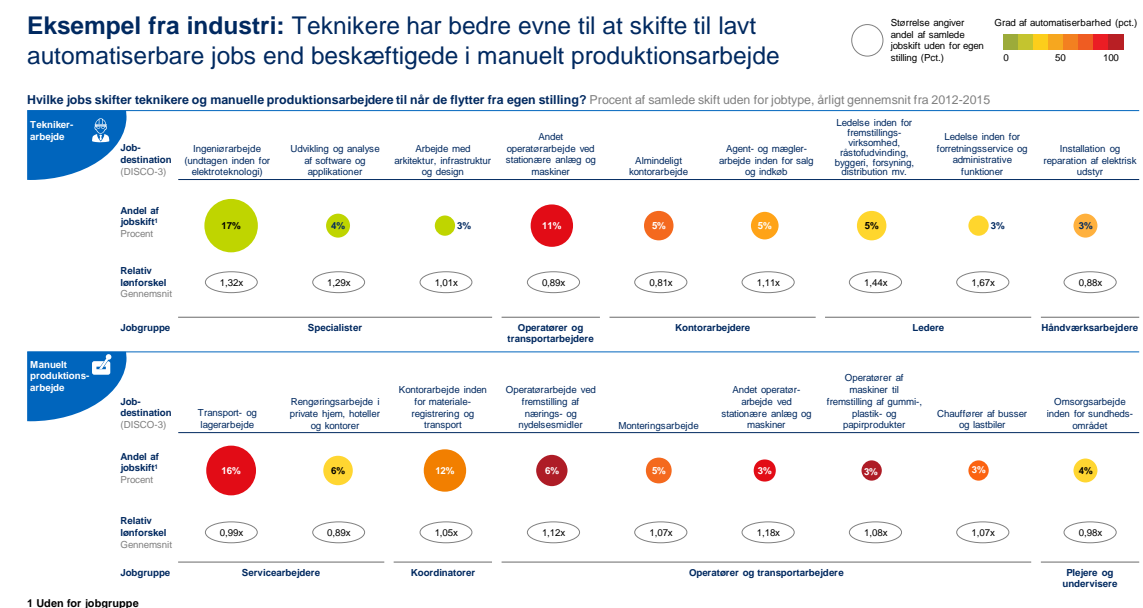
- **Handel.** Den danske handelsbranche er i dag kendetegnet ved høj beskæftigelse (flere ansatte end nogen anden branche), og relativt lav produktivitet (14 pct. lavere end gennemsnittet). Automatisering kan fremover ændre begge disse karakteristika. For det første er automatiseringspotentialet højt: vi anslår, at ~50 pct. af arbejdstimerne i branchen kan automatiseres – det omfatter både fysiske opgaver som varehåndtering, men også rutineprægede kognitive opgaver som fx håndtering af salgskontrakter (se Figur 3 for et eksempel på en salgsassistents tidsforbrug og automatiseringspotentialer). Udviklingen er allerede i gang, både i Danmark, hvor flere supermarkeds kæder har eksperimenteret med fx self-checkout og internationalt, hvor fx Amazon har oprettet fuldt automatiserede varelagre. Udviklingen falder sammen med stigende online handel (op til 5 gange højere vækstrater frem mod 2020 end in-store handel), der kan fremme skaløkonomiske fordele og konsolidering samt ændre rollerne for fysiske butikker. For personalet vil individualiserede serviceelementer kunne udgøre en stigende del af arbejdet, i takt med at automatisering overtager rutineprægede opgaver og løfter velstanden og købekraften blandt virksomheder og borgere. Endelig er der tegn på stigende internationalisering, hvor private får adgang til et stadigt større internationalt udvalg af varer. Disse tendenser åbner nye muligheder for produktivitetsvækst, men indikerer også potentialer for, at færre danskere fremover vil være beskæftiget i branchen, samt at handelsbranchen kan opleve et større pres fra internationale konkurrenter igennem online handel, hvilket kalder på rettidig tilpasning
- **Industri.** Den danske industri-branche har løbende automatiseret og outsourcet arbejdsopgaver i de sidste årtier og er i dag en af de mest produktive brancher i dansk økonomi. Et betydeligt automatiseringspotentialer (~60 pct. af arbejdstimerne) vidner om, at teknologi kan drive yderligere produktivitetsvækst i kommende årtier, også ud over substitution af arbejdskraft. I det omfang danske virksomheder formår at udnytte nye teknologiske muligheder som 3D-print og Internet-of-Things kan danske industrivirksomheders konkurrenceevne styrkes gennem hurtigere, billigere og mere kundetilpasset produktion, og udviklingen kan dermed være med til at fastholde beskæftigelse frem for at reducere den (bl.a. gennem *reshoring*). Det vil dog kræve betydelig omstilling i branchen og blandt de nuværende medarbejdere, såfremt dette potentialer ikke skal forpasses. Mange operatører, metalarbejdere og smede, der i dag udgør en tredjedel af de beskæftigede, skal opkvalificeres og i takt med, at deres arbejdsopgaver forskydes mere mod problemløsning og anvendelse af ekspertise frem for manuelle, fysiske opgaver. At facilitere opkvalificeringen kan være af særlig relevans, ikke mindst fordi mange beskæftigede i industrien har svag mobilitet til andre dele af arbejdsmarkedet (se Figur 4 for en sammenligning af jobmobiliteten for teknikere og manuelle produktionsarbejdere).
- **Transport.** I transportbranchen kan automatisering få vidtrækkende betydning for branchens udformning på længere sigt, ikke bare i form af førerløse køretøjer, men også robotdrevne pakhuse og varehåndtering. Automatiseringspotentialer udgør omtrent 60 pct. af de samlede arbejdstimer, og for enkelte beskæftigelsesgrupper inden for fx lagerarbejde er automatiseringspotentialer over 80 pct. Branchen påvirkes dog samtidigt af den stigende trend i online handel, hvilket på kortere sigt kan udvide behovet for transportservices. Chauffører og transportarbejdere har historisk haft lav mobilitet til jobs med lavere automatiseringspotentialer, og i takt med at automatiseringen af branchen øges, kan disse medarbejdergrupper få behov for støtte til at finde nye jobs.
- **Erhvervsservice.** Inden for erhvervsservices giver kunstig intelligens mulighed for, at rutineprægede kognitive opgaver (fx sagsbehandling, informationsøgning, osv.) kan automatiseres –opgaver i denne kategori udgør i dag omtrent 40 procent af branchens samlede arbejdstimer, ikke mindst i supportfunktioner. I takt med at kunstig intelligens kan løse en stigende mængde rutineprægede opgaver, kan prisen falde på opgaver, der ikke kræver specialiseret eller skræddersyet løsninger. Dette kan være med til at drive en udvikling mod øget specialisering i branchen. Automatisering kommer sandsynligvis til at komplementere snarere end at substituere medarbejdere i branchen, og der kan opstå nye forretningsmuligheder, fx i forbindelse med rådgivning omkring implementering af automatiseringsteknologi.

Udviklingen vil ikke foregå med samme hastighed i alle brancher. En række faktorer driver og begrænser adoptionshastigheden på tværs af brancher. For eksempel viser et nyligt survey, at automatisering spredt sig hurtigst i brancher, der i forvejen er relativt digitaliserede. Derudover kan udviklingen gå hurtigere, hvor et højt lønniveau og konkurrence tilskynder til innovation; vi forventer fx, at fremstillingsindustrien kan have automatiseret halvdelen af branchens nuværende arbejdstimer omkring år 2035, mens det inden for erhvervsservices kan tage indtil år 2045.

FIGUR 3



FIGUR 4



Forklaring: Figuren viser hvilke stillinger ansatte indenfor teknikerarbejde og manuelt produktionsarbejde primært skifter til, når de skifter job (størrelsen og tallet på boblerne angiver andelen af samlede jobskifte udenfor tidligere stilling). Farven angiver automatiseringspotentialet for de nye stillinger. Den relative lønforskel angiver forholdet mellem lønnen i det nye og gamle job.

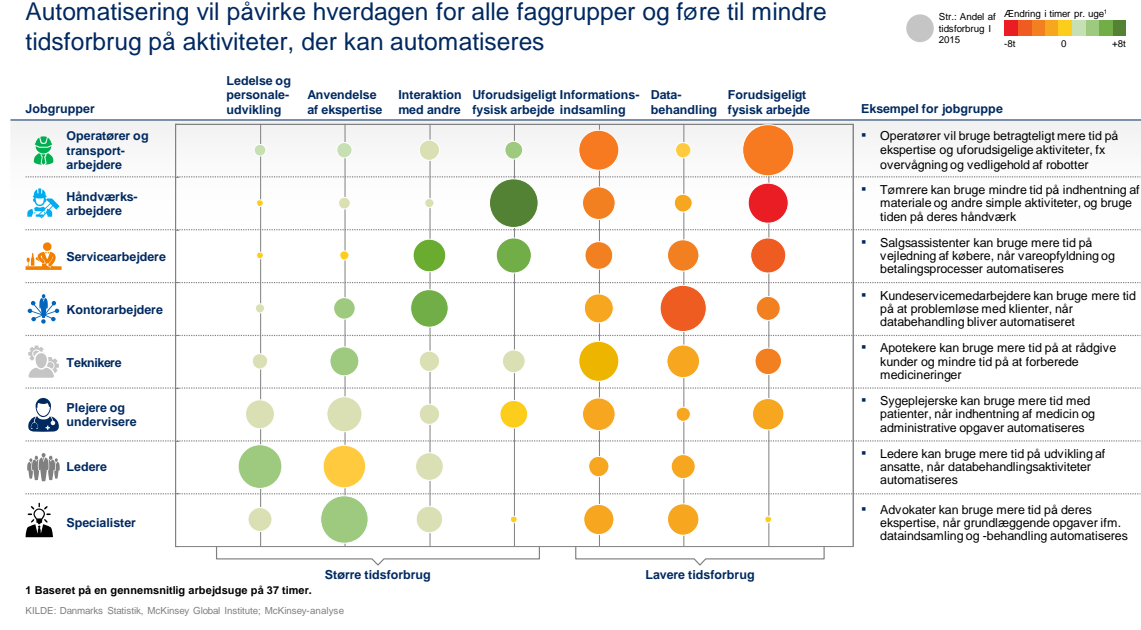
4. Beskæftigede i alle faggrupper skal fremover udvikle nye færdigheder

Udviklingen kan ændre arbejdsdagen for alle faggrupper. Vores analyse af mere end 420 jobs viser, at de færreste jobs er fuldt automatiserbare; kun i 15 pct. af jobs kan mere end 70 pct. af aktiviteterne automatiseres. For langt de fleste job (80 pct.) kan 20 pct. af arbejdsdagen til gengæld automatiseres. Det indikerer, at den største effekt af automatisering vil være ændrede jobbeskrivelser snarere end store jobtab. Udviklingen vil medføre, at danskerne skal bruge mere tid på de aktiviteter, der er sværest for teknologien at udføre (fx interaktion med andre og anvendelse af faglig ekspertise) – se Figur 5. Vores analyser peger på, at forskydningerne vil være forskellige på tværs af faggrupper: I handelsbranchen kan fremtidens salgsassistenters fx komme til at bruge op til ~70 pct. af deres tid på direkte kundeinteraktion, i takt med at teknologi kan overtage andre driftsopgaver. Håndværkere vil bruge mere tid på de komplekse fysiske opgaver og i højere grad kunne overlade opgaver som tunge løft, hentning af materialer, osv. til maskiner og robotter.

Automatisering kan forskyde relevansen af forskellige færdigheder. I takt med at arbejdsopgaverne ændres, kan det skabe en forskydning i forhold til, hvilke færdigheder der bliver relevante. Vi viser, at danskerne fremover kan komme til at bruge 20-30 pct. mere tid på aktiviteter, der kræver sociale færdigheder, kreativitet og problemløsning (se Figur 6). Den aggregerede analyse skjuler dog, at forskydningen tager sig forskelligt ud på tværs af faggrupper. Fordi aktiviteterne varierer mellem jobs, vil det være forskellige færdigheder, der forhindrer teknologi i at kunne automatisere arbejdsopgaver: for grupper som læger og lærere vil det særligt være evnen til at forstå kontekstuel, social respons der i højere grad bliver afgørende. For andre, såsom operatører, vil det fremover være problemløsning og kompleks koordinering med mange interessenter, der bliver vigtigt (se Figur 7).

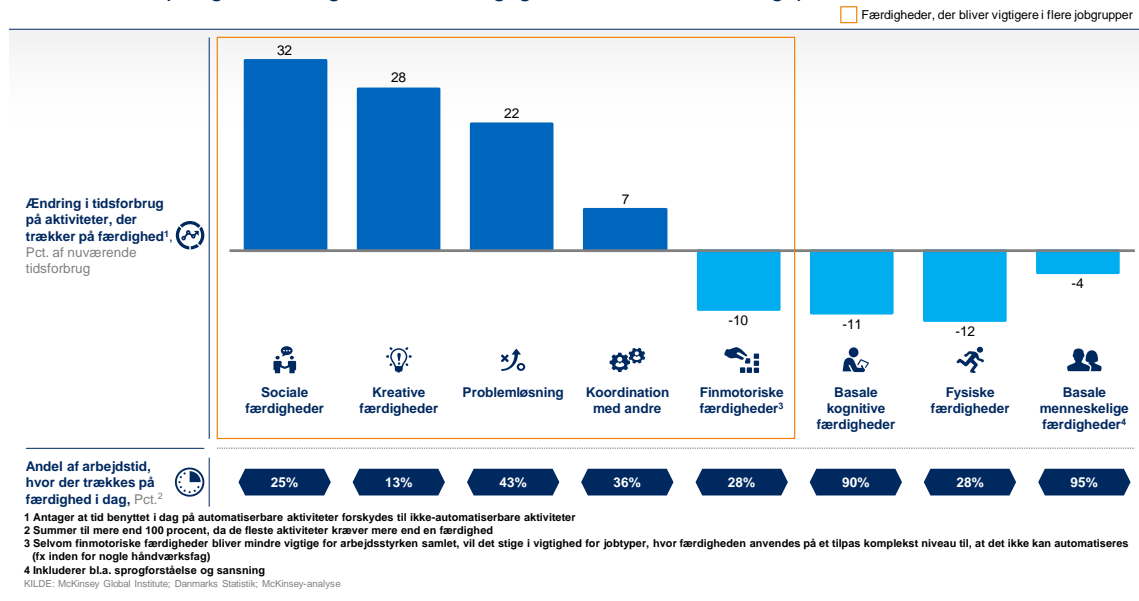
FIGUR 5

Automatisering vil påvirke hverdagen for alle faggrupper og føre til mindre tidsforbrug på aktiviteter, der kan automatiseres



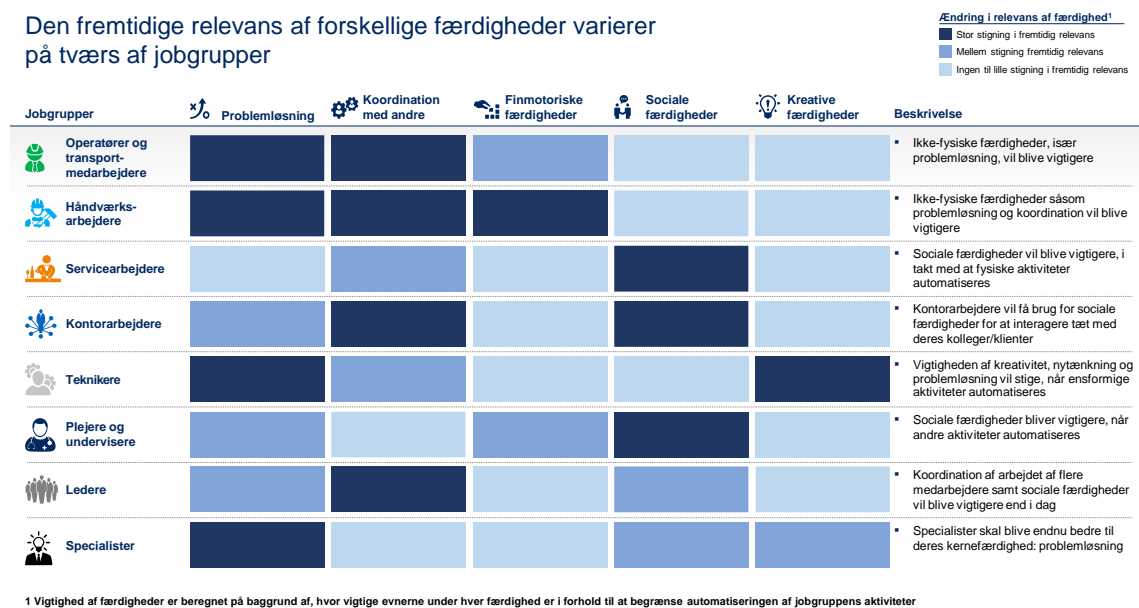
FIGUR 6

Mindre rutineprægede færdigheder bliver vigtigere, når automatiseringspotentialt indfries



FIGUR 7

Den fremtidige relevans af forskellige færdigheder varierer på tværs af jobgrupper



Forklaring: Figuren viser hvilke færdigheder, der fremover kan afholde arbejdsopgaverne i jobgruppen fra at blive automatiseret. Såfremt en jobtype kun i begrænset omfang trækker på en færdighed, vil færdigheden kun afholde få aktiviteter fra at blive automatiseret. I det fx kreative færdigheder kun indgår i begrænset omfang i nuværende jobs, forventes de kun i et mindre omfang at stige i relevans, hvad angår udførelsen af nuværende, ikke-automatiserbare aktiviteter – men kan stadig komme til at blive mere relevante, såfremt nye aktiviteter kommer til eller eksisterende, ikke-automatiserbare aktiviteter forandres.

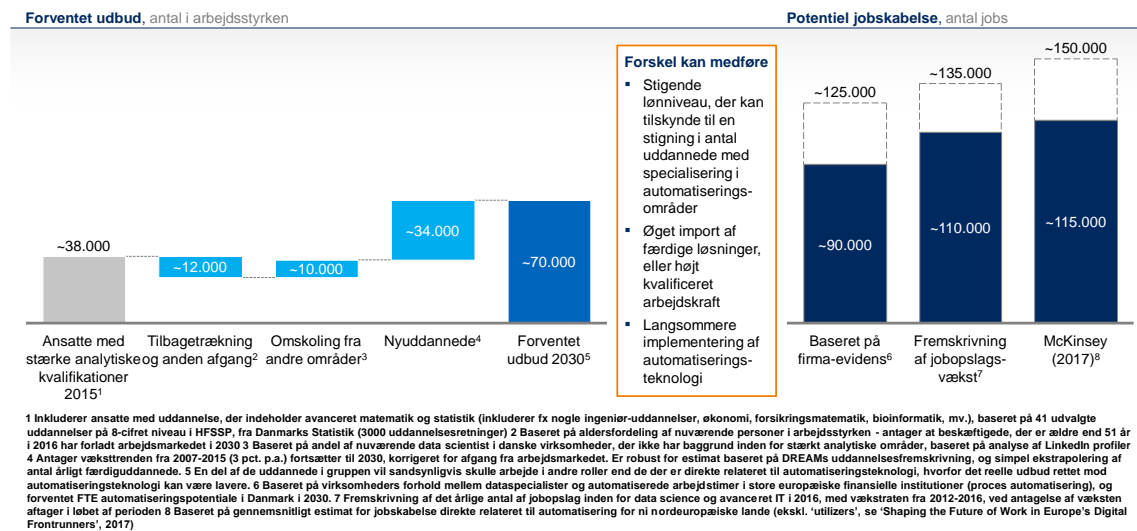
5. Der er et specifikt behov for flere med avancerede digitale og analytiske evner til at drive udviklingen

Danske virksomheders største barriere for indførelse af nye teknologi er udbud af talent. Hvis danske virksomheder skal kunne realisere gevinsterne ved automatisering, kræver det adgang til kvalificeret arbejdskraft, der kan drive udvikling og indførelse af de nye teknologier. Det kræver typisk en baggrund inden for matematik, statistik eller programmering at arbejde med machine learning og avanceret robotteknologi. I en nylig rundspørge blandt HR-direktører i en række ledende danske virksomheder, nævnes begrænset udbud af talent som den største barriere for indførelse af ny teknologi (rangerende over fx usikkerhed om investeringsafkast og mangel på modne automatiseringsprodukter i markedet).⁴

Der kan blive behov for flere med kvalifikationer til at arbejde med automatiseringsteknologi. Vi anslår, at den barriere, der udgøres af udbuddet af talent, kan blive mere betydningsfuld fremover og dermed bremse adoptions hastigheden af automatiseringsteknologi i Danmark, fx som følge af et opadgående lønpres, der gør det mindre rentabelt for virksomhederne at indføre automatiseringsteknologi. Vores analyse viser, at der frem mod 2030 potentielt ville kunne skabes op mod 90.000-150.000 jobs direkte relateret til automatiseringsteknologi (svarende til 1 job direkte relateret til automatisering, hver gang der automatiseres arbejdsaktiviteter svarende til 6-9 fuldtidsbeskæftigede). Derimod peger de nuværende uddannelses-trends på, at der vil være omkring 70.000 danskerne med en tilstrækkeligt tung analytisk uddannelsesbaggrund (baseret på 41 udvalgte uddannelsesretninger). Til trods for at lønniveauet for disse grupper i dag ikke indikerer en udbredt mangel, kan kombinationen af nedenstående analyse og de seneste års lønudvikling i nogle tech-miljøer (fx i USA), pege på, at der kan være samfundsøkonomisk ræsonnement i, at flere får kvalifikationer og kompetencer til at kunne arbejde med automatiseringsteknologi fremover.

FIGUR 8

Den potentielle jobskabelse direkte relateret til indførelse af automatiseringsteknologi, kan overstige det forventede udbud af højt kvalificeret arbejdskraft



1 Inkluderer ansatte med uddannelse, der indeholder avanceret matematik og statistik (inkluderer fx nogle ingeniøruddannelser, økonomi, forsikringsmatematik, bioinformatik, mv.), baseret på 41 udvalgte uddannelser på 8-cifret niveau i HFSSP, fra Danmarks Statistik (3000 uddannelsesretninger) 2 Baseret på aldersfordeling af nuværende personer i arbejdsstyrken - antager at beskæftigede, der er ældre end 51 år i 2016 har forladt arbejdsmarkedet i 2030 3 Baseret på andel af nuværende data scientist i danske virksomheder, der ikke har baggrund inden for stærkt analytiske områder, baseret på analyse af LinkedIn profiler 4 Antager væksttrend fra 2007-2015 (3 pct. p.a.) fortsætter til 2030, korrigeret for afgang fra arbejdsmarkedet. Er robust for estimat baseret på DREAMs uddannelsesfremskrivning, og simpel ekstrapolering af antal årligt færdiguddannede. 5 En del af de uddannede i gruppen vil sandsynligvis skulle arbejde i andre roller end de der er direkte relateret til automatiseringsteknologi, hvorfor det reelle udbud rettet mod automatiseringsteknologi kan være lavere. 6 Baseret på virksomheders forhold mellem dataspecialister og automatiserede arbejdssteder i store europæiske finansielle institutioner (proces automatisering), og forventet FTE automatiseringspotentiale i Danmark i 2030. 7 Fremskrivning af det årlige antal af jobopslag inden for data science og avanceret IT i 2016, med vækstraten fra 2012-2016, ved antagelse af væksten aftager i løbet af perioden 8 Baseret på gennemsnitligt estimat for jobskabelse direkte relateret til automatisering for ni nord europæiske lande (ekskl. 'utilizers', se 'Shaping the Future of Work in Europe's Digital Frontrunners', 2017)

KILDE: Danmarks Statistik, Beskæftigelsesministeriet, Styrelsen for Arbejdsmarked og Rekruttering McKinsey OrgSolutions, McKinsey-analyse

Forklaring: Figuren viser en fremskrivning af udbud af arbejdskraft med avanceret analytisk/statistisk baggrund, og den potentielle jobskabelse relateret til udvikling, indførelse og løbende opdateringer af automatiseringsteknologi frem mod 2030. Den potentielle jobskabelse på højre side er opgjort ved hjælp af tre forskellige metoder. Hver metode bygger på en række forskellige parametre, fx vækstraten i jobopslag. Ved at benytte forskellige estimater for disse parametre, fremkommer spændet i den potentielle jobskabelse.

⁴ Rundspørge er foretaget i oktober 2017, blandt HR-direktører i 55 af de største virksomheder der opererer i Danmark, i samarbejde mellem Egon Zehnder og McKinsey & Company.

6. Der er også andre dynamikker end teknologi, der fremover kan drive jobvækst

Jobs opstår oftest i andre brancher og jobfunktioner, end hvor teknologi har overflødiggjort dem. Produktivitetsstigninger i en branche leder isoleret set til beskæftigelsesfald i branchen, men øger samtidigt beskæftigelsen i andre brancher gennem positive velstandseffekter. Det kunne pege på, at jobvækst vil finde sted i andre brancher, end der hvor arbejdsopgaver automatiseres. Samtidig er det ikke kun problemløsning og anvendelse af ekspertise, der vil være centrale i fremtidig jobvækst, men i lige så høj grad sociale færdigheder og kreativitet. Resultaterne indikerer, at danskere næppe alle sammen skal være programmører fremover, men at jobvækst kan foregå i jobfunktioner og brancher, der beskæftiger sig med mange andre emner end teknologi.

Der er mange faktorer, der kan drive fremtidig jobvækst. Til trods for, at det næppe lader sig gøre at lave præcise forudsigelser af fremtidig jobvækst, er der dog en række eksempler på faktorer, der kunne drive jobvækst fremover. For eksempel forventes antallet af danskere over 70 år at stige fra 633.000 i 2015 til 1.000.000 i 2035, hvilket kan medføre stigende efterspørgsel efter arbejdskraft inden for sundhed og pleje. Samtidigt kan stigende indkomst øge efterspørgslen efter fritidsservices, og fremvæksten af en global middelklasse kan give nye eksportmuligheder, der kan øge beskæftigelsen i internationalt orienterede virksomheder. Den historiske erfaring viser ligeledes, at mange nye jobs vil opstå inden for kategorier eller brancher, vi har svært ved at tænke os til i dag.

7. En gruppe på omkring 250.000-300.000 beskæftigede kan få svært ved transitionen

Danskerne skifter oftest mellem jobs med tilsvarende automatiseringspotentiale. Automatisering vil – som al tidligere teknologi – lede til at nogle skal finde ny beskæftigelse. Danmark er kendetegnet ved et fleksibelt arbejdsmarked, men vores viden om, hvor forskellige typer af beskæftigede skifter imellem, er mangelfuld. I samarbejde med Beskæftigelsesministeriet har vi derfor analyseret mere end 300.000 jobskift i perioden 2012-2015 for at kortlægge de beskæftigedes jobtypemobilitet. Analyserne viser, at når danskere skifter jobs, skifter omkring en tredjedel til en helt ny del af arbejdsmarkedet. Dog skifter langt de fleste til jobgrupper, der har nogenlunde samme automatiseringspotentiale som det job de kom fra, hvilket kan indikere at nogle kan få sværere ved transitionen, hvis deres faggruppes aktiviteter automatiseres på tværs af brancher. Herudover indikerer analysen, at større transitioner på tværs af arbejdsmarkedet ofte består af en række mellemliggende jobskifte for at lykkes, hvilket yderligere kan besværliggøre skiftet til jobs med et lavere automatiseringspotentiale. Formodentlig vil vi i højere grad se eksempelvis håndværkere skifte til servicearbejde, servicearbejdere til kontorarbejde, og kontorarbejdere til specialistrøller, end vi vil se beskæftigede inden for håndværk skifte direkte til specialistrøller.

Mellem 250.000 og 300.000 beskæftigede kan blive særligt udfordret i transitionen. For at vurdere om nogle grupper er særligt udsatte, kombinerer vi automatiseringspotentiale med evne til at flytte på tværs af arbejdsmarkedet. Ved hjælp af et nyt mobilitetsindeks viser vi, at 10-15 pct. af arbejdsstyrken kan være relativt dårligt stillet: mere end 60 pct. af deres arbejdsopgaver kan automatiseres, og deres evne til at skifte til jobs med lavere automatiseringspotentiale er svag. De fleste er privatansatte, som fx lagermedarbejdere, operatører og visse kontorarbejdere. Analyserne viser dog også udveje for nogle af grupperne – fx har en gruppe kontorarbejdere de seneste år skiftet til stillinger inden for alt fra sundhedssektoren til stillinger inden for økonomi og finans. At identificere sådanne muligheder og hjælpe flere til det samme kan blive vigtigere fremover.

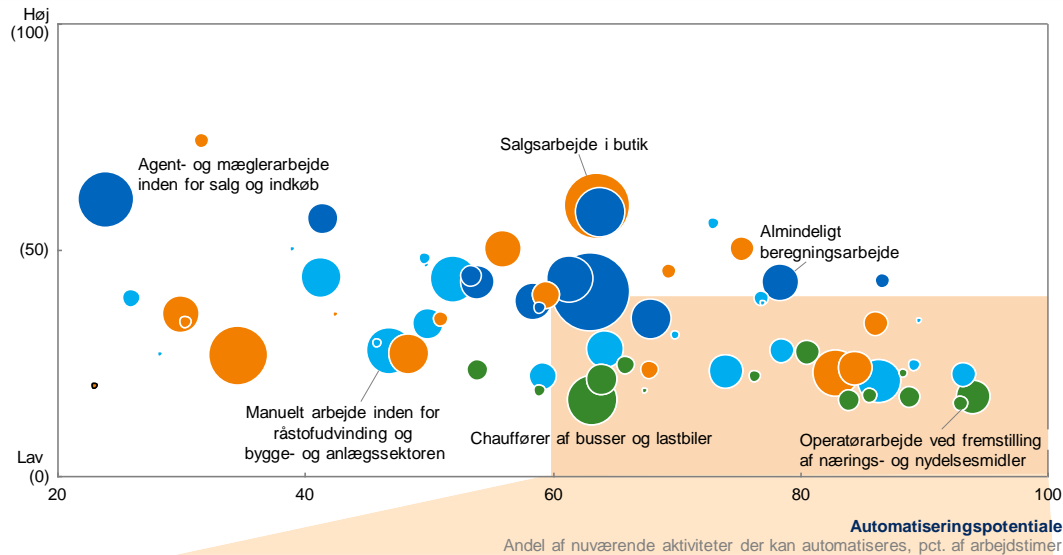
FIGUR 9

Omkring 250.000-300.000 beskæftigede kan være særligt udsatte i forbindelse med automatisering

■ Særligt udsatte
○ Hver cirkel angiver en stillingsbetegnelse. Størrelsen indikerer andel af arbejdsstyrke

Mobilitetsindeks (forudsætning for at flytte til andre stillinger)¹

0-100 (Vægtet indeks af historisk jobtypemobilitet, mobilitet til lavt automatiserbare jobs, gennemsnitlig jobzone og gennemsnitligt færdighedsniveau)



Eksempler på særligt udsatte beskæftigelse, fordelt på jobgrupper

Jobgruppe	Job med sandsynligt omskolingsbehov	Andel af jobgruppe, Pct.	Antal jobs, '1000
Operatører og transportarbejdere	Bus- eller lastbilchauffør	~30	~34
	Operatørarbejde ved fremstilling af næringsmidler	~13	~15
	Monteringsarbejde	~11	~13
	Andet	~36	~43
	I alt	~90	~105
Kontorarbejdere	Postarbejdere, korrekturlæsning, arkivering og andet kontorarbejde	~8	~25
Servicearbejdere	Lagerarbejdere	~12	~32
	Manuelt arbejde med tilberedning af mad	~10	~27
	Servicearbejde under rejser	~2	~6
	I alt	~24	~65
Håndværksarbejdere	Smede, værktøjsmagere etc.	~12	~26
	Mekanikere	~9	~20
	Manuelt arbejde i produktion	~8	~16
	Andet	~13	~27
I alt	~42	~90	
I alt			250-300

¹ Jobmobilitet angiver andelen af arbejdere, der skifter job mellem to år; gennemsnitlig jobzone angiver længden af uddannelsen og/eller erfaringskravet i jobgruppen; og gennemsnitligt færdighedsniveau er et gennemsnit af digitale og basale færdigheder fra OECD's PIAAC-database. Indekset er baseret på normaliserede variable med forskellige vægte for hver af disse faktorer

KILDE: Danmarks Statistik, OECD, Beskæftigelsesministeriet, McKinsey-analyse

Centrale udfordringer for at realisere automatiseringspotentialer

Samlet set, tegner der sig et potentiale for markante produktivetsforbedringer som følge af udviklingen. Der er dog en række udfordringer forbundet med dels at udnytte de teknologiske muligheder i erhvervslivet, og dels at sikre omstilling på arbejdsmarkedet. Følgende afsnit beskriver en række centrale udfordringer, men udgør ikke nogen udtømmende liste for studiets konklusioner.

Effekterne af automatiseringsteknologi for dansk erhvervsliv vil i høj grad afgøres af, hvorvidt danske virksomheder formår at udnytte teknologierne relativt hurtigere end deres globale konkurrenter. I industrien er der mulighed for at sikre produktivitet og fastholde beskæftigelse igennem fx 'reshoring', men det kræver at danske virksomheder er hurtigere til at udnytte teknologi end deres konkurrenter. Dette kan også blive relevant for brancher, der hidtil har været mindre udsat for global konkurrence. Handelsbranchen er et eksempel herpå, hvor særligt onlinehandel og nye logistikmuligheder kan skærpe den internationale konkurrence fremover.

For at muliggøre en rettidig tilpasning og sikre produktivetsforbedringerne i det danske samfund, er det derfor væsentligt, at rammerne for automatisering er til stede. Det kan kræve revidering af eksisterende lovgivning både hvad angår specifikke områder såsom adgang til data, betingelserne for at foretage investeringer i ny teknologi, samt at tilstræbe simple administrative rammer for automatisering. Samtidig skal beslutningstagere være bevidste om, at nogle erhverv kan mindskes eller potentielt helt forsvinde som led i udviklingen.

Dette studie har ligeledes indikeret tre overordnede udfordringer for arbejdsmarkedets omstilling:

For det første er der behov for at sikre tilstrækkeligt udbud af talent, i forhold til indførelse og vedligehold af automatiseringsteknologi. Dette studie har indikeret at begrænset udbredelse af automatiseringsrelaterede kompetencer, kan begrænse hastigheden hvormed automatiseringsteknologi kan indføres i Danmark fremover. Selvom analysen ikke giver anledning til at være pessimistisk ift. det samlede beskæftigelsesniveau, er det derfor ikke givet at erhvervslivet vil have adgang til tilstrækkelige tekniske kompetencer på et globalt konkurrencedygtigt omkostningsniveau. I analysen giver både offentlige og private organisationer udtryk for at mangle talent, samt at have svært ved at udvikle disse kompetencer internt.

For det andet forventes automatiseringen at kræve omstilling for den brede del af den danske arbejdsstyrke. I takt med at nogle opgaver bortfalder, og nye kommer til, kan der opstå behov for at udvikle den nuværende kompetencesammensætning. Som beskrevet ovenfor vil teknologiske kompetencer blive vigtigere for nogle, men for mange vil automatisering i højere grad betyde en omorganisering af det eksisterende arbejde, ved at nuværende opgaver komme til at fylde mere, eller nye opgaver overtages fra kolleger. Der vil formodentlig også kunne opstå helt nye beskæftigelsestyper og brancher.

Endeligt er der en særlig udfordring forbundet med transitionen, for de beskæftigede der kan være særligt udsatte. Dette studie har peget på, at der for omkring 250.000 – 300.000 danske beskæftigede kan være særlig grund til at forstå behovet for kompetenceudvikling, idet de forventes at blive særligt påvirkede af automatisering: Deres jobs er i høj grad automatiserbare, og gruppen har haft en svag historisk evne til at skifte til lavt automatiserbare jobs.

INDHOLDSFORTEGNELSE

Sammenfatning	1
1. Nye teknologier og potentialet for automatisering	15
1.1 Teknologi kan i stigende grad udføre menneskelige arbejdsopgaver	15
1.2 Omtrent 40 procent af danskernes arbejdstimer kan automatiseres	16
2. Effekter, muligheder og udfordringer ved automatiseringen	19
2.1 Det danske arbejdsmarked har omstillet sig før	19
2.2 Teknologi forskyder beskæftigelse på tværs af brancher og jobtyper	21
2.3 Teknologisk udvikling har tidligere øget velstanden, men også skabt udfordringer	22
2.5 Danmarks har et godt udgangspunkt for at gå udviklingen i møde	24
3. Arbejdsmarkedets forestående omstilling	26
3.1 Automatisering vil forme fremtidens arbejdsdag for alle faggrupper	27
3.2 Færdigheder der ikke kan automatiseres bliver vigtigere	28
3.3 Omkring 250.000 – 300.000 danskere kan blive særligt udsatte	30
3.4 Automatisering kan skabe nye jobs, men begrænset udbud af kvalificeret arbejdskraft kan bremse udviklingen	34
3.5 En stor del af fremtidig jobvækst vil ske i andre brancher og jobfunktioner end dem der er direkte relateret til teknologi	36
4. Automatiseringens effekter i fire udvalgte brancher	37
4.1 Handel	41
4.2 Industri	48
4.3 Transport	54
4.4 Erhvervsservice	60
5. Vil udviklingen være anderledes end tidligere?	64
Litteraturliste	67
Metodeappendiks	68

1. Nye teknologier og potentialet for automatisering

Hastig udvikling inden for kunstig intelligens og avanceret robotteknologi har medført, at teknologi i stigende grad kan udføre menneskelige opgaver. Det omfatter ikke kun fysiske, rutinebaserede opgaver, men i stigende grad kognitive opgaver, såsom informationssøgning, forståelse af tekst og tale samt behandling af data. Den teknologiske udvikling er især drevet af globale teknologi-giganter, der i de seneste år kraftigt har forøget investeringer i automatiseringsteknologi. På baggrund af et detaljeret analyse-framework, udviklet gennem flere år i McKinsey Global Institute, anslår vi, at ~40 procent af danskernes arbejdstimer kan automatiseres alene med nuværende teknologi. Metoden bygger på detaljerede opgørelser af jobaktiviteter og tidsforbrug for mere end 400 jobfunktioner, kombineret med en vurdering af, hvilke menneskelige evner der kræves for at udføre hver aktivitet, og i hvilken grad teknologi mestrer den pågældende evne.

1.1 TEKNOLOGI KAN I STIGENDE GRAD UDFØRE MENNESKELIGE ARBEJDSOPGAVER

En række nye teknologier har potentialet til at få gennemgribende indvirkning på det danske arbejdsmarked i de næste årtier. Forventningen herom skyldes især udviklingen inden for automatiseringsteknologi, herunder kunstig intelligens (artificial intelligence) og avanceret robotteknologi.

Udviklingen i automatiseringsteknologi er først og fremmest drevet af en acceleration inden for kunstig intelligens. Anvendelse af teknologien har trukket overskrifter i de seneste år, fx da DeepMinds AlphaGo-program i marts 2016 slog Lee Sedol, den daværende regerende verdensmester, i brætspillet Go, eller da IBM's Watson i 2011 vandt over de tidligere stormestre i Jeopardy.

Kunstig intelligens er på relativt kort tid gået fra at være et perifært akademisk felt til at kunne matche eller overgå menneskelige evner inden for områder som billedgenkendelse, tale, mundaflæsning og informationssøgning.

Accelerationen er særligt drevet af tre faktorer.

- For det første er der sket et skift fra klassisk programmering hen imod machine learning. I modsætning til klassisk programmering bygger machine learning ikke på eksakte regler determineret af en udvikler, men derimod på fleksible algoritmer, der kan 'lære' komplekse associationer ud fra data. For eksempel har forskere fra Oxford og Alphas DeepMind benyttet arkivoptagelser fra BBC til at trænet et mundaflæsningsprogram, som har vist sig langt mere præcist end professionelle mundaflæsere.⁵ Flexibiliteten i machine learning muliggør, at teknologi i stigende grad kan anvendes i komplekse miljøer, hvilket fx har været centralt i udviklingen af førerløse køretøjer, hvor det ville være umuligt for en udvikler at prædefinere alle de situationer, der kan opstå i trafikken.
- For det andet genereres der stigende mængder data, der kan benyttes til at træne machine learning modeller. Sådanne data kan tage form af billeder, video, tale, lokationsdata, sensorer fra diverse apparater osv.
- For det tredje har betydelige forbedringer i computerkraft muliggjort, at stadigt mere avancerede machine learning-modeller kan anvendes på stadigt større mængder data. Samtidig medfører udviklinger i cloud-teknologi, at de enkelte brugere ikke nødvendigvis behøver at investere i egen processorkapacitet, men kan trække på ressourcer fra clouden i stedet.

Accelerationen inden for kunstig intelligens flytter ikke kun grænserne for software, men også for robotteknologi. For eksempel er kunstig intelligens en afgørende årsag til, at Boston Dynamics humanoide Atlas-robot er blevet i stand til at løfte tunge objekter, forcere ujævnt terræn og genvinde balancen efter at være udsat for skub og stød.

⁵ New Scientist, Google's Deepmind AI can lip-read TV shows better than a pro, (21. november 2016)

Mulighederne ved automatiseringsteknologi afspejles i globale investeringer

Potentialet i automatiseringsteknologi afspejles også i den private sektor, hvor den teknologiske udvikling i høj grad er drevet af globale tech-giganter, fx amerikanske Google og Facebook, og kinesiske Baidu. Alene i 2016 anslår vi, at de 35 største teknologivirksomheder investerede 120-170 milliarder kroner internt i udvikling af kunstig intelligens.⁶ Dermed er udviklingen ikke længere et rent akademisk foretagende, men i stigende grad en kernekompetence for verdens ledende tech-virksomheder – for eksempel annoncerede Alphabet (Google) i 2017 at deres grundlæggende teknologi-strategi er skiftet fra *Mobile First* til *Artificial Intelligence First*.

Investeringerne foretages ikke kun internt i de større virksomheder – udviklingen drives også i nyopstartede virksomheder. Det ses ved at private equity og venture capital investeringer i automatiseringsteknologi er øget med op mod 50 pct. årligt siden 2013, og har nået et niveau på 50-75 milliarder kroner i 2016.⁶ Dermed udgør feltet i dag en af de mest betydningsfulde investeringskategorier. Endelig er antallet af nye patenter relateret til AI og robotics vokset fire gange hurtigere end den generelle vækst i patenter siden 2013.⁷

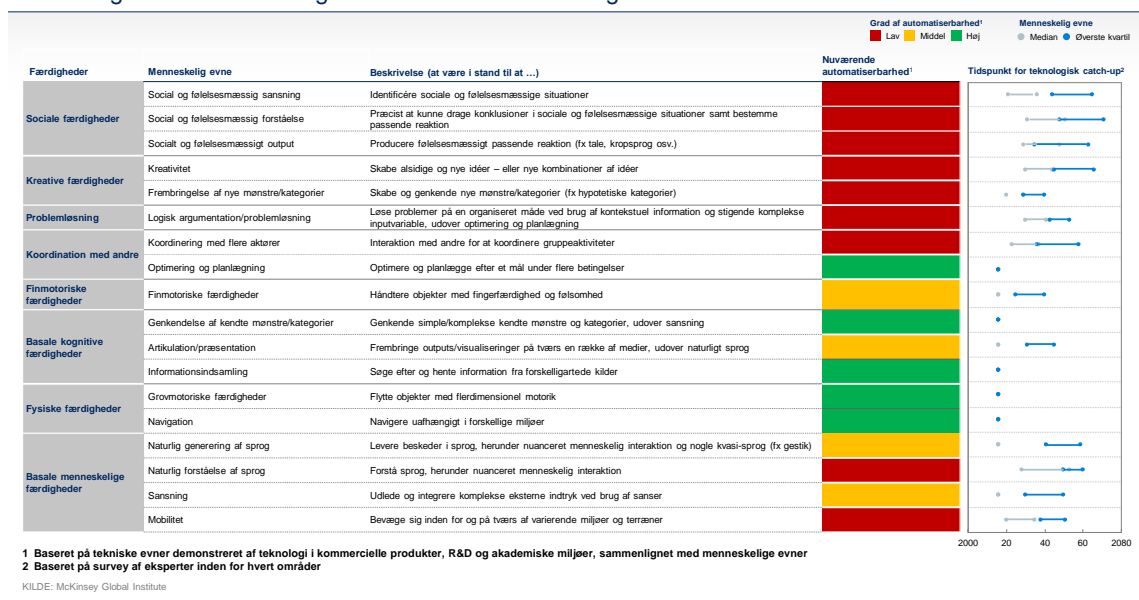
1.2 OMTRENT 40 PROCENT AF DANSKERNES ARBEJDSTIMER KAN AUTOMISERES

For at kunne vurdere de potentielle effekter af automatisering har McKinsey Global Institute udviklet et framework over 18 menneskelige evner (se Figur 10). For hver af de 18 evner er det vurderet, hvor langt eksisterende teknologi er kommet ift. mennesker, på baggrund af teknisk formåen, demonstreret i enten kommercielle produkter, på udviklingsafdelinger eller i akademiske sammenhænge.

Automatiseringsframeworket er koblet til en detaljeret opgørelse for en typisk arbejdsdag for ~420 job, brudt ned på aktivitetsniveau samt registerdata fra Danmarks Statistik. Dette har muliggjort et velfunderet databaseret estimat for det tekniske automatiseringspotentiale på det danske arbejdsmarked (se boks på næste side).

FIGUR 10

Teknologi har nået forskelligt niveau af 18 menneskelige evner

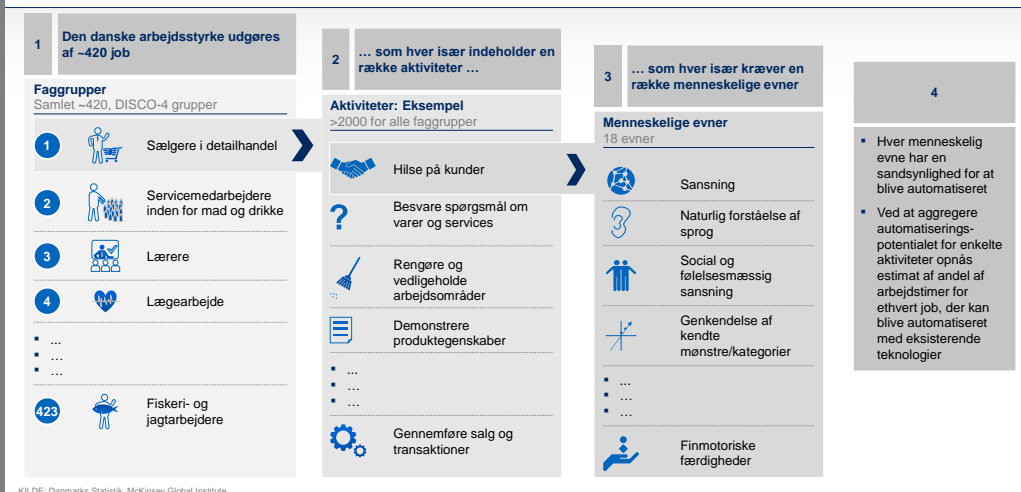


⁶ McKinsey Global Institute, *Artificial Intelligence – The Next Digital Frontier?*, Discussion Paper, (juni 2017)

⁷ Innography og McKinsey-analyse

McKinseys proprietære framework kortlægger automatiseringspotentialet for et job, baseret dets aktiviteter, og hvilke menneskelige evner de trækker på

ILLUSTRATIV



McKinseys proprietære automatiseringsmodel beregner automatiseringspotentialet per jobtype i tre skridt. Først er det danske arbejdsmarked brudt ned i ~420 job baseret på Danmarks Statistiks DISCO-hierarki. Dernæst er en gennemsnitlig arbejdsdag i hvert job kortlagt i form af mere end 2.000 aktiviteter, fx at 'modtage kunder', 'rengøre arbejdsområde', eller 'demonstrere produkt-anvendelse'. Derefter er det for hver af de 2.000 aktiviteter vurderet, hvilke af de 18 menneskelige færdigheder der kræves for at udføre aktiviteten, og hvorvidt færdigheden omtrentlig kræves på lavt niveau, middel niveau eller højt niveau (fx 25 procent af menneskelig formåen). Frameworket beregner dermed, hvor stor en andel af arbejdstiden i et job der udgøres af aktiviteter, hvor alle færdigheder benyttes på et niveau der kan automatiseres (se også metodisk appendiks).

Omkring 40 procent af de samlede arbejdstimer i Danmark kan automatiseres ved hjælp af eksisterende teknologi

Når automatiseringspotentialet aggregeres for hele arbejdsstyrken, anslår vi, at ~40 pct. af de samlede arbejdstimer kan automatiseres med eksisterende teknologi. Resultatet indebærer dog ikke, at udviklingen vil ske med det samme.

Adoption af teknologierne vil for det første kræve, at tekniske implementerbare løsninger er til stede på markedet og kan integreres med andre systemer. For mange af teknologierne er dette endnu ikke tilfældet. Dernæst skal der være en klar business case: virksomheder vil holde omkostningen ved at indføre teknologi op mod fordele i form af fx færre fejl eller hurtigere produktionstid, mulige besparelser af lønomkostninger samt juridiske og organisatoriske barrierer (se Sektion 4).

Automatiseringspotentialet indebærer heller ikke, at ~40 pct. af danske jobs kan automatiseres. Til trods for at automatisering vil berøre næsten alles arbejdsliv, er det kun relativt få jobs, der er fuldt automatiserbare. Figur 11 viser, at arbejdsdagen for omkring 60 pct. af de beskæftigede består af mere end 30 pct. aktiviteter, der kan automatiseres. Dette indebærer, at langt de fleste af os skal arbejde tættere med ny teknologi, fx ved at nogle af de mest repetitive opgaver overtages af software eller robotter (se Sektion 3).

Imidlertid er 15 pct. af de beskæftigede i jobs, hvor mere end 70 pct. af aktiviteterne kan automatiseres. Det kunne fx være maskinoperatører eller jobs, der primært består af rutineprægede opgaver.

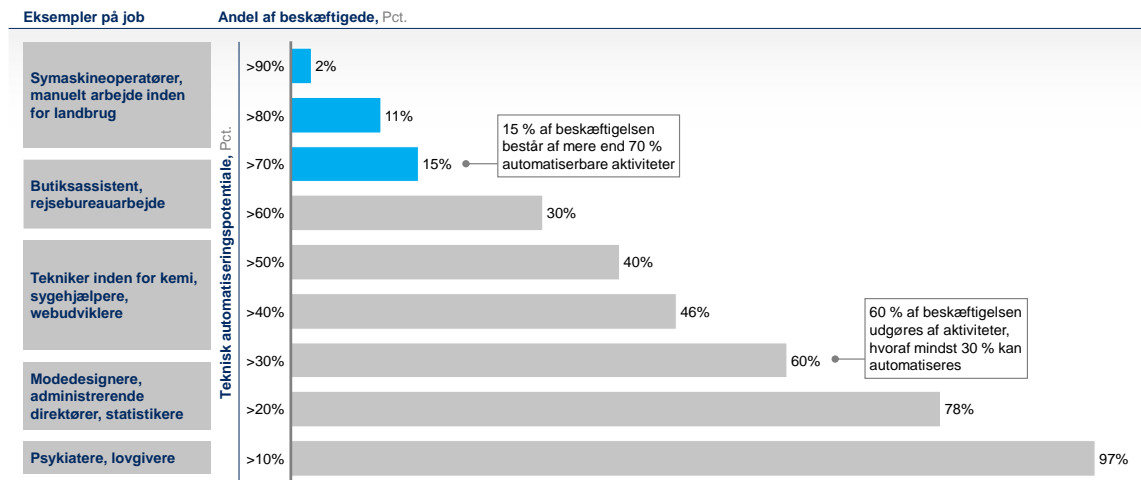
Automatiseringspotentialet for et job afhænger af graden af forudsigelighed af dets aktiviteter

Ud fra de mere end 2.000 jobaktiviteter, der ligger bag automatiseringsmodellen, identificerer vi syv overordnede kategorier af aktiviteter (se Figur 12). Hver af disse har et forskelligt automatiseringspotentiale. Vi anslår, at det største potentiale findes inden for indsamling af information (62 pct. af aktiviteterne i gruppen), behandling af data (67 pct.), og forudsigeligt fysisk arbejde (74 pct.). Disse tre aktivitetsgrupper udgør tilsammen cirka halvdelen af de samlede arbejdstimer på det danske arbejdsmarked. Omvendt vil jobs, hvis indhold primært består i at lede og udvikle medarbejdere, anvende ekspertise, interagere tæt med fx kunder eller udføre uforudsigeligt fysisk arbejde have et langt lavere automatiseringspotentiale.

FIGUR 11

Automatisering påvirker alle job, men kun få er fuldkommen automatiserbare

Automatiseringspotentiale i Danmark baseret på eksisterende og demonstreret teknologi (kumulativt)

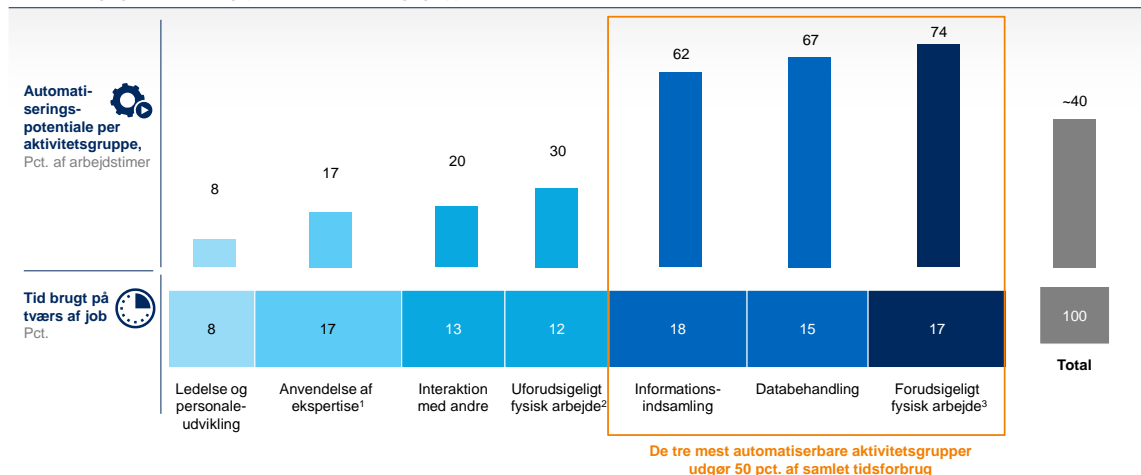


KILDE: McKinsey Global Institute, Danmarks Statistik; McKinsey-analyse

FIGUR 12

Automatiseringspotentialet er drevet af et jobs aktivitetssammensætning

Tidsforbrug og automatiseringspotentiale for forskellige grupper af aktiviteter, Pct.



1 Anvendelse af ekspertise til at træffe beslutninger, planlægge og udføre kreative aktiviteter 2 Udførelse af fysiske aktiviteter og betjening af maskiner i uforudsigelige miljøer 3 Udførelse af fysiske aktiviteter og betjening af maskiner i forudsigelige miljøer

KILDE: Danmarks Statistik, McKinsey Global Institute; McKinsey-analyse

2. Effekter, muligheder og udfordringer ved automatiseringen

Automatisering indebærer grundlæggende, at der skal færre hænder til at producere en given mængde output. Til trods for at det aflære omgange er blevet spået, at automatisering (og anden produktivitetsforøgende teknologi) dermed har villet medføre færre jobs, har det ikke været tilfældet.⁸ Den frigjorte arbejdskraft har fundet anden anvendelse, og den samlede beskæftigelse har fulgt udviklingen i arbejdsstyrken, både i Danmark og i andre lande. Derimod har teknologien forskudt beskæftigelse mellem brancher og jobfunktioner, og løbende medvirket til stigende velstand – nyere forskningsmetoder hjælper til at belyse de forskellige komponenter i denne tilpasning. Omstillingen kan også skabe udfordringer, fx ift. langtidsledighed, ændringer i indkomstfordeling og 'skill-bias' i jobvækst – Danmark har dog oplevet disse fænomener i mindre grad end mange andre lande. Endeligt medfører et relativt digitaliseret samfund, en veluddannet arbejdsstyrke, et fleksibelt arbejdsmarked, og en befolkning der er positivt indstillet overfor ny teknologi, at Danmark har et godt udgangspunkt for at gå den forestående udvikling i møde.

2.1 DET DANSKE ARBEJDSMARKED HAR OMSTILLET SIG FØR

Teknologi og globalisering har historisk set haft stor indvirkning på det danske arbejdsmarked. Den teknologiske udvikling har både medført, at eksisterende varer og tjenester har kunnet produceres mere effektivt, og muliggjort produktion af helt nye varer og tjenester. Samtidig har globalisering medført en udpræget international arbejdsdeling. Visse goder, der før blev produceret og dermed skabte jobs i Danmark, er nu noget, vi handler os til.

Disse tendenser har siden 1950'erne fortrængt en række jobs. I Danmark finder man fx en nedgang i beskæftigelsen i tekstil- og beklædningsindustrien fra ca. 60.000 personer i begyndelsen af 1970'erne til godt 10.000 personer i 2002.⁹ Udviklingen har dog ikke medført færre arbejdspladser i alt. Beskæftigelsen er derimod steget i takt med, at arbejdsstyrken er vokset, og arbejdsløsheden har været relativt stabil.

Omend teknologi og globalisering ikke har påvirket den samlede beskæftigelse, har det medvirket til forskydning af beskæftigelsen mellem jobtyper og brancher. Figur 13 viser, hvordan beskæftigelse og produktivitet i forskellige sektorer har udviklet sig siden 1966. I store træk er der sket en forskydning i beskæftigelsen fra den primære sektor (fx landbrug) og den sekundære sektor (fremstilling og bygge/anlæg) over imod serviceerhvervene og den offentlige sektor. Produktivitetsstigningen har samtidig været størst i de førstnævnte sektorer; målt i faste priser var produktiviteten per medarbejder i primærsektoren fx 16 gange større i 2016 end i 1966, imens branchens andel af den samlede beskæftigelse kun er ca. kvart så stor som i 1966. I fremstillings- og byggeindustrien er produktiviteten omtrent femdoblet, mens beskæftigelsesandelen er mere end halveret. Serviceerhvervene har derimod set en samtidig stigning i beskæftigelse og produktivitet, omend væksten i sidstnævnte har været lavere end i primær- og sekundærsektoren.

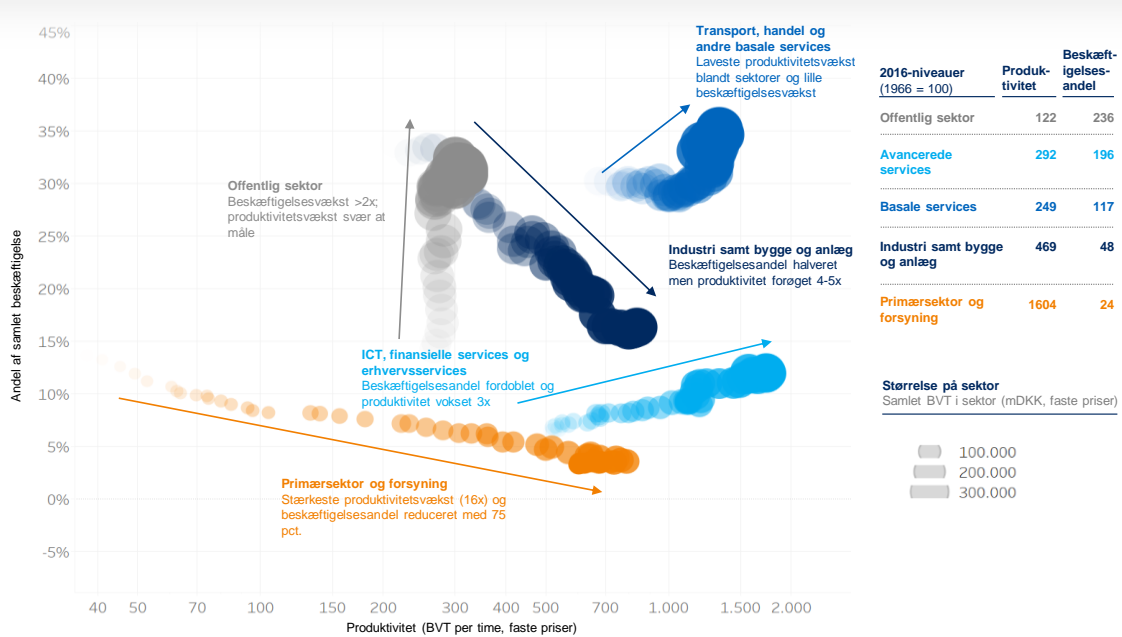
⁸ For eksempel John Maynard Keynes indvendinger om "technological unemployment" i 1930 eller Wassily Leontiefs forudsigelse i 1952 om, at "labor will become less and less important"

⁹ Bjerring Olsen, K., Ibsen, R. og N. Westergaard-Nielsen (2004): *Does Outsourcing Create Unemployment? - The Case of the Danish Textile and Clothing Industry*. Working Paper, Department of Economics, Aarhus School of Business

FIGUR 13

Udviklingen i beskæftigelse og produktivitet har varieret på tværs af sektorer

Arbejdskraftsproduktivitet og andel af samlet beskæftigelse sektor¹, 1966-2016



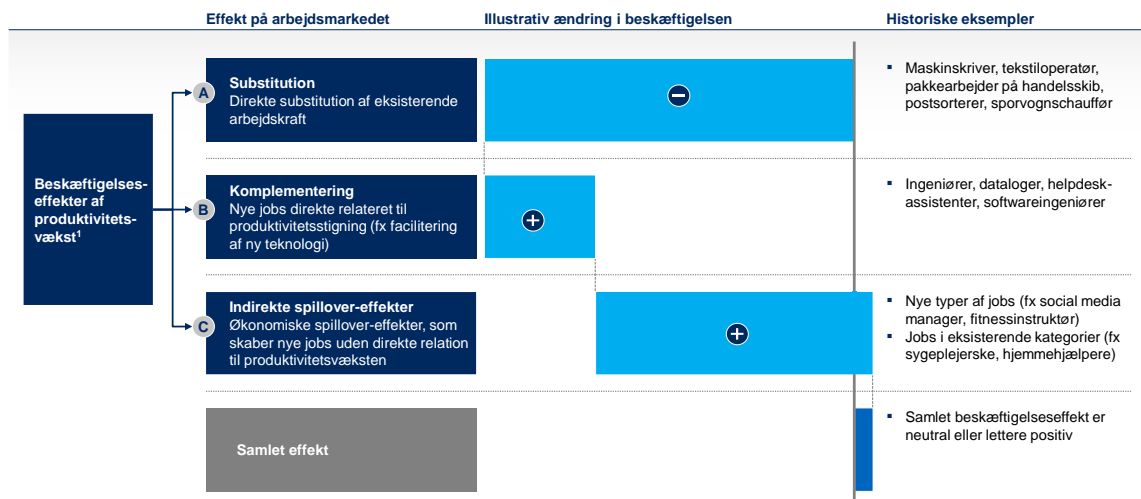
1 (a) Avancerede services: ICT/kommunikation, finansielle services, og erhvervs-services (b) Basale services: handel, transport, hoteller og restauranter, andre services, (c) Industri samt bygge og anlæg: industri samt bygge og anlæg, (d) Primærsektor og forsyning: landbrug, skovbrug, fiskeri, råvareudvinding, energi, vand, og renovation

KILDE: Danmarks Statistik, McKinsey-analyse

2

FIGUR 14

Vækst i arbejdskraftsproduktiviteten påvirker efterspørgslen efter arbejdskraft på tre måder



1 Produktivitetsvækst indebærer, at en aktivitet kan udføres relativt bedre eller billigere end med eksisterende metoder. Dynamikkerne gælder både for teknologi (maskiner og teknologi kan hjælpe arbejdere til at producere mere) og globalisering (det kan blive billigere at importere et gode end at producere det lokalt).

KILDE: McKinsey-analyse

2.2 TEKNOLOGI FORSKYDER BESKÆFTIGELSE PÅ TVÆRS AF BRANCHER OG JOBTYPER

Teknologi, der øger produktiviteten, kan påvirke beskæftigelse gennem tre effekter (se Figur 14):

- Automatisering af arbejdsopgaver kan lede til substitution af jobs, idet en virksomhed kan producere det samme med færre medarbejdere. Automatisering leder dog sjældent til proportionelt fald i beskæftigelse, da virksomheder i de fleste brancher delvist vil øge deres afsætning frem for at mindske beskæftigelsen.
- Automatisering skaber også jobs direkte relateret til udvikling og indførelse af den nye teknologi (Se Sektion 3 for et estimat af omfanget jobskabelse i Danmark fremover).
- Velstandsstigninger, bl.a. som følge af forøget produktivitet gennem automatisering, skaber øget efterspørgsel efter nogle produkter og services, hvilket har positive afledte effekter på jobskabelse.

Ved hjælp af en regressionsanalyse af sammenhængen mellem produktivitetsstigninger og beskæftigelse inden for en branche, finder vi, at de tre effekter udligner hinanden for et bredt udsnit af lande i perioden 1992-2007 (inklusive Danmark).¹⁰ Teknologiens primære rolle for beskæftigelse er altså at forskyde den på tværs af brancher, snarere end at ændre den samlede beskæftigelse. Vores resultater indikerer at 1 pct. stigning i arbejdsproduktiviteten isoleret set leder til omkring 0,2-0,3 procent fald i beskæftigelsen (nettoændring som følge af direkte substitution og direkte relateret jobskabelse), når der korrigeres for stigende velstand, ændringer i arbejdsstyrkens størrelse og diverse trends (fixed effects).

Effekterne varierer mellem brancher. For eksempel har automatisering og øget produktivitet i den finansielle sektor ikke historisk ført til samlet fald i beskæftigelse, fordi de ansatte har kunnet skifte til andre opgaver (det vil dog ikke nødvendigvis holde fremover). Endvidere har beskæftigelseseffekten af produktivitetstvekst generelt været lavere i internationalt orienterede brancher, så som industri, sandsynligvis fordi virksomheder i disse brancher, har lettere ved at øge produktionen uden at det får betydelig effekt for prisen, idet deres varer kan afsættes på store, globale markeder. Endeligt har løbende velstandsstigninger typisk medført relativt større efterspørgselsstigninger efter services end fx landbrugs- og industrivarer.

Størrelsesforholdet af de tre effekter giver en indikation på, hvilken omstilling det danske arbejdsmarked står overfor. Forsimplet set vil en produktivitetstigning i en branche reducere beskæftigelsen i den branche, mens effekten udlignes af, at produktivitetstigninger påvirker beskæftigelsen i andre brancher positivt. Det, der sikrer den neutrale beskæftigelseseffekt af teknologi, er altså spillover-effekten. Dermed sker jobskabelsen primært andre steder end dér, hvor teknologi har erstattet jobs.

Konklusionen om, at teknologi forskyder, men ikke erstatter beskæftigelse, er på linje med resultater fra nyere forskning. For eksempel finder Fraunhofer ISI (2015), at firmaer, der indfører robotter, øger beskæftigelsen; Bessen (2015), finder, at indførelse af digital teknologi forskubber beskæftigelse mellem de jobtyper, der anvender det i højere og mindre grad; og Kromann, Skaksen og Sørensen (2017) viser, at indførelse af robotter ikke har haft nogen langsigtet effekt på beskæftigelsen på tværs af en række europæiske lande. Der findes dog også eksempler på resultater der peger i den modsatte retning: fx finder Acemoglu og Restrepo (2017) nogen tegn på negativ effekt af industrirobotter på beskæftigelse i USA. Effekten kan skyldes specifikke omstændigheder ved det amerikanske arbejdsmarked – ved hjælp af en lignende metode finder Dauth et al. (2017) for eksempel ingen effekt for Tyskland.

¹⁰ Se metodeappendiks bagerst i rapporten. Bl.a. baseret på metoden fra David Autor og Anna Salomons, *Does Productivity Growth Threaten Employment? Robocalypse Now?*, MIT (forthcoming)

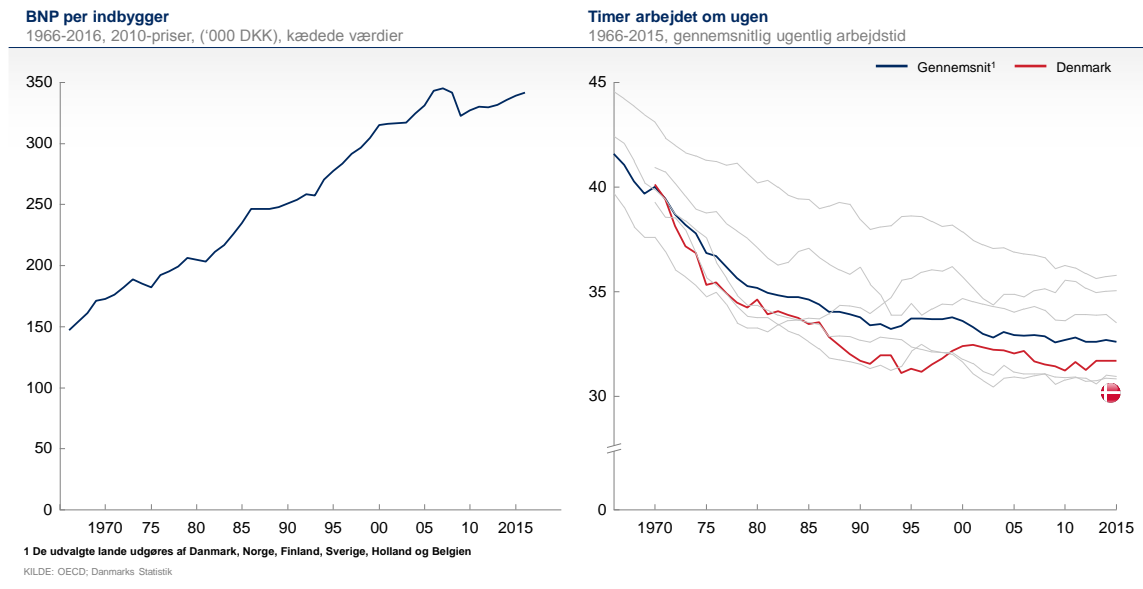
2.3 TEKNOLOGISK UDVIKLING HAR TIDLIGERE ØGET VELSTANDEN, MEN OGSÅ SKABT UDFORDRINGER

Danmark har i de sidste 50 år grebet mulighederne forbundet med teknologisk udvikling. For det første er vores velstand steget betragteligt – realt BNP per indbygger er mere end fordoblet siden 1966 (se Figur 15) pga. en løbende stigning i produktiviteten, og lønningerne har fulgt med udviklingen. For det andet er en del af velstandsstigningen blevet vekslet til lavere arbejdstid: Længden på den gennemsnitlige arbejdsuge er faldet fra 40 timer i 1970 til omtrent 31 timer i 2015.¹¹

En række strukturelle faktorer og politiske styringsredskaber har været drivende for, at Danmark har kunnet drage nytte af den teknologiske udvikling. For det første har det danske arbejdsmarked generelt været fleksibelt og tilpasningsdygtigt i kraft af en mobil arbejdsstyrke, hvor arbejdstagere i høj grad har været i stand til at skifte imellem virksomheder og brancher. For det andet har et stigende uddannelsesniveau sikret, at arbejdsstyrken har haft tilstrækkelige kompetencer til at omstille sig. Inden for de sidste 25 år er andelen med en videregående uddannelse fordoblet fra ca. 15 pct. til ca. 30 pct. mens andelen af ufaglærte er faldet fra ca. 51 pct. til ca. 36 pct.

FIGUR 15

BNP per indbygger er vokset, mens antallet af ugentlige arbejdstimer er faldet



¹¹ Faldet i arbejdstimer har delvist udlignet udvidelsen af arbejdsstyrken således at der ikke har været en stor samlet ændring i antal af præsterede timer på arbejdsmarkedet. Den reducerede arbejdstid kan tages som udtryk for at dansker har valgt en veksle en del af velstandsstigningerne til lavere arbejdstid, snarere end et udtryk for at teknologien har reduceret efterspørgslen efter arbejde – se Disruptionrådets papir *Beskæftigelsesudvikling og brancheforskrydninger* (2017) for en diskussion. Kilde for data: OECD, Average annual hours actually worked per worker, OECD.Stat.

Den teknologiske udvikling og deraf følgende arbejdsmarkedsforskydninger er dog i internationale studier også blevet kædet sammen med visse udfordringer.

Skill-biased growth: Begrebet *skill-biased growth* dækker over, at de sidste årtiers jobvækst i mange lande har været koncentreret i high- og low-skilled jobs, mens der er blevet færre middle-skilled jobs.¹² En nærmere analyse af den danske beskæftigelses sammensætning i forskellige brancher viser dog, at uddannelsesfordelingen afspejler et generelt stigende uddannelsesniveau – der er blevet flere beskæftigede med høje uddannelser, og færre med korte uddannelser samt ufaglærte. Samtidigt har der ikke været tegn på store udsving i lønforskelle mellem forskellige uddannelsesgrupper.¹³

Faldende andel af bruttonationalproduktet til lønmodtagere: I en række lande er andelen af bruttonationalproduktet der tilfalder kapital, steget i de sidste årtier, hvilket kan medføre stigende ulighed, i det omfang kapital er mere koncentreret i befolkningen. Dette har særligt været tilfældet i USA, hvor lønindkomstens andel af BNP er faldet med mere end ti procentpoint siden 1970, hvilket bl.a. er blevet tilskrevet dynamikker, der kan kædes sammen med automatisering (fx udbredt tilstedeværelse af rutineopgaver).¹⁴ Selvom nogle af de samme dynamikker (globalisering, stigende anvendelse af teknologi) har været til stede i den danske økonomi, har mønstret ikke vist sig. Fordelingen mellem løn- og kapitalindkomst har været relativt stabil, og andelen af indkomst, der tilfalder løn, var omkring to procentpoints lavere i 2015 end i 1966, hvilket er et mindre fald end i sammenlignelige lande.¹⁵

Langtidsledighed: En primær udfordring ved omstilling kan være den arbejdsløshed, der resulterer af lukninger eller automatisering af større dele af en produktionsproces. Typisk finder afskedigede danskere relativt hurtigt arbejde igen: Studier af dansk data viser generelt, at tre fjerdedele er genbeskæftigede inden for det første år efter en lukning/større afskedigelse, mens resten af de berørte finder beskæftigelse over tid.¹⁶ Generelt finder studierne også, at uddannelse er en væsentlig faktor i at reducere effekten af jobnedlæggelser på ledighed, både på kort og lang sigt. En særlig udfordring kan være, hvis de berørte arbejdstagere er særligt specialiserede, dvs. besidder en høj grad af branche- eller virksomhedsspecifikke kompetencer. Dette kan gøre, at omstillingen efter jobtab kan tage længere tid.

I nogle, særlige tilfælde har de afskedigede har sværere forudsætninger for at finde ny beskæftigelse. I samarbejde med Styrelsen for Arbejdsmarked og Rekruttering har vi som eksempel på et tilfælde med mere specialiseret arbejdskraft fulgt de 2.272 medarbejdere, der blev varslet og afskediget fra Odense Skibsværft (også kendt som Lindøværftet) mellem januar 2010 og december 2011. Omkring 28 pct. af medarbejderne var tilbage i beskæftigelse efter ét år, mens 48 pct. fortsat var ledige (se Figur 16). Over de følgende fire år endte over halvdelen af de afskedigede med at finde ny beskæftigelse, mens 10 pct. var ledige – de resterende havde forladt arbejdsstyrken, primært grundet tilbagetrækning.

De ovenstående udfordringer har ikke været udbredte i Danmark i de seneste årtier. Det er naturligvis ikke en garanti for at det ikke kan blive tilfældet fremover, og beslutningstagere bør følge udviklingen nøje for at kunne adressere udfordringerne i det omfang, det bliver nødvendigt.

¹² Se fx OECD (2017): *OECD Employment Outlook 2017*

¹³ Økonomi- og Indenrigsministeriet (2017): *Økonomisk Redegørelse, august 2017*

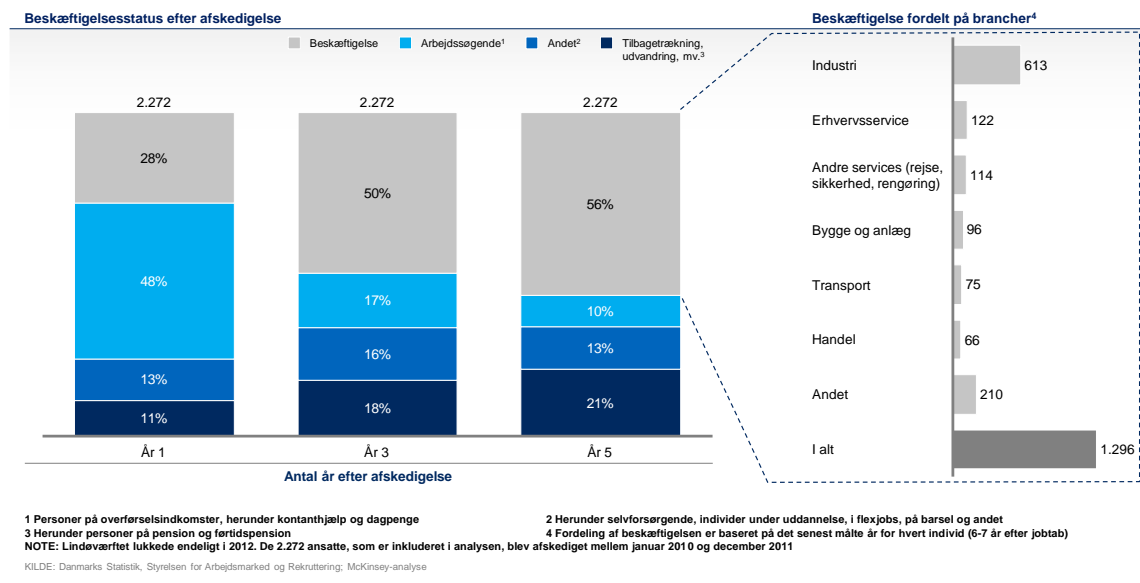
¹⁴ Se fx Abdih, Yasser, and Stephan Danninger. *What Explains the Decline of the US Labor Share of Income? An Analysis of State and Industry Level Data*, (2017).

¹⁵ Udregning baseret på data fra OECD, justeret for andel af beskæftigelsen der er lønmodtagere.

¹⁶ Disruptionrådet (2017): *Beskæftigelsesudvikling og brancheforskydninger*. Baggrundspapir til Disruptionrådets 1. møde d. 15. og 16. maj 2017

FIGUR 16

Lindø-værftet: Over halvdelen af afskedigede medarbejdere havde fundet beskæftigelse 5 år senere



2.5 DANMARKS HAR ET GODT UDGANGSPUNKT FOR AT GÅ UDVIKLINGEN I MØDE

Danmarks udgangspunkt for at gribe de forestående muligheder er stærkt. For det første er den danske arbejdsstyrke relativt fleksibel – Danmark ligger over OECD-gennemsnittet for andelen i jobs med anciennitet under 1 år.¹⁷ Samtidigt er danskerne mere positivt indstillede overfor nye teknologier end nogen anden befolkning i EU (se Figur 17).¹⁸ Danmark er ligeledes kendetegnet ved at være langt fremme i forhold til digitalisering, og i EU-Kommissionens Digital Economy and Society Index (DESI) scorer Danmark højest af alle EU-lande.¹⁹

Samtidig er erhvervslivet allerede begyndt at anvende automatiseringsteknologi. Andelen af danske virksomheder, der anvender ny automatiseringsteknologi 'at scale' i enkelte funktioner eller på tværs af organisationen er relativt højere end i sammenlignelige lande (23 pct. ift. 15 pct.) (se Figur 18). Til gengæld er dansk erhvervsliv relativt lavere rangeret, hvis man udvider sammenligningen til at inkludere virksomheder, der benytter automatiseringsteknologi på et pilotstadium. Det ser altså ud til, at der er en betydelig gruppe af danske virksomheder, som har taget fat i udviklingen, mens bredden af erhvervslivet halter efter i forhold til andre lande. Det kunne for eksempel skyldes erhvervsstrukturen, hvor Danmark har relativt mange små virksomheder, eller forskelle i branchesammensætning på tværs af de undersøgte lande.

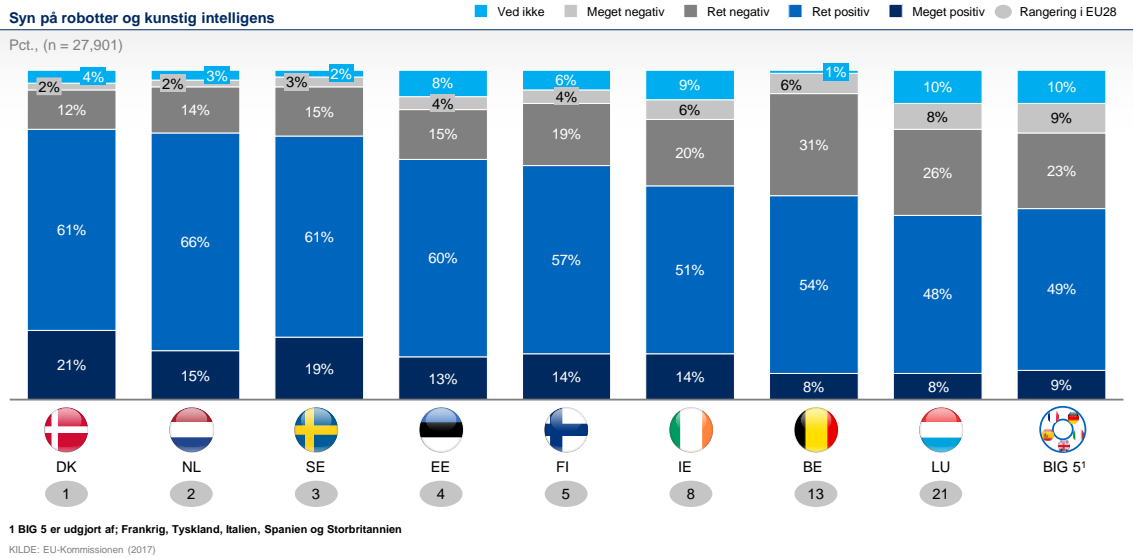
¹⁷ Disruptionrådet, Beskæftigelsesudvikling og brancheforskydninger (maj 2017)

¹⁸ Europakommissionen, Autonomous Systems, Report (juni 2015)

¹⁹ Europakommissionen, *Digital Economy and Society Index*, (2017). Indekset er en sammenvæjning af flere parametre: digital infrastruktur, digitale egenskaber i befolkningen, befolkningens brug af internettet, virksomheders brug af digitale teknologier og e-handel, samt digitaliseringen af den offentlige sektor. Danmark er relativt bedst placeret hvad angår virksomheders brug af digitale teknologier og e-andel.

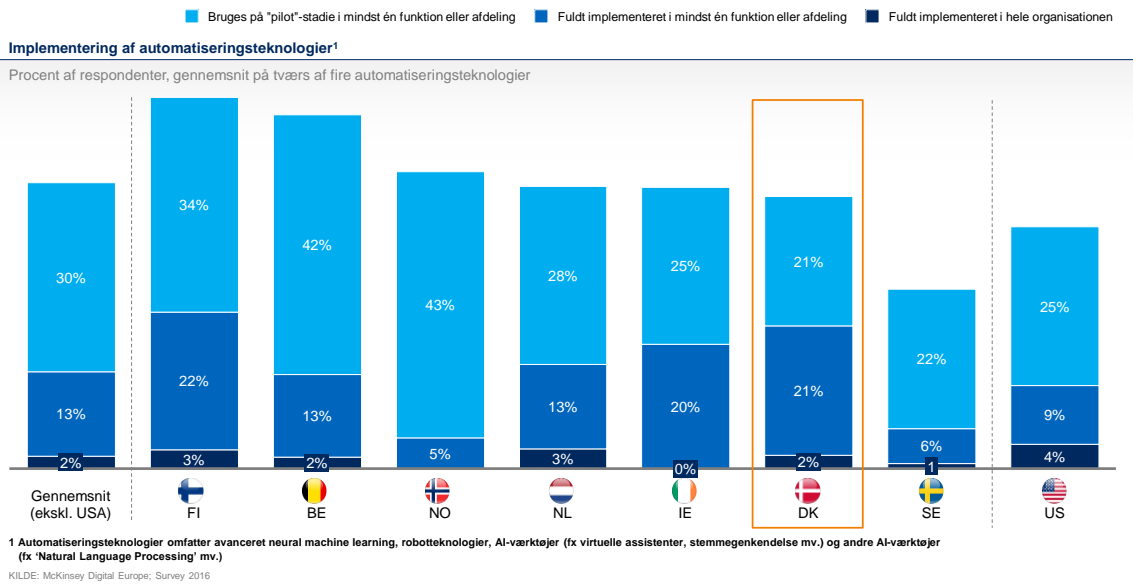
FIGUR 17

Danskere har det mest positive syn på robotter og kunstig intelligens blandt en række nordeuropæiske lande



FIGUR 18

Dansk erhvervsliv er lidt efter sammenlignelige lande ift. "pilot" forsøg med automatiseringsteknologi



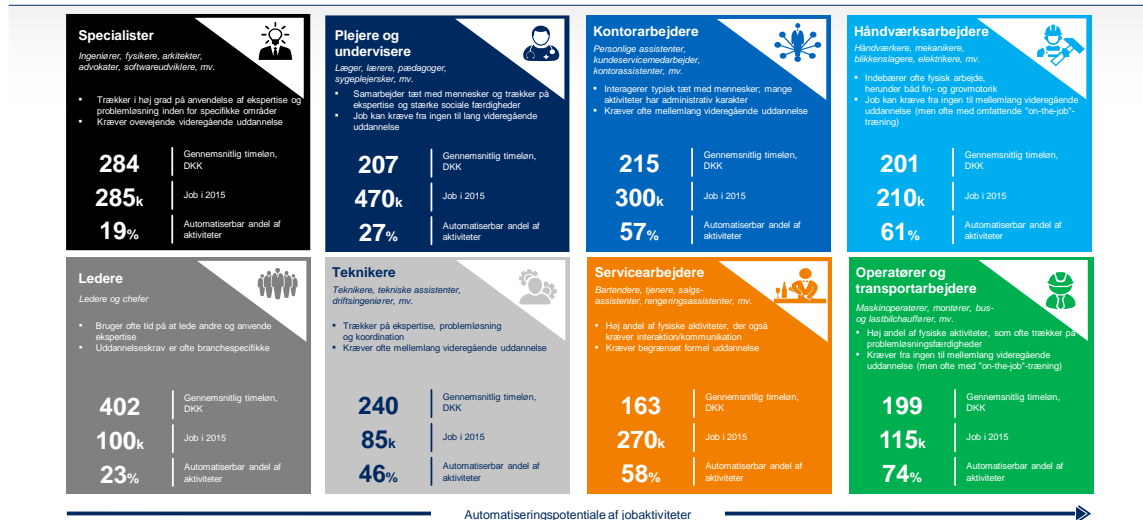
3. Arbejdsmarkedets forestående omstilling

Automiseringsteknologi kan i de næste 20 år drive en omfattende omstilling på det danske arbejdsmarked. For den brede del af arbejdsstyrken vil mange arbejdsopgaver kunne overtages af teknologi, hvilket vil ændre arbejdsdagen for alle faggrupper. Samtidigt bliver færdigheder, der ikke kan automatiseres, vigtigere (fx sociale færdigheder, kreativitet og problemløsning). Indførelse af automatiseringsteknologi vil kræve højt specialiseret arbejdskraft, og der kan opstå op mod 90.000-150.000 jobs direkte relateret til dette – der er dog tegn på, at begrænset udbud af kvalificeret arbejdskraft kan bremse udviklingen. Omstillingen vil også kræve, at nogle skal finde ny beskæftigelse. En ny metode til opgørelse af jobtypemobilitet viser, at 250.000-300.000 beskæftigede kan blive særligt udsatte: deres jobs kan i høj grad automatiseres, og de har svage forudsætninger for at flytte til andre dele af arbejdsmarkedet. Endelig indikerer historisk erfaring, at en stor del af fremtidig jobvækst vil opstå i andre roller og brancher end de, der er direkte relateret til teknologi – danskerne skal altså næppe alle sammen være programmører fremover.

For at kunne belyse effekterne af automatisering på det danske arbejdsmarked har vi samlet de mere end 400 forskellige jobklassifikationer i otte overordnede jobgrupper (se Figur 19). Grupperne er defineret ud fra en kombination af Danmarks Statistiks hierarki for stillingsbetegnelser (DISCO) og en clusteranalyse af de 2.000 aktiviteter på tværs af jobs (se metodeappendiks). Metoden medfører, at de typiske jobaktiviteter (og dermed automatiseringspotentialer) vil ligne hinanden inden for hver af jobgrupperne, men være forskelligt på tværs. Antallet af beskæftigede per jobgruppe er opgjort som fuldtidslønmodtagere.²⁰

FIGUR 19

Det danske arbejdsmarked kan inddeles i 8 jobgrupper



NOTE: Jobgrupperne er baseret på det eksisterende DISCO-hierarki for stillingsbetegnelser og en hierarkisk clusteranalyse af de 2.000 aktiviteter på tværs af job (dvs. gruppering af job, hvis aktiviteter ligner hinanden) ud fra DISCO-koder på 4-cifret niveau. Antallet af job i 2015 er baseret på fuldtidsansatte og inkluderer kun lønmodtagere med en oplyst DISCO-kode.

KILDE: Danmarks Statistik, Beskæftigelsesministeriet; McKinsey-analyse

²⁰ I opgørelsen medtages kun beskæftigede, hvor arbejdsgiverne har indberettet en DISCO-kode til Danmarks Statistik. Samlet udgør det knap 2 mio. beskæftigede, da deltidsansatte og selvstændige ikke er inkluderet.

3.1 AUTOMATISERING VIL FORME FREMTIDENS ARBEJDSDAG FOR ALLE FAGGRUPPER

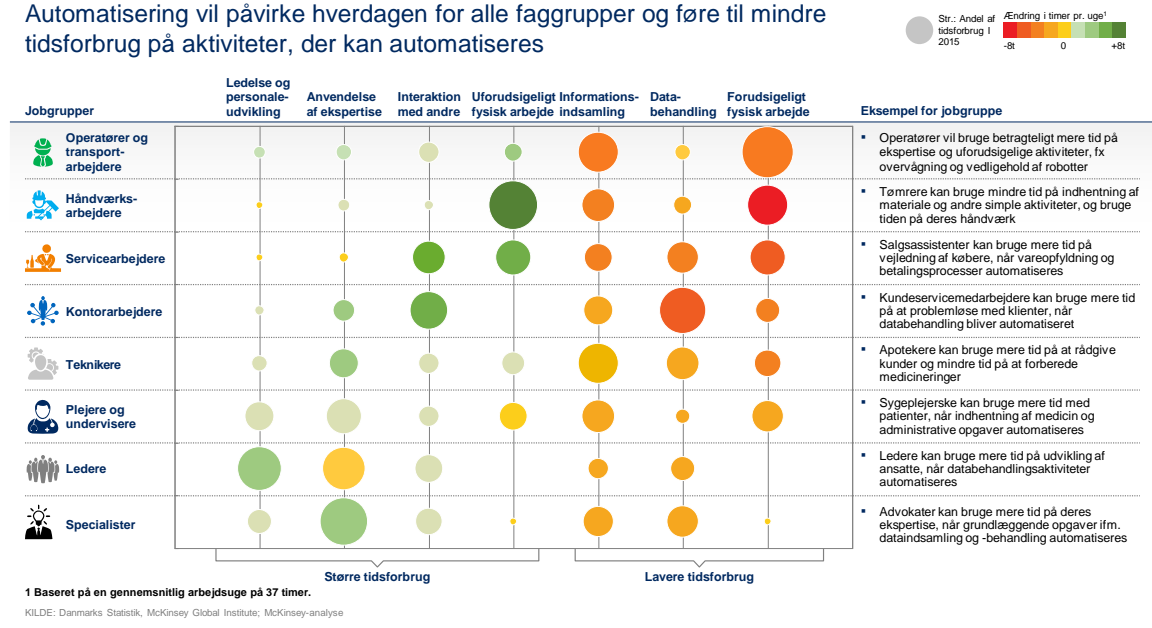
I takt med at teknologi kan løse et stigende antal arbejdsaktiviteter bedre eller mere omkostningseffektivt end mennesker, vil arbejdsdagen for hver jobgruppe forskydes hen imod opgaver, der fortsat kræver menneskeligt input. For at belyse, hvilke aktiviteter der vil udgøre en større del arbejdsdagen i hver jobgruppe, har vi beregnet, hvordan aktivitetssammensætningen vil ændres, hvis alle automatiserbare opgaver overlades til teknologi.²¹

Figur 20 viser, at alle vil bruge mindre tid på rutineprægede aktivitetstyper – særligt fysisk arbejde i forudsigelige miljøer samt indsamling af information og behandling af data.²² I stedet vil beskæftigede komme til at bruge mere tid på de aktiviteter der er svære at automatisere – for eksempel at lede kolleger og medarbejdere, anvende dyb ekspertise, interagere med andre, men også de typer af uforudsigt arbejde der stadig er forbeholdt menneskelig ekspertise.

Forskydningen i aktiviteter medfører dog ikke, at alle faggrupper skal lave det samme fremover. Jobs består af et væld af forskelligartede aktiviteter, og automatiseringsteknologi vil derfor have forskellige effekter på tværs af jobgrupper. Automatisering kan for eksempel muliggøre, at en håndværker i fremtiden kan bruge omkring syv timer færre hver uge på de mest forudsigelige fysiske opgaver – tunge løft, hentning af materialer, osv. – og i stedet bruge tiden på de sværere, mere finmotoriske detaljeopgaver eller arbejde i omgivelser, hvor robotter og maskiner har svært ved at navigere. For kontorarbejdere, der i dag gennemsnitligt bruger en tredjedel af jobbet på at bearbejde information (fx simpel sagsbehandling, kalenderplanlægning, osv.), vil arbejdsdagen omvendt forskydes hen imod samarbejde og problemløsning. Også for nogle af de jobgrupper, hvor kun få arbejdsopgaver kan automatiseres, kan arbejdsdagen komme til at se anderledes ud. Vores beregninger viser, at ledere og specialister kan komme til at bruge mindre tid på fx at indsamle information, og i stedet bruge tid på det, der er kernen i deres beskæftigelse; hhv. at bruge tid med medarbejdere og at anvende ekspertise (fx problemløsning eller faglig analyse).

FIGUR 20

Automatisering vil påvirke hverdagen for alle faggrupper og føre til mindre tidsforbrug på aktiviteter, der kan automatiseres



²¹ Arbejdsdagen i hver jobgruppe vil også præges af omfanget, hvormed teknologi muliggør helt nye arbejdsaktiviteter. Arbejdsdagen for en sekretær er fx i dag markant anderledes end i 1980 pga. indførelsen af computerteknologi. Præcis, hvilke arbejdsaktiviteter der vil opstå i hver jobgruppe er svært at forudsige, men det er sandsynligt, at de vil opstå i de aktivitetsgrupper, der generelt er relativt mindre udsatte for automatisering.

²² Automatiseringsmodellen består af mere end 2.000 aktiviteter, som er grupperet i syv typer: ledelse og personaleudvikling, anvendelse af ekspertise, interaktion med andre, fysiske aktiviteter i uforudsigelige miljøer, indsamling af information, behandling af data og fysiske aktiviteter i forudsigelige miljøer.

3.2 FÆRDIGHEDER DER IKKE KAN AUTOMATISERES BLIVER VIGTIGERE

Når teknologi bliver bedre inden for en specifik færdighed, der før har krævet menneskelig arbejdskraft, vil den færdighed forsimplet set blive mindre relevant for mennesker. Omvendt vil de færdigheder, teknologien *ikke* kan mønstre, stige i relativ betydning. Dermed kan vores analysemetode give en indikation på den fremtidige betydning af kompetencer for forskellige faggrupper.

Vores beregninger indikerer at de beskæftigede fremover skal benytte mere tid på aktiviteter, der kræver sociale færdigheder (32 pct. mere tid), kreativitet (28 pct. mere tid) og problemløsning (22 pct. mere tid) – se Figur 21. Selvom mange beskæftigede trækker på disse færdigheder allerede i dag, fylder de en mindre del af arbejdsdagen, end fx de basale evner der skal til for at udføre kognitive rutineopgaver. Resultatet stemmer overens med tidligere analyser fra fx OECD og World Economic Forum, der har peget på at beskæftigede fremover skal være dygtigere inden for sociale og kognitive færdigheder.²³ Nyere forskning har ligeledes vist, at den største jobvækst i de seneste år har været i stillinger, der kræver både tekniske og sociale færdigheder.²⁴

De overordnede resultater viser dog ikke den fulde historie. Anvendelsen af en færdighed er typisk knyttet til en særlig kontekst og specifikke aktiviteter. Idet aktiviteter ikke er ens på tværs af faggrupper, vil forskellige faggrupper heller ikke opleve den samme forskydning i relevans af færdigheder. Ved hjælp af en detaljeret opgørelse af automatiseringspotentialet for de 2.000 aktiviteter, og de færdigheder hver aktivitet trækker på, har vi identificeret, hvilke færdigheder der *ikke* kan udføres af eksisterende teknologi inden for hver jobgruppe. Det kan give en indikation på, hvilke færdigheder der bliver vigtigere inden for gruppen fremover (se Figur 22). For en elektriker er reparation af elektronisk udstyr fx én af de 22 aktiviteter, der ikke kan automatiseres, da finmotoriske færdigheder her benyttes på et højt kompleksitetsniveau. Robotteknologi har stadig svært ved at udføre finmotoriske opgaver uden for en rutinepræget samlebåndsramme, hvorfor denne færdighed udgør en begrænsning for automatisering af elektrikerjobbet.

Analysen viser, at nogle faggrupper skal være mere alsidige i deres færdigheder. Det gælder fx operatører og håndværksarbejdere. I takt med, at de mere simple, manuelle opgaver udføres af teknologi, kan relevansen af færdigheder forskydes mere i retning af problemløsning og evnen til at koordinere med mange interessenter på en gang. Analysen tillader dog ikke at konkludere, at de andre færdigheder, der er svære at automatisere, fx social forståelse og kreativitet, ikke vil være vigtige for håndværksfag og operatører fremover – vores analyse viser blot, at aktiviteterne i jobbet ikke trækker på disse færdigheder i tilstrækkelig stor grad til, at de vil være blandt de vigtigste (selv efter automatisering af andre aktiviteter).

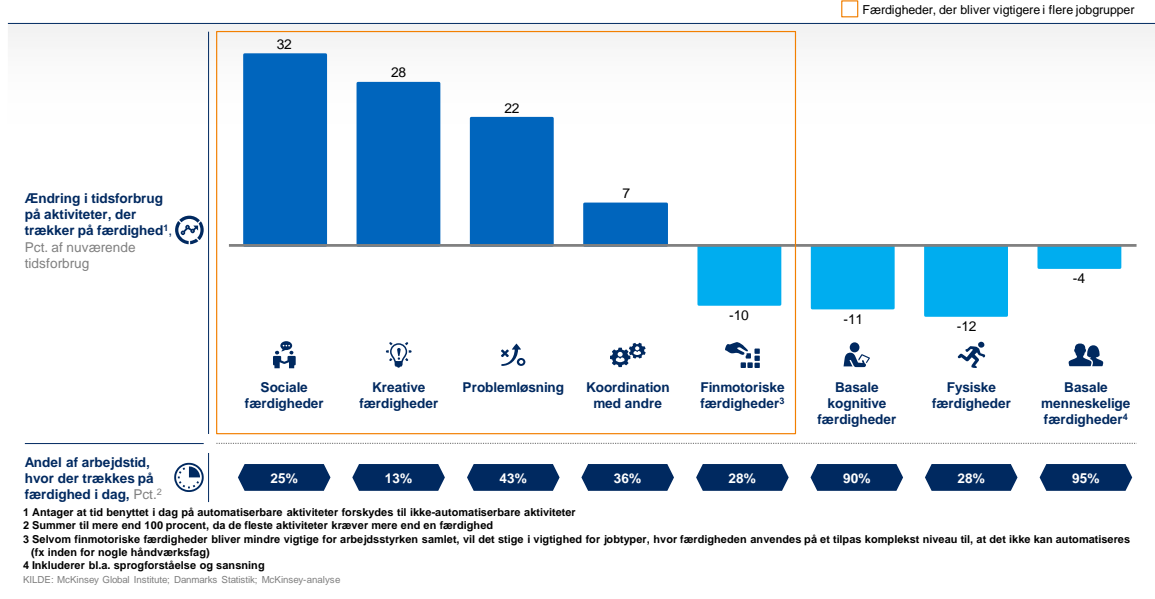
Andre faggrupper skal særligt forbedre sig inden for én færdighed. For eksempel vil den primære færdighed, der afholder teknologi fra at kunne overtage aktiviteter i en lærers arbejde, være den sociale forståelse: at kunne aflæse emotionel respons i forskellige kontekster, udvise forståelse for en elevs behov og perspektiv og at kunne vurdere, hvilken indsats der bedst kan tilvejebringe læring for den enkelte. Lærere vil stadig skulle have dyb fagspecifik forståelse, men vil i stigende grad kunne arbejde tættere med digitale læringsværktøjer, der fx kan skræddersy materiale til den enkelte elev.

¹⁷ Se fx World Economic Forum, *The Future of Jobs*, (2016)

²⁴ Se fx Deming, David J., *The growing importance of social skills in the labor market.*, *The Quarterly Journal of Economics* 132, no. 4 (2017)

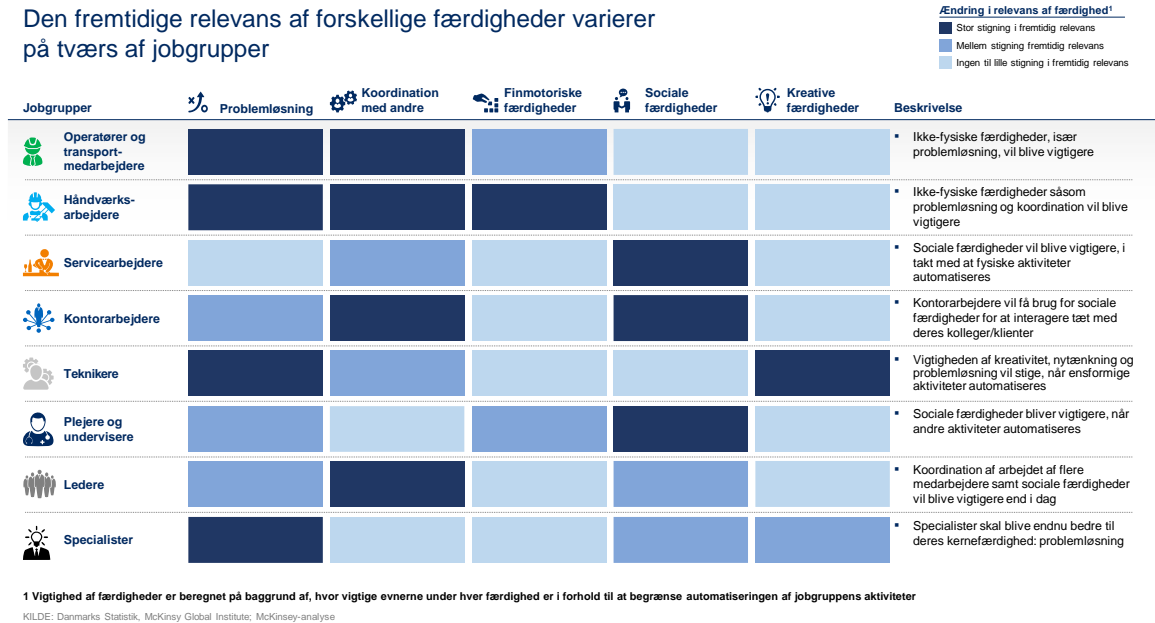
FIGUR 21

Mindre rutineprægede færdigheder bliver vigtigere, når automatiseringspotentialet indfries



FIGUR 22

Den fremtidige relevans af forskellige færdigheder varierer på tværs af jobgrupper



Forklaring: Figuren viser hvilke færdigheder, der primært afholder nuværende arbejdsopgaver fra at blive automatiseret. Såfremt en jobtype kun trækker i begrænset omfang på en færdighed, vil færdigheden kun afholde få aktiviteter fra at blive automatiseret. I det fx kreative færdigheder kun indgår i begrænset omfang i nuværende jobs, forventes de kun i et mindre omfang at stige i relevans, hvad angår udførelsen af nuværende, ikke-automatiserbare aktiviteter – men kan stadig komme til at blive mere relevante, såfremt nye aktiviteter kommer til eller eksisterende, ikke-automatiserbare aktiviteter forandres.

3.3 OMKRING 250.000 – 300.000 DANSKERE KAN BLIVE SÆRLIGT UDSATTE

Danskerne skifter oftest mellem jobs, der har samme automatiseringspotentiale

Automatisering vil – som al tidligere teknologisk udvikling – medføre, at nogle skal finde ny beskæftigelse. Et af de mest presserende spørgsmål er, hvem der kan være særligt udsatte i forbindelse med jobtab. For at kunne vurdere dette, er det ikke tilstrækkeligt alene at betragte faggrupperes automatiseringspotentiale; lige så vigtigt er det at forstå gruppens forudsætninger for at flytte til andre dele af arbejdsmarkedet.

Selvom det danske arbejdsmarked overordnet er fleksibelt, og danskerne hyppigt skifter jobs (se Sektion 2), er vores viden om, hvor de beskæftigede skifter imellem, mere begrænset. For at belyse mobilitetsmønstre mellem jobtyper på det danske arbejdsmarked, har vi derfor i samarbejde med Beskæftigelsesministeriet analyseret de godt 300.000 registrerede skift på tværs af stillingsbetegnelser i perioden 2012-2015.²⁵ Vi har udelukkende fokuseret på jobskift fra ét år til det efterfølgende, kun for fuldtidsansatte over 30 år og kun på de skift, der gik fra én stillingsbetegnelse til en anden. Hvis en taxachauffør er skiftet fra én vognmand til en anden, er han eller hun ikke inkluderet i analysen, da vores fokus har været på mobilitet på tværs af jobfunktioner, og ikke blot på tværs af virksomheder eller brancher (se metodisk appendiks for uddybning).

Analysen viser grundlæggende, at selvom beskæftigede relativt ofte skifter mellem jobgrupper, ender de typisk i jobgrupper, der har omtrent samme automatiseringspotentiale som den, de kom fra. Særligt beskæftigede i de jobgrupper, der har det højeste automatiseringspotentiale, skifter sjældent til jobgrupper, der har markant lavere automatiseringspotentiale (se Figur 23). For eksempel ender 38 pct. af de operatører og transportarbejdere, der skifter jobgruppe, i stillinger inden for håndværksarbejde, mens 25 pct. ender i servicejobs (begge jobgrupper har et højt automatiseringspotentiale). På samme vis er der få håndværksarbejdere, der skifter til de jobgrupper, der har lavest automatiseringspotentiale.

Billedet ser anderledes ud for beskæftigede i jobgrupper, der har mellemløjt automatiseringspotentiale – fx kontorarbejdere og teknikere. Figur 23 viser at 39 procent af de, der skifter fra en stilling inden for kontor- eller teknikerarbejde, ender med at tage en job i en specialistrølle, hvor automatiseringspotentialet er lavest. Endeligt viser analysen, at evnen til at skifte jobtype på det danske arbejdsmarked er høj: mellem 2012 og 2015 har ~8 pct. af arbejdsstyrken årligt skiftet stillingsbetegnelse.²⁶

Hvis de sidste års jobskifte er indikative for den fremtidige udvikling, kunne det tyde på, at fremtidens omstilling vil foregå skridtvis for hver jobgruppe. Vi vil i højere grad se håndværkere skifte til servicearbejde, servicearbejdere til kontorarbejde, og kontorarbejdere til specialistrøller, end vi vil se beskæftigede inden for håndværk skifte direkte til specialistrøller.

²⁵ Et jobskift er defineret som lønmodtagere, der har skiftet stillingsbetegnelse i Danmarks Statistiks DISCO hierarki (baseret på et 3-cifret klassifikationsniveau). Skift i stillingsbetegnelse kan også foregå inden for den samme virksomhed.

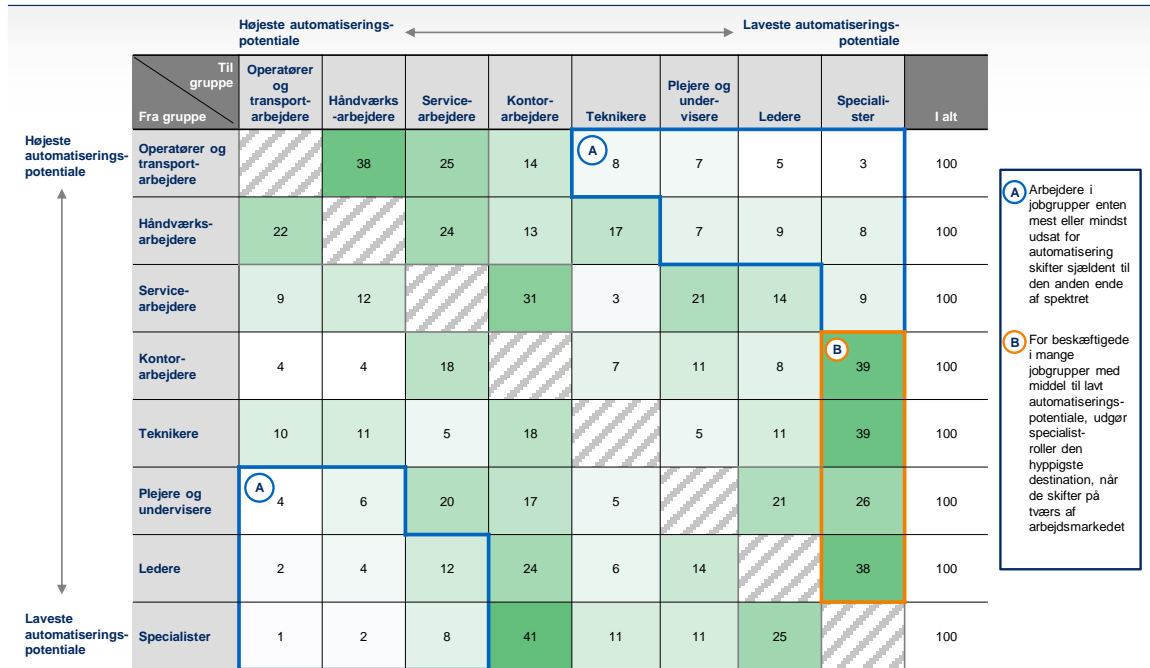
²⁶ Resultatet kunne indikere at mellem 20 og 25 pct. af alle jobskifte (dvs. også mellem virksomheder) foregår til andre jobgrupper, idet den gennemsnitlige jobskifterate for danskere tidligere er vurderet til omkring 25 pct. per år. I øvrigt er det mere sandsynligt, at et skift går til en ny jobgruppe (60 pct.) end til en anden stillingsbetegnelse inden for samme jobgruppe (40 pct.). Dette gælder særligt teknikere, operatører og transportarbejdere, mens beskæftigede inden for pleje og uddannelse oftest finder et nyt job inden for deres jobgruppe.

FIGUR 23

Danskerne skifter oftest mellem jobgrupper, der har et tilsvarende automatiseringspotentiale

Stor andel af jobtypeskift  Lav andel af jobtypeskift

Jobtypemobilitet på tværs af jobgrupper; procent, årligt gennemsnit 2012-2015



KILDE: Beskæftigelsesministeriet, Danmarks Statistik; McKinsey-analyse

Omkring 250.000-300.000 beskæftigede kan blive særligt udsatte

De historiske skift mellem stillingsbetegnelser giver et indtryk af, hvilke jobskift lønmodtagere historisk set er lykkedes med at gennemføre, men det er ikke tilstrækkelig til at kunne forstå, hvordan beskæftigede vil kunne flytte sig på arbejdsmarkedet fremover. Nogle jobgrupper kunne historisk have udvist lav jobtypemobilitet, men vil have god evne til at skifte job, hvis det skulle blive nødvendigt.²⁷

For at kunne vurdere den fremadrettede mobilitetsevne for forskellige jobgrupper har vi derfor konstrueret et indeks, der måler hver jobgruppes relative forudsætninger for at flytte sig rundt på arbejdsmarkedet. Indekset består af en vægtet kombination af fem faktorer (se metodeappendiks for detaljer):

- Historisk jobmobilitet: Andelen af beskæftigede i gruppen, der inden for et år skifter stillingsbetegnelse.
- Historisk 'opadgående' jobmobilitet: Andelen af jobtypeskift til jobs med et automatiseringspotentiale på under 50%.
- Gennemsnitligt niveau af grundlæggende færdigheder i gruppen.²⁸
- Gennemsnitligt niveau af digitale færdigheder i gruppen.²⁹
- Jobzone: Fempunkts-skala, der måler adgangsbarrierer til et job ift. graden af uddannelse, videreuddannelse og on-the-job-training.³⁰

Analysen viser en klar sammenhæng mellem automatiseringspotentiale og de beskæftigedes forudsætninger for at flytte rundt på arbejdsmarkedet (Figur 24 angiver kombinationen af mobilitetsindeks og automatiseringspotentiale for hver af de otte jobgrupper). De mindst automatiserbare jobgrupper har størst evne til at bevæge sig på tværs af arbejdsmarkedet, mens grupper som operatører, transportarbejdere og arbejdere i håndværksfag både har et relativt højt automatiseringspotentiale og relativt dårlige forudsætninger for jobtypemobilitet.³¹ Analysen viser også at mange kontorarbejdere – hvis arbejdsopgaver i større omfang end tidligere kan blive overtaget af nye teknologi – har relativt gode forudsætninger for at flytte til andre dele af arbejdsmarkedet.

Omkring 250.000-300.000 beskæftigede kan være særligt udsatte. Deres nuværende jobs har et højt automatiseringspotentiale (mere end 60 pct. af arbejdstiden), og deres forudsætning for at flytte til andre dele af arbejdsmarkedet er lav (se Figur 25). I disse jobs kan op- eller omkvalificeringsbehovet fremover blive større end på andre dele af arbejdsmarkedet.³² Gruppen af særligt udsatte består af de fleste operatører og transportarbejdere (90 pct. af jobgruppen er særligt udsatte), omkring halvdelen af håndværksarbejderne (fx smede, mekanikere, manuelle produktionsarbejdere), en fjerdedel af de serviceansatte (fx lagermedarbejdere, og rejseservice-agenter) og en mindre gruppe af kontorarbejdere. En del af transitionsudfordringerne i gruppen kan imødegås ved naturlig afgang (en tredjedel af de beskæftigede i gruppen vil være over 69 år i 2035), men for mange kan der være behov for betydelig omstilling.

²⁷ For eksempel skifter advokater og læger relativt sjældent til andre stillinger, selvom det ikke nødvendigvis indikerer at de ikke kan.

²⁸ Omfatter numeriske færdigheder, læsning og problemløsning, målt ved OECD's PIAAC data-base, OECD Skills Studies, *The Survey of Adult Skills*, 2016

²⁹ Omfatter digitale færdigheder, målt ved OECD's PIAAC data-base, OECD Skills Studies, *The Survey of Adult Skills*, 2016

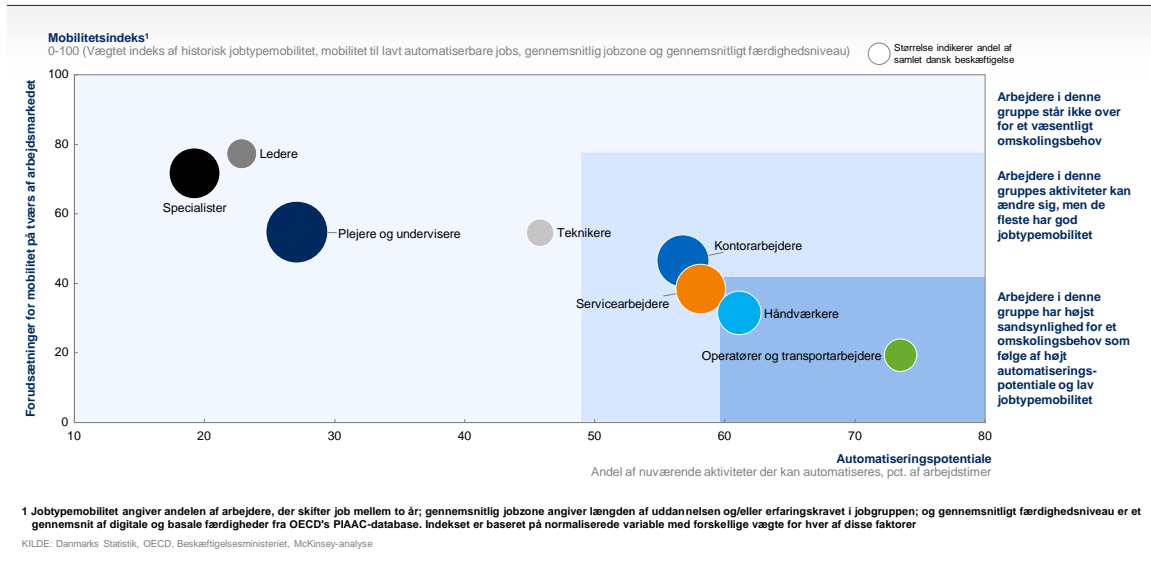
³⁰ Målet for jobzoner er udviklet af O*Net (under US Department of Labor). Ansatte i job med høj jobzone, vil generelt have et større udfaldsrum af alternative jobmuligheder. Fx kan en læge lettere tage et kontor- eller restaurationsjob end omvendt. Se www.onetonline.org for detaljeret beskrivelse af jobzone-begrebet.

³¹ Det er vigtigt at påpege at mobilitet ikke forstås som antal jobskifte, men som mobilitet på tværs af stillingskategorier.

³² De 285.000 job angiver fuldtidsækvivalente lønmodtagere, hvor en DISCO kode er indberettet til Danmarks Statistik, og flere job kan således være berørte. Alderssammensætningen i de 285.000 job medfører, at omtrent en tredjedel vil være over 69 år i 2035. Omfanget af udfordringen vil også afhænge af, i hvilket omfang nye træder ind i stillingerne, samt hvorvidt de har bedre forudsætninger for jobskift, herunder bedre grundlæggende og digitale færdigheder. Endvidere tager analysen ikke højde for adoptionshastighed og effekter, der modvirker substitution af arbejdskraft (fx at automatisering kan øge efterspørgslen efter arbejdskraft, hvis det medfører et prisfald på de producerede goder og dermed øget produktefterspørgsel).

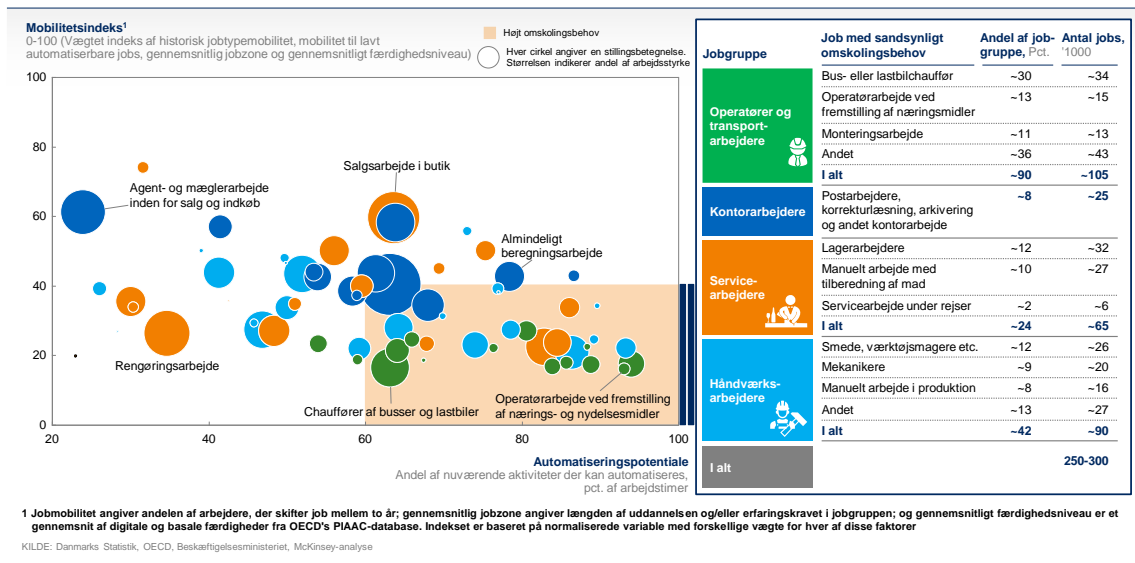
FIGUR 24

Behovet for omskoling er en kombination af en jobgruppes automatiseringspotentiale og de beskæftigedes evne til at flytte sig på tværs af arbejdsmarkedet



FIGUR 25

Omkring 250.000-300.000 beskæftigede kan være særligt udsat i forbindelse med automatisering



3.4 AUTOMATISERING KAN SKABE NYE JOBS, MEN BEGRÆNSET UDBUD AF KVALIFICERET ARBEJDSKRAFT KAN BREMSE UDVIKLINGEN

Automatiseringsteknologi kan ikke sprede sig uden menneskelig arbejdskraft til at drive udvikling, installation og opdateringer af de teknologiske løsninger. I takt med, at potentialet for automatisering udvides, kan det altså skabe grundlag for nye jobs. Disse jobs vil kræve højt kvalificeret arbejdskraft, typisk med en lang videregående uddannelse, der omfatter avanceret matematik og statistik (se definition nedenfor).

Begrænset udbud af kvalificeret talent er allerede i dag, den største barriere for indførelse af ny teknologi i erhvervslivet – samtlige adspurgte i en nylig rundspørge blandt ledende virksomheder i Danmark beskrev mangel på talent som en begrænsende faktor, og tre fjerdedele mener, at det er deres største barriere (større end fx usikkerhed om investeringsafkast, eller mangel på færdige teknologi-løsninger).³³ Dette forhold er ikke begrænset til Danmark, men ses på tværs af lande.³⁴

Den stigende efterspørgsel efter avancerede, tekniske kvalifikationer kan bl.a. ses i jobopslag. I samarbejde med Styrelsen for Arbejdsmarked og Rekruttering har vi analyseret udviklingen i jobopslag inden for avancerede digitale stillinger siden 2012, hvilket viser en årlig vækstrate på 25 pct.³⁵ Dertil viser en analyse fra USA, at evnen til at programmere var påkrævet eller 'værdsat' i halvdelen af alle jobopslag i den øverste lønkvartil (det samme gør sig gældende for 16 pct. af jobs på tværs af lønfordelingen).³⁶

Vores analyser indikerer, at barriereren der udgøres af begrænset udbud af talent, kan blive mere betydelig fremover. Vi forventer, at den potentielle jobskabelse direkte relateret til automatisering, kan vokse hurtigere end antallet i arbejdsstyrken med de pågældende kvalifikationer, frem mod 2030 (se boks på næste side).³⁷ En sådan forskel kan for eksempel lede til lønpres, der gør det mindre rentabelt for danske virksomheder at indføre automatiseringsteknologi, eller til øget behov for udenlandsk arbejdskraft. Konklusionen bygger på en fremskrivning af både potentiel jobskabelse og uddannede i arbejdsstyrken (se boks på efterfølgende side):

- **Potentiale for jobskabelse.** For at få en indikation af potentialet for jobskabelse direkte relateret til automatisering har vi med tre forskellige metoder beregnet, hvor mange jobs der kan opstå direkte relateret til automatiseringsteknologi frem mod 2030. Vi anslår overordnet, at det teknologiske automatiseringspotentiale frem mod 2030 kan skabe en potentiel jobvækst på 90.000 – 150.000 arbejdspladser direkte relateret til udvikling, implementering og løbende opdateringer af automatiseringsteknologi i danske virksomheder. Dette svarer til omtrent ét automatiseringsjob, hver gang der automatiseres aktiviteter svarende til 6-9 fuldtidsbeskæftigede.
- **Uddannelsesfremskrivning.** En simpel fremskrivning af uddannelsestrends fra de seneste 10 år viser samtidig, at et relativt lavere antal danskere - omkring 70.000 – umiddelbart kan forventes at have en tilstrækkeligt avanceret, analytisk uddannelsesbaggrund i 2030 til at kunne besidde sådanne jobs.³⁸

Til trods for at lønniveauet for disse grupper i dag ikke indikerer en udbredt mangel, kan ovenstående analyser pege på, at der kan være samfundsøkonomisk ræsonnement i, at flere får kvalifikationer og kompetencer til at kunne arbejde med automatiseringsteknologi fremover.

³³ Rundspørgen er foretaget i oktober 2017, blandt HR-direktører i 55 af de største virksomheder der opererer i Danmark, i samarbejde mellem Egon Zehnder og McKinsey & Company.

³⁴ Se fx McKinsey Global Institute, 'Artificial Intelligence – The Next Digital Frontier', June 2017 eller Ransbotham et al. 'Reshaping Business With Artificial Intelligence', 2017, MIT Sloan Management Review

³⁵ Inkluderer fx it-ingeniører, programmører og systemudviklere

³⁶ Burning Glass Technologies, 'Beyond Point And Click', June 2017

³⁷ Forskellen mellem den potentielle jobskabelse og udbuddet af relevant arbejdskraft vil kunne lukkes gennem adgang til international arbejdskraft samt løbende løntilpasning, som fx kan reducere efterspørgslen eller øge incitamentet for folk til at tilegne sig de relevante kompetencer

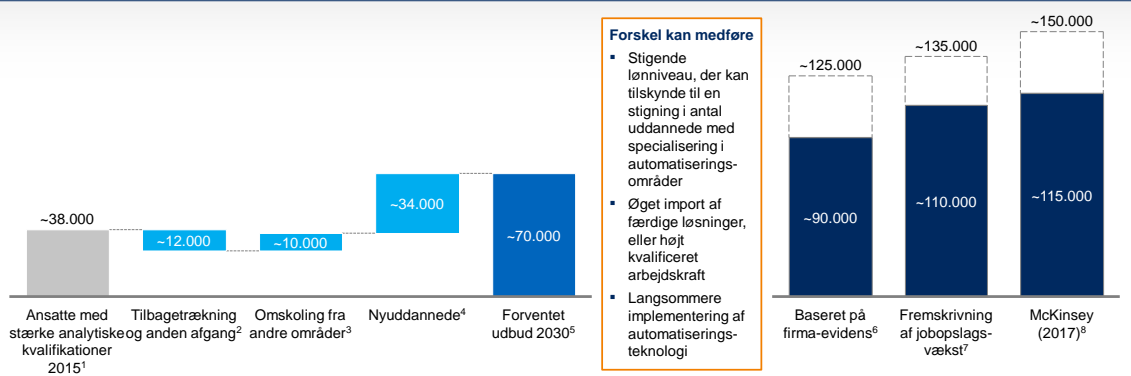
³⁸ Videregående uddannelser med tung statistisk og matematisk baggrund, fx computer science, økonomi, bioinformatik, statistik, matematik, fysik, og lign. (Se boks for detaljer).

FIGUR 26

Den potentielle jobskabelse direkte relateret til indførelse af automatiseringsteknologi, kan overstige det forventede udbud af højt kvalificeret arbejdskraft

Forventet udbud, antal i arbejdsstyrken

Potentiel jobskabelse, antal jobs



Forskel kan medføre

- Stigende lønniveau, der kan tilskynde til en stigning i antal uddannede med specialisering i automatiseringsområder
- Øget import af færdige løsninger, eller højt kvalificeret arbejdskraft
- Langsommere implementering af automatiseringsteknologi

1 Inkluderer ansatte med uddannelse, der indeholder avanceret matematik og statistik (inkluderer fx nogle ingeniør-uddannelser, økonomi, forsikringsmatematik, bioinformatik, mv.), baseret på 41 udvalgte uddannelser på 8-cifret niveau i HFSP, fra Danmarks Statistik (3000 uddannelsesretninger) 2 Baseret på aldersfordeling af nuværende personer i arbejdsstyrken - antager at beskæftigede, der er ældre end 51 år i 2016 har forladt arbejdsmarkedet i 2030 3 Baseret på andelen af nuværende data scientist i danske virksomheder, der ikke har baggrund inden for stærkt analytiske områder, baseret på analyse af LinkedIn profiler 4 Antager vækstranden fra 2007-2015 (3 pct. p.a.) fortsætter til 2030, korrigeret for afgang fra arbejdsmarkedet. Er robust for estimat baseret på DREAMS uddannelsesfremskrivning, og simpel ekstrapolering af antal årligt færdiguddannede. 5 En del af de uddannede i gruppen vil sandsynligvis skulle arbejde i andre roller end de der er direkte relateret til automatiseringsteknologi, hvorfor det reelle udbud rettet mod automatiseringsteknologi kan være lavere. 6 Baseret på virksomheders forhold mellem dataspecialister og automatiserede arbejdstimer i store europæiske finansielle institutioner (proces automatisering), og forventet FTE automatiseringspotentiale i Danmark i 2030. 7 Fremskrivning af det årlige antal af jobopslag inden for data science og avanceret IT i 2016, med vækstraten fra 2012-2016, ved antagelse af væksten aftager i løbet af perioden 8 Baseret på gennemsnitligt estimat for jobskabelse direkte relateret til automatisering for ni nordeuropæiske lande (ekskl. 'utilizers', se 'Shaping the Future of Work in Europe's Digital Frontrunners', 2017)

LILDE: Danmarks Statistik, Beskæftigelsesministeriet, Styrelsen for Arbejdsmarked og Rekruttering McKinsey OrgSolutions, McKinsey-analyse

Forklaring: Figuren viser den potentielle efterspørgsel og udbud af teknologi-relateret arbejdskraft. Den potentielle jobskabelse på højre side er opgjort ved hjælp af tre forskellige metoder. Hver metode bygger på en række forskellige parametre, fx vækstraten i jobopslag. Ved at benytte forskellige estimater for disse parametre, fremkommer spændet i den potentielle jobskabelse.

Beregning af jobpotentiale og fremskrivning af uddannelsesrends

Potentialet for jobskabelse: På baggrund af tre forskellige estimationsmetoder anslår vi, at udviklingen har potentialet til at skabe mellem 90.000-150.000 arbejdspladser direkte relateret til automatisering.

- (1) Baseret på firma-evidens: Baseret på forhold mellem data scientists og automatiserede arbejdstimer i store europæiske selskaber (procesautomatisering), og forventet FTE automatiseringspotentiale i Danmark i 2030
- (2) Ekstrapoleret efterspørgselsvækst: Ekstrapolering af højt avancerede data science og IT jobs baseret på eksisterende jobs i 2016 og vækstraten i jobopslag fra 2012-2016, med antagelse om aftagende vækstrate i løbet af perioden.
- (3) McKinsey (2017): Bygger på beskæftigelse ud fra forventet forhold mellem kapital og arbejdskraft og en forøgelse af kapitalinvesteringer til at igangsætte automatisering (se 'Shaping the Future of Work in Europe's Digital Frontrunners')

Fremskrivning af uddannelsesrends: Analysen bygger på, at det typisk kræver en relativt avanceret statistisk og matematisk baggrund at arbejde med machine learning eller avanceret robotteknologi. Selvom nogle er selvudlærte i disse færdigheder, har de fleste beskæftigede inden for disse funktioner en direkte relevant uddannelsesbaggrund. Ud fra en gennemgang af lange videregående uddannelser og forskeruddannelser i Danmark er der identificeret 41 uddannelsesretninger i det 8-cifrede HFSP-hierarki fra Danmarks Statistik, hvor studieindholdet afspejler avanceret matematik og statistik (fx computer science, fysik, matematik, statistik, økonomi, nogle ingeniørstudier og bioinformatik). I 2015 var der omkring 38.000 i den danske arbejdsstyrke med baggrund inden for disse felter – antallet er vokset med omtrent 3 pct. siden 2007. Ved en fremskrivning med denne historiske vækstrate, og det forventede frafald, fx grundet pension givet aldersfordelingen i gruppen, anslår vi, at der vil være op mod 60.000 med tung analytisk baggrund i den danske arbejdsstyrke i 2030 (fremskrivningsmetoden er robust itf. Alternativer, fx DREAMS uddannelsesfremskrivninger, og at fremskrive antallet af årligt fuldførte inden for de pågældende uddannelser). Dertil kommer, at nogle beskæftigede fra andre felter vil tilegne sig lignende færdigheder i løbet af deres arbejdsliv. Baseret på data fra LinkedIn-profiler fra nuværende data scientists i danske virksomheder, har vi anslået det relative forhold mellem de uddannede og de selvudlærte og anslår, at der kan komme omtrent 10.000 flere selvudlærte til frem mod 2030.

3.5 EN STOR DEL AF FREMTIDIG JOBVÆKST VIL SKE I ANDRE BRANCHER OG JOBFUNKTIONER END DEM, DER ER DIREKTE RELATERET TIL TEKNOLOGI

Den teknologiske udvikling vil næppe medføre, at danskerne alle sammen skal være programmører. Derimod er der tegn på, at en stor del af fremtidig jobvækst vil foregå i brancher og jobfunktioner, der ikke er direkte relateret til automatiseringsteknologi.

For det første viste analyserne i Sektion 2, at produktivitetstigninger i en branche isoleret set leder til fald i branchens beskæftigelse, men samtidigt øger beskæftigelsen i andre brancher gennem positive andenordens-effekter. Det svarer til, at den positive jobeffekt af automatisering vil finde sted i andre brancher, end hvor arbejdsopgaver automatiseres. For det andet har analyserne i denne sektion vist, at automatiseringen kan øge betydningen (og værdien) af de menneskelige færdigheder, der ikke kan automatiseres. Det er altså ikke kun problemløsning og anvendelse af ekspertise, der vil være centrale i fremtidig jobvækst, men i lige så høj grad sociale evner og kreativitet.

Selvom det ikke er muligt at give præcise forudsigelser af, hvor nye jobs vil opstå for hele arbejdsmarkedet, kan der peges på en række dynamikker, der potentielt kunne drive jobvækst fremover (se Figur 27). En klar drivkraft er teknologi. Det foregående afsnit beskrev den potentielle jobvækst direkte relateret til automatiseringsteknologi, men andre teknologier kan vise sig lige så vigtige. For eksempel kan additiv fremstilling (3D-print), nye former for vedvarende energi og helt andre teknologier skabe grundlag for nye virksomheder og jobs fremover.

Den demografiske udvikling kan også medføre ændringer i jobefterspørgsel, for eksempel i sundheds- og plejesektoren. Ifølge Danmarks Statistiks befolkningsfremskrivning vil antallet af personer på over 70 år stige fra 633.000 i 2015 til godt 1.000.000 i 2035. Set i samspil med, at alene hospitalsomkostningerne for personer over 70 år er 93 pct. højere end for gennemsnittet i Danmark, kan den demografiske udvikling øge efterspørgslen efter hjemmehjælpere, sygeplejersker, læger, mv.

Andre eksempler på drivkræfter for jobvækst omfatter fx generelt stigende velstand, der kan øge efterspørgslen efter luksusvarer, personlige serviceydelser, mv., og fremvækst af en global middelklasse, der kan skabe forbedrede eksportmuligheder. Hvis historien er en indikation for den fremtidige udvikling, vil en lang række fremtidige jobs desuden være nogle, vi har svært ved at tænke os til i dag. Mange jobs, der er opstået eller vokset betydeligt i de seneste år, fx social media manager, SEO-ansatte,³⁹ og fitnessinstruktører, havde været svære at forudsige for 20 år siden.

FIGUR 27

Eksempler på drivkræfter for fremtidig jobvækst

Potentiel driver	Underliggende dynamik	Eksempler på job, der kan blive påvirkede
Nye teknologier	<ul style="list-style-type: none"> Automatiseringsrelaterede teknologier: Automatiseringspotentialet vil skabe efterspørgsel efter personer, der kan facilitere implementeringen Andre teknologier: Teknologier som grøn energi, 3D-printning, bio- og nanoteknologi, eller helt nye opfindelser kan udgøre et væsentligt eksportpotentiale for nye eller nuværende danske virksomheder 	<ul style="list-style-type: none"> Dybe analytiske færdigheder (fx statistikere, data scientist) Højt uddannet arbejdsstyrke i områder med spirende teknologier Teknikere og operatører til at installere, monitorere og reparere robotter
Stigende indenlandsk efterspørgsel i takt med stigende indkomst	<ul style="list-style-type: none"> Elastiske varer og serviceydelser: Når indkomsten stiger som følge af produktivitetstigninger, vil efterspørgslen efter varer og serviceydelser med høj indkomstelasticitet stige Færre arbejdstimer: Stigende indkomst er sammenfaldende med en nedgang i arbejdstimer og en stigende efterspørgsel efter fritidsaktiviteter 	<ul style="list-style-type: none"> Hjemmeservices (fx rengøringshjælp) Turisme og fritid (fx receptionister) Uddannelse (fx undervisere)
Globalisering og en større middelklasse	<ul style="list-style-type: none"> Nye eksportmuligheder: Den globale middelklasse vokser hastigt, hvilket i forening med stigende globalisering udvider det potentielle verdensmarked for dansk eksport 	<ul style="list-style-type: none"> Fremstillingsrelaterede job Design og teknologi Job i andre eksportsektorer
Sikkerhed	<ul style="list-style-type: none"> Cyberkriminalitet: Øget afhængighed af computersystemer øger efterspørgslen efter aktiviteter, der har med cybersikkerhed at gøre Terrorbekæmpelse: Mere fokus på terrorisme har øget efterspørgslen efter anti-terroraktiviteter 	<ul style="list-style-type: none"> Specialister i computervidenskab (cybersikkerhedseksperter, anti-malware researchere) Sikkerhedsrelaterede job (fx politi og vagter)
Aldrende befolkning	<ul style="list-style-type: none"> Sundhed: En større andel vil være ældre end 65 år i de kommende år, og efterspørgslen efter sundhedsydelser vokser typisk med alderen. Fritid: Når folk pensioneres øges deres fritid og dermed efterspørgslen efter relaterede goder 	<ul style="list-style-type: none"> Personlig pleje og sundhedsydelser (fx SOSU-assistent, hjemmehjælper mv.) Jobs indenfor underholdning, rejser og kultur
Klimaforandringer	<ul style="list-style-type: none"> Forhindring, tilpasning og styring: Effekterne af klimaforandringer vil øge efterspørgslen efter aktiviteter relateret til forhindring af og tilpasning til konsekvenserne. Nye jobs kunne opstå ifm. opførelse energiefficiente bygninger 	<ul style="list-style-type: none"> Ingeniører (solcelleinstallatører, vindmølleteknikere, energiingeniører)

KILDE: McKinsey Global Institute

³⁹ SEO: Search Engine Optimization

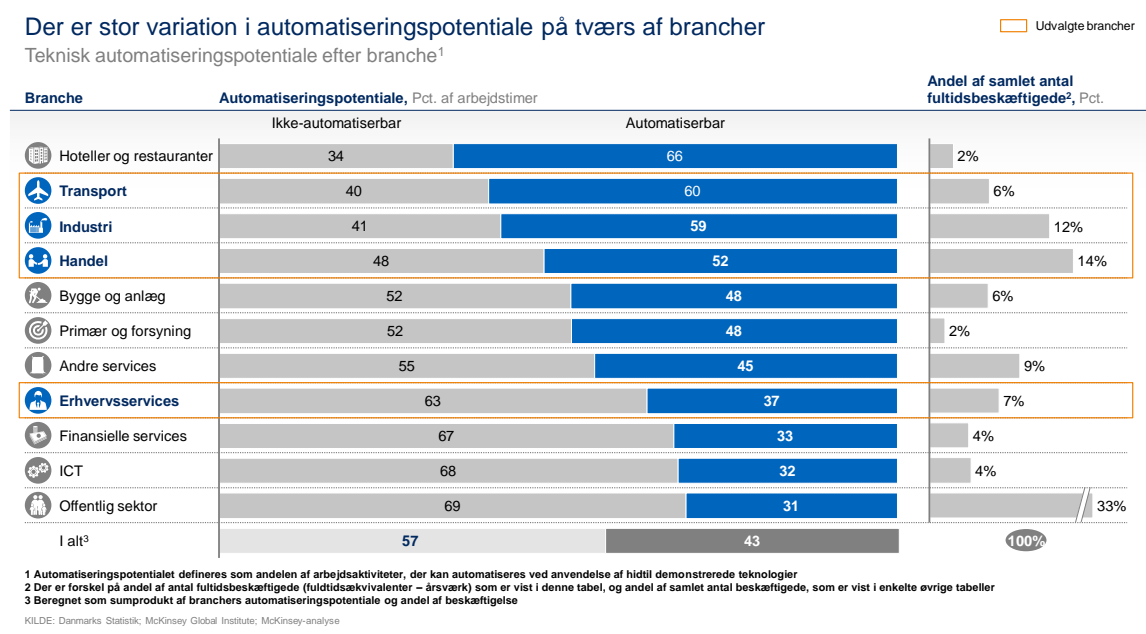
4. Automatiseringens effekter i fire udvalgte brancher

Automatisering er ikke ét simpelt fænomen, der vil få samme effekt i alle brancher. Brancherne har et forskelligt udgangspunkt, har varierende erfaringer med teknologianvendelse og har forskellige medarbejdersammensætninger. For at give et bedre indblik i disse forskelle, fokuserer denne sektion på at klarlægge effekterne inden for fire udvalgte brancher: handel, industri, transport og erhvervservices.⁴⁰ De fire brancher står for to tredjedele af beskæftigelsen i den private sektor, og hjælper til at illustrere spændet i automatiseringens potentielle effekter. For hver branche udforsker vi determinanterne for automatiseringspotentialet, på tværs af medarbejdergrupper, aktivitetstyper og færdigheder. Vi inddrager ligeledes sammenfaldende tendenser, der kan påvirke den fremtidige udvikling, og udvalgte case-eksempler der illustrerer de teknologiske muligheder. Vi ser også på de beskæftigedes evne til at flytte til andre jobfunktioner, i det omfang automatiseringen kan lede til, at nogle skal finde ny beskæftigelse. Endeligt, analyserer vi, hvor hurtigt udviklingen kan gå for hver branche.

Der er stor variation i automatiseringspotentiale og nuværende indførsel af teknologierne mellem brancher

Automatiseringspotentialet varierer på tværs af brancher. Det største potentiale findes inden for hotel og restauration samt transport, hvor op mod to tredjedele af arbejdstimerne kan automatiseres med eksisterende teknologi. I den anden ende af spektret, er brancher som finansielle services, ICT og den offentlige sektor, for hvilke omkring en tredjedel af de nuværende arbejdstimer kan automatiseres (se Figur 28). Forskellene skyldes, at de beskæftigedes aktiviteter varierer – i de brancher, hvor rutineprægede aktiviteter (både fysisk og kognitive) fylder mest, er potentialet for automatisering størst. Dermed er det også forskellige teknologier, der kan tillade automatisering i forskellige brancher – i industrien kan potentialet primært indfris ved hjælp af avanceret robotteknologi, mens det i erhvervservices i større grad vil bero på virtuelle assistenter og procesautomatisering.

FIGUR 28



⁴⁰ I erhvervservice er rengøring, rejsebureauer og vagtjeneste ekskluderet, grundet forskelle i aktivitetssammensætning, branchedynamikker, relevante teknologier mv.

Brancherne har forskellige udgangspunkter for brug af automatiseringsteknologi

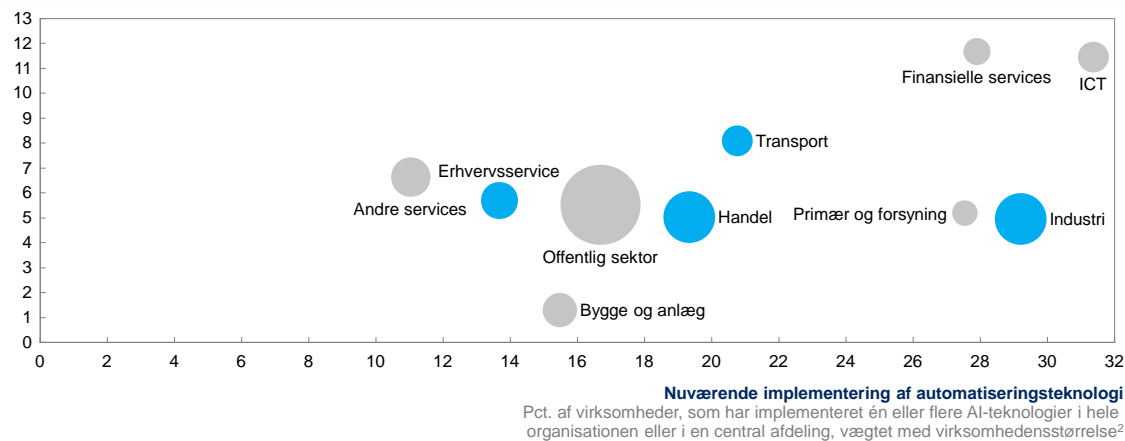
De nuværende mønstre for implementering af automatiseringsteknologi indikerer, at udviklingen fortsat er i sin begyndelse. Figur 29 viser, baseret på et globalt survey af virksomheder, at de brancher, der er længst fremme med implementering af automatiseringsteknologi, samtidigt er dem, der over de næste 3 år planlægger at øge deres investeringer i automatiseringsteknologi mest.⁴¹ Dermed er der ikke tegn på, at de brancher, der er bagud, er ved at 'indhente' de førende. Det indikerer, at teknologianvendelsen ikke har nået et stabilt stadie, men fortsat er tidligt i udviklingen. De fire udvalgte brancher spænder bredt i forhold til deres nuværende brug af automatiseringsteknologi (se Figur 29). Særligt industrien er langt fremme i implementeringen, mens erhvervsservice er længere bagud; tæt ved en tredjedel af industrivirksomheder har implementeret automatiseringsteknologi 'at scale', mens det kun er halvt så mange virksomheder inden for erhvervsservices. Derimod er transport blandt de brancher, der forventer at øge deres investeringer i automatiseringsteknologi mest de næste 3 år, sammen med fx finansielle services og ICT.

FIGUR 29

Globalt perspektiv: Brancher, der allerede har implementeret mest automatiseringsteknologi, investerer fortsat mest i automatiseringsteknologi

Fremadrettet efterspørgsel efter automatiseringsteknologi¹

Gennemsnitligt estimeret procentvis ændring i udgifter til AI næste 3 år, vægtet med virksomhedsstørrelse²



¹ Baseret på midtpunktet af survey-respondenters valgte muligheder ² Resultater er vægtet med virksomhedernes størrelse




KILDE: McKinsey Global Institute survey af ~3.000 virksomheder, 2017; EU KLEMS; Danmarks Statistik

Der er desuden stor variation i forhold til, hvilke teknologier der adopteres på tværs af brancher (se Figur 30). Mens industrien har implementeret mest automatiseringsteknologi på tværs af både robotteknologi og datateknologi, har relativt få automatiseringsteknologier fundet bred anvendelse i virksomheder inden for erhvervsservices og handel. Endeligt har en relativt stor andel af virksomheder i transportbranchen implementeret teknologi til førerløse køretøjer og robotteknologi. Samlet ligger Danmark forsat efter lande som Finland og Belgien (se figur 18 tidligere).









































⁴¹ Resultaterne i dette afsnit bygger på et globalt survey af mere end 3.000 virksomheder repræsentativt udvalgte virksomheder på tværs af virksomhedsstørrelser, lande og brancher, foretaget af McKinsey Global Institute, se *Artificial Intelligence – The Next Digital Frontier?*, Discussion Paper, (juni 2017)

FIGUR 30

Globalt perspektiv: Adoptionen af automatiseringsteknologier varierer mellem brancher

 Højere end gennemsnit
 Gennemsnitlig¹
 Lavere end gennemsnit

Nuværende implementering af automatiseringsteknologier, Pct. af virksomheder (globalt), der bruger teknologi

	Big data	Advanced analytics	Selvkørende transportmidler	Robotter	Additive fremstillings-teknologier	Mobil-internet-teknologier	Cloud-baserede services	Online samarbejdesteknologier	Værktøjer på sociale medier	Internet of Things (IoT)
Handel	33% 	28% 	16% 	13% 	21% 	39% 	44% 	36% 	47% 	27% 
Industri	55% 	39% 	55% 	32% 	34% 	55% 	49% 	47% 	33% 	37% 
Transport	40% 	33% 	27% 	21% 	16% 	50% 	61% 	50% 	41% 	30% 
Erhvervsservice	27% 	25% 	10% 	9% 	14% 	35% 	50% 	48% 	50% 	23% 
Andre brancher	39%	34%	19%	18%	20%	43%	52%	46%	47%	28%

1 +/- 3% ft. andre brancher betragtes som på niveau

KILDE: Danmarks Statistik; McKinsey Global Institute; McKinsey-analyse

80 procent af det teknologiske automatiseringspotentiale kan være indfriet i 2035

Udviklingen vil ikke gå lige hurtigt alle steder. Ved anvendelse af en fremskrivningsmodel udviklet af McKinsey Global Institute (MGI), kan vi få en indikation af hastigheden, hvormed teknologierne kan spredes i forskellige brancher (se uddybning i metodeappendiks). Vores analyser indikerer, at automatisering kommer til at forløbe gradvist, og i 2035 forventer vi i et midterscenarie, at omkring 80 pct. af det nuværende teknologiske automatiseringspotentiale vil være indfriet. Det svarer til, at omkring 33 pct. af de arbejdstimer, der udføres i dag, vil være automatiseret i 2035 (se Figur 31).⁴² Implementeringshastigheden i hver branche bestemmes af fem faktorer:

- I. **Hastigheden hvormed teknologiske løsninger udvikles.** Implementeringshastigheden bestemmes først og fremmest af hastigheden, hvormed færdige teknologiske løsninger udvikles, idet en aktivitet først kan automatiseres, når alle relevante komponenter er udviklet til et tilstrækkeligt niveau og kan integreres i en samlet løsning. En årsag til, at automatiseringspotentialet inden for finansielle services og ICT kan realiseres hurtigere end de øvrige brancher (~90 pct. af potentiale implementeret i 2035) er således, at de teknologiske forudsætninger for at realisere potentialet er længere fremme.
- II. **Implementeringsomkostninger og organisatoriske udfordringer.** Teknologiens udbredelse i erhvervslivet afhænger af omkostningerne forbundet med udvikling og implementering, men kan samtidigt begrænses af organisatoriske barrierer. En årsag til at automatiseringshastigheden forventes at blive højere inden for erhvervsservices sammenlignet med fx byggeri er således, at nogle typer af software-implementeringer i erhvervsservices kan implementeres relativt billigt sammenlignet med byggeri, hvor der typisk er tale om kapitalintensive hardwareløsninger (fx robotter).
- III. **Lønniveau.** Lønningsniveauet indgår ligeledes direkte i beregning af rentabilitet ved implementering af automatiseringsteknologi. Et højt lønniveau vil typisk medføre et højere afkast på investeringer i automatiseringsteknologi. Lønninger inden for hotel- og restaurationsbranchen er generelt lavere, hvilket er en del af forklaringen på at vi forventer en relativt langsomme implementeringshastighed for denne branche (~75 pct. af potentiale implementeret i 2035).
- IV. **Fordele ud over lønomkostninger.** Lønbesparelser er langt fra den eneste årsag til at virksomheder indfører automatiseringsteknologi. Nogle teknologier muliggør fx forbedret

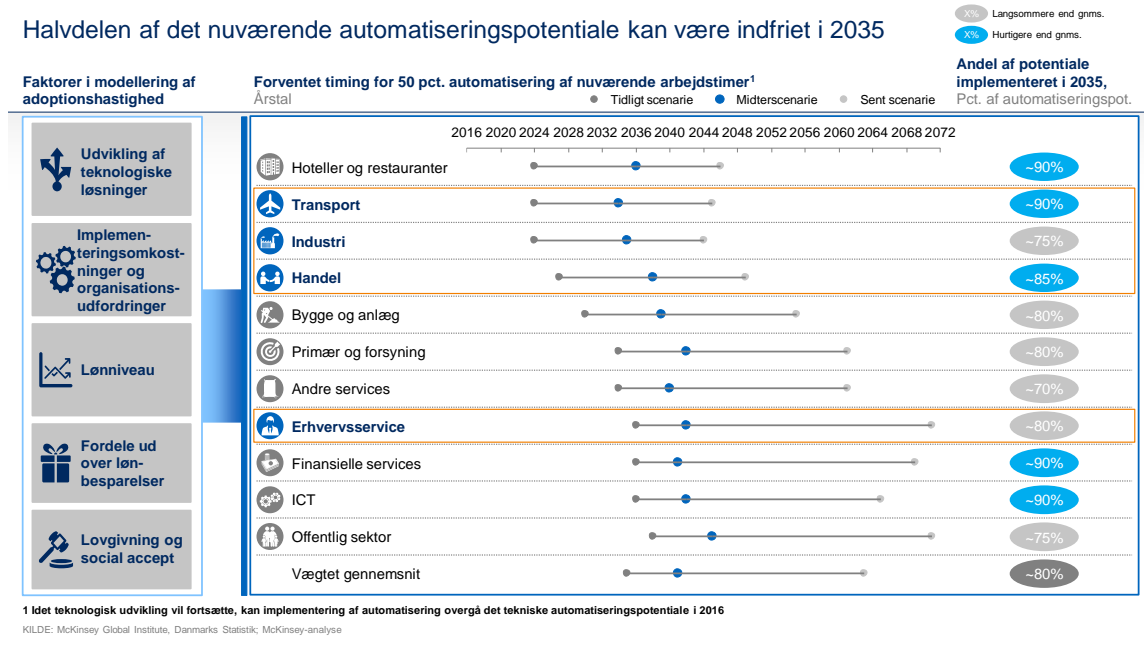
⁴² Fremskrivningsmodellen er baseret på tre scenarier: Et tidligt scenarie, hvor automatiseringsteknologi adopteres hurtigt, et sent scenarie og et midtpunktsscenario. En implementeringsgrad på 80 pct. relaterer til midter-scenariet. Se metodeappendiks for uddybning.

kvalitet, nye forretningsmuligheder, bedre sikkerhed osv. Omfanget af de fordele der ikke relaterer sig til lønomkostninger, påvirker ligeledes implementeringshastigheden.

- V. **Lovgivning og social accept.** Endeligt kan lovgivning udgøre en 'hård' barriere for implementering, mens graden af social accept og kundepræferencer kan udgøre en 'blød' barriere. Selvom implementeringshastigheden for transport fx er relativt høj, udgør lovgivning omkring førerløse køretøjer en væsentlig barriere, som kan bremse implementeringshastigheden.

FIGUR 31

Halvdelen af det nuværende automatiseringspotentiale kan være indfriet i 2035



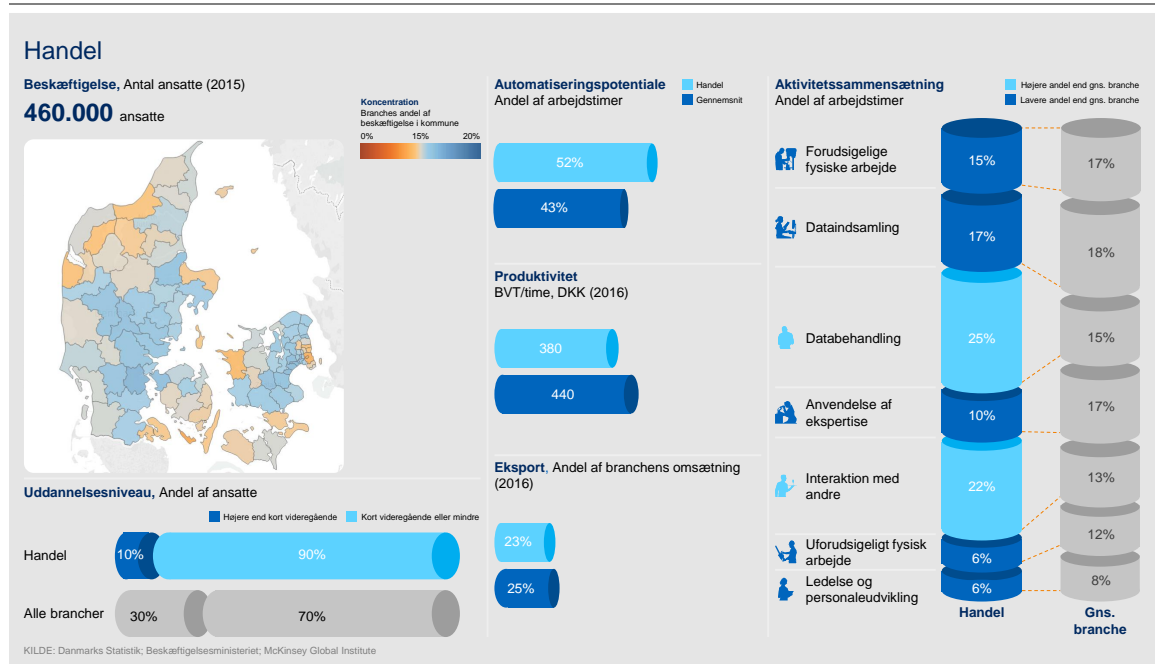
4.1 HANDEL

I handelsbranchen medfører en høj andel af rutineopgaver at op mod ~50 pct. af de beskæftigedes nuværende arbejdstimer kan automatiseres. Det er drevet af aktiviteter som varehåndtering og -opfyldning, forberedelse af salgskontrakter og modtagelse af betaling. Vi anslår, at udviklingen kan drive betydelige produktivtetsgevinster, der fx kan lede til lavere forbrugerpriser (et typisk dansk supermarked vil kunne fordoble indtjeningen). Udviklingen kan medføre at handelsbranchen i fremtiden vil beskæftige færre i Danmark, mens de, der fremover arbejder i branchen, vil komme til at fokusere på de mindst automatiserbare opgaver. For eksempel kan salgsassistenter skulle bruge op til 70 pct. på direkte kundeinteraktion. Samtidigt kan automatisering, sammen med stigende online handel, forstærke skalafordele og dermed øge sandsynligheden for, at globale virksomheder kan tage en større andel af det danske marked, men også give danske virksomheder større eksportmuligheder.

Handelsbranchen er kendetegnet ved høj beskæftigelse og lav produktivitet

Den danske handelsbranche er med sine 460.000 medarbejdere, den branche, der beskæftiger flest i den private sektor. Beskæftigelsen er spredt over hele landet – på tværs af landets kommuner arbejder mellem 12 og 18 pct. af alle beskæftigede i handelsbranchen. De ansatte er typisk yngre (31 pct. er mellem 15 og 24 år) og har relativt lavere uddannelsesniveau (10 pct. højtuddannede sammenlignet med 30 pct. i befolkningen). Virksomhederne i branchen omfatter både nationalt orienterede dagligvarekæder (fx Dansk Supermarked og Coop), eksportorienterede virksomheder (JYSK, Bestseller, København Fur), samt virksomheder, der er orienteret mod engros- og detailsalg. Handelsbranchen i Danmark har i de seneste årtier været kendetegnet ved lavere produktivtetsvækst end andre brancher, og produktiviteten er i dag omkring 14 pct. lavere end gennemsnittet i økonomien.

FIGUR 32



Automatiseringspotentialet i handelsbranchen er betydeligt

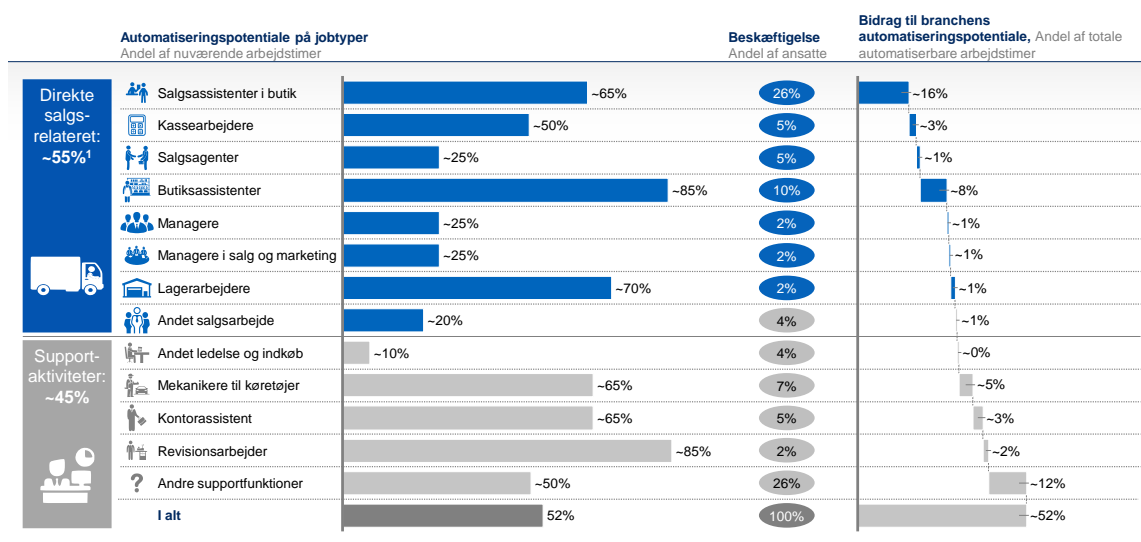
Vi anslår, at 52 pct. af de samlede arbejdstimer i branchen ville kunne automatiseres med eksisterende teknologi. Potentialt drives især af de arbejdsopgaver, der udføres af salgs- og butiksassisterter, der tilsammen udgør omkring 35 pct. af beskæftigelsen og står for omtrent halvdelen af automatiseringspotentialet (se Figur 33).

En detaljeret opgørelse af arbejdsdagen for en salgssassistent viser fx, at mellem 30 og 35 pct. af arbejdstiden bruges på informationsbehandling (fx at forberede salgskontrakter, genbestille ordrer, og checke varer ud). Der eksisterer allerede automatiseringsteknologier, der kan overtage op til 70 pct. af opgaverne i denne kategori – en række danske supermarkeds-kæder har fx indført self-service checkouts, og internationale kæder som Lawson, Asda og Amazon eksperimenterer med no-stop checkout. Mange af dokumentationsopgaverne kan ligeledes overtages af robotautomatisering og løbende digitalisering.

For butiksassisterter kan op mod 85 pct. af aktiviteterne automatiseres. Meget af potentialet er drevet af fysiske aktiviteter, der i dag udgør omkring halvdelen af arbejdsdagen - britiske Tesco har fx flere steder installeret automatisk hyldeopfyldning, amerikanske Target har indført rengøringsrobotter og amerikanske Amazon eksperimenterer med fuldautomatiserede supermarkeder uden personale.

FIGUR 33

Automatiseringspotentialet i handelsbranchen drives især af salgs- og butiksassisterter



¹ Direkte salgsrelaterede medarbejdere udgør ca. 55 pct. af de ansatte, men kun ca. 40 pct. af fuldtidsækvivalenterne, idet mange i denne gruppe arbejder deltid

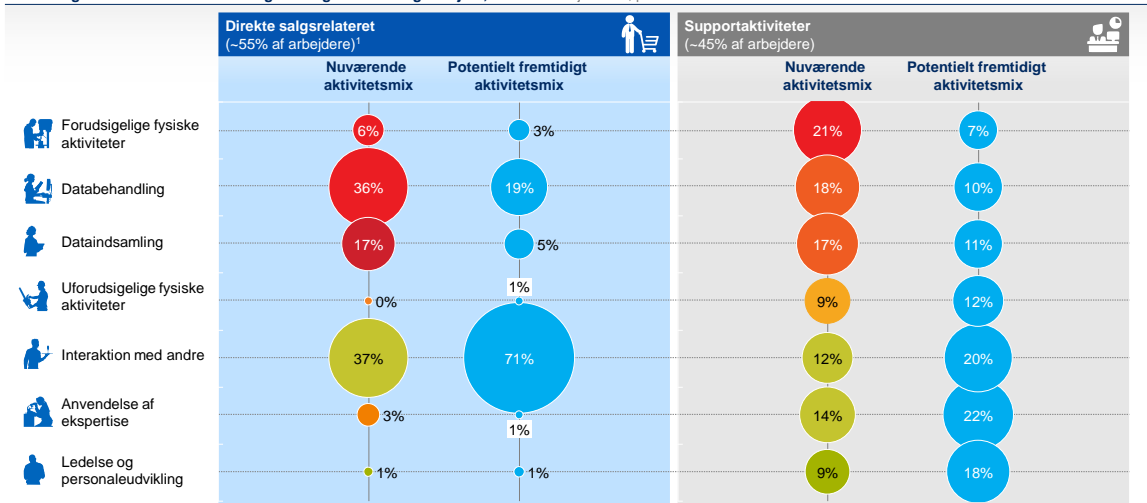
KILDE: Danmarks Statistik; McKinsey Global Institute; McKinsey-analyse

FIGUR 34

Automatisering påvirker salgs- og supportansattes aktivitetsfordeling forskelligt

Ændring i aktivitets sammensætning for en gennemsnitlig arbejder, andel af arbejdstimer, pct.

Størrelse angiver andelen af tidsforbrug på aktivitet i 2015
 Grad af automatiserbarhed (pct.)
 0 50 100

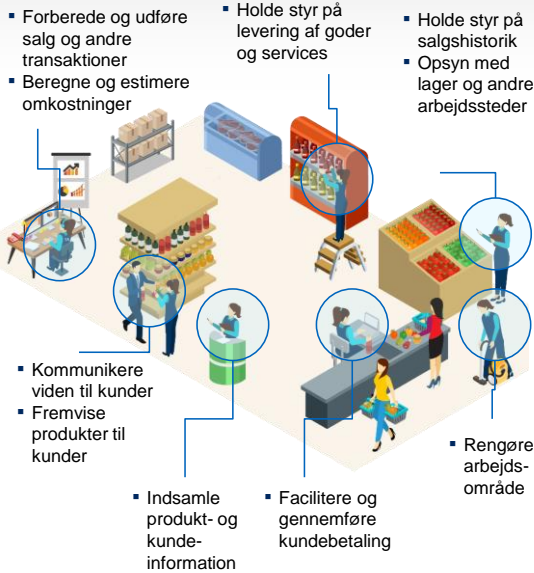


¹ Direkte salgsrelaterede medarbejdere udgør ca. 55 pct. af de ansatte, men kun ca. 40 pct. af fuldtidsækvivalenterne, idet mange i denne gruppe arbejder deltid
 KILDE: Danmarks Statistik; McKinsey Global Institute; McKinsey-analyse

FIGUR 35

Automatisering kan få omfattende betydning for arbejdsdagen for en salgsassistent

En typisk arbejdsdag for en salgsassistent i butik i 2016



En mulig arbejdsdag for en salgsassistent i butik 2035



KILDE: McKinsey Global Institute; ekspertinterviews

Effekterne fra automatisering forstærkes af digitalisering og online handel og kan tilsammen medføre betydelige forandringer i branchen

Effekten fra automatiseringsteknologi kan komme til at accelerere nogle af de tendenser, der i de seneste år har været drevet af stigende digitalisering og online handel. I de seneste år er online handel vokset op til fem gange hurtigere end in-store handel, og vi forventer, at trenden fortsætter. Kombinationen af automatisering og online handel kunne resultere i en gradvis forandring af handelsbranchen, fx igennem

- **Fald i antallet af fysiske detailbutikker** vil finde sted i takt med stigende online salg, forstærket af at flere producenter springer detaileddet over og sælger direkte til slutkunderne, samt hvis mindre butikskæder og enkeltstående butikker ikke har skala og kapital til at investere i automatiseringsteknologi.
- **Øget internationalisering**, der kan give danske virksomheder adgang til stadig større eksportmarkeder, men samtidigt åbne op for at internationale spillere kan vinde betydelige markedsandele i Danmark.
- **Flere specialbutikker**, kan opstå i takt med at stigende automatisering i den ordinære detailhandel og øget velstand, fx gennem øget efterspørgsel efter personlig betjening i forbindelse med indkøb af dyrere varer

Flere af ovenstående ændringer kunne pege i retning af et fald i branchens samlede beskæftigelse. For eksempel kan automatisering mindske behovet for arbejdskraft til nogle af de repetitive fysiske opgaver, hvilket kan forstærkes af stigende online handel, som kan medføre færre fysiske butikker, og større skalafordele i varehuse og –lagre, hvorfra der kan leveres direkte til forbrugerne. Effekterne kan komme forbrugerne til gode i form af fx større udvalg og lavere priser (se et illustrativt eksempel på den finansielle effekt af automatiseringsteknologi i et dansk supermarked sidst i dette afsnit) og kan medvirke til at øge den generelle produktivitet i økonomien.

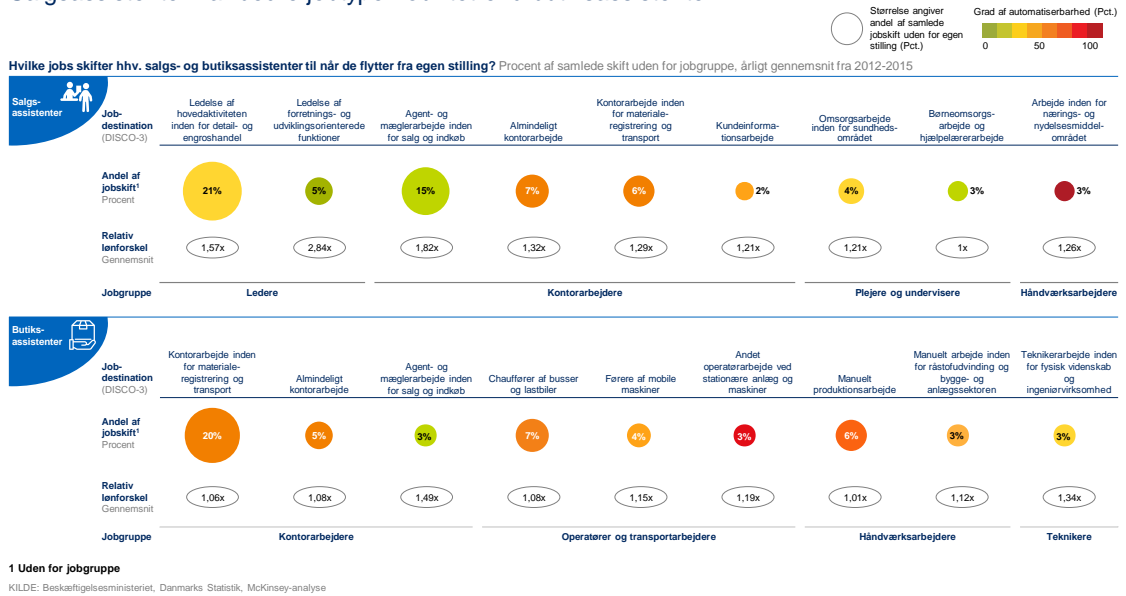
For de ansatte i branchen, der fortsat skal arbejde med direkte salg, kan automatiseringsteknologierne medføre et skift imod opgaver, der er sværere at automatisere. For eksempel bruger salgsassistenter i dag omtrent 40 pct. af deres tid på direkte interaktion med kunderne – vi anslår, at kundeinteraktion fremover kan komme til at udgøre op mod 70 pct. af arbejdstiden, i takt med at andre opgaver automatiseres (se Figur 34 og Figur 35). Det kan medføre, at sociale færdigheder og evnen til at aflæse emotionel respons i stigende grad bliver afgørende for, om de salgsrettede medarbejdere formår at fastholde deres beskæftigelse.

Ikke alle ansatte i branchen vil have lige gode forudsætninger for at finde ny beskæftigelse, hvis automatisering leder til jobtab. Figur 36 sammenligner jobtypemobiliteten for de to stillinger hvor automatiseringspotentialer er størst (hhv. salgs- og butiksassistenter). Det fremgår, at salgsassistenter der forlader erhvervet, har formået at flytte til stillinger med lavt automatiseringspotentialer (fx i form af salgsagentarbejde eller mere ledelsesorienterede stillinger). Derimod har mobiliteten for butiksassistenter gået i retning af stillinger med højere automatiseringspotentialer; for denne gruppe kan der være et større behov for omskoling.⁴³

⁴³ Mobilitetsopgørelsen omfatter kun fuldtidsmedarbejdere over 30 år, for at undgå at resultatet fx medtager unge studerende, der arbejder med salgsarbejde på deltid.

FIGUR 36

Salgsassistenter har bedre jobtjembilitet end butiksassisterter



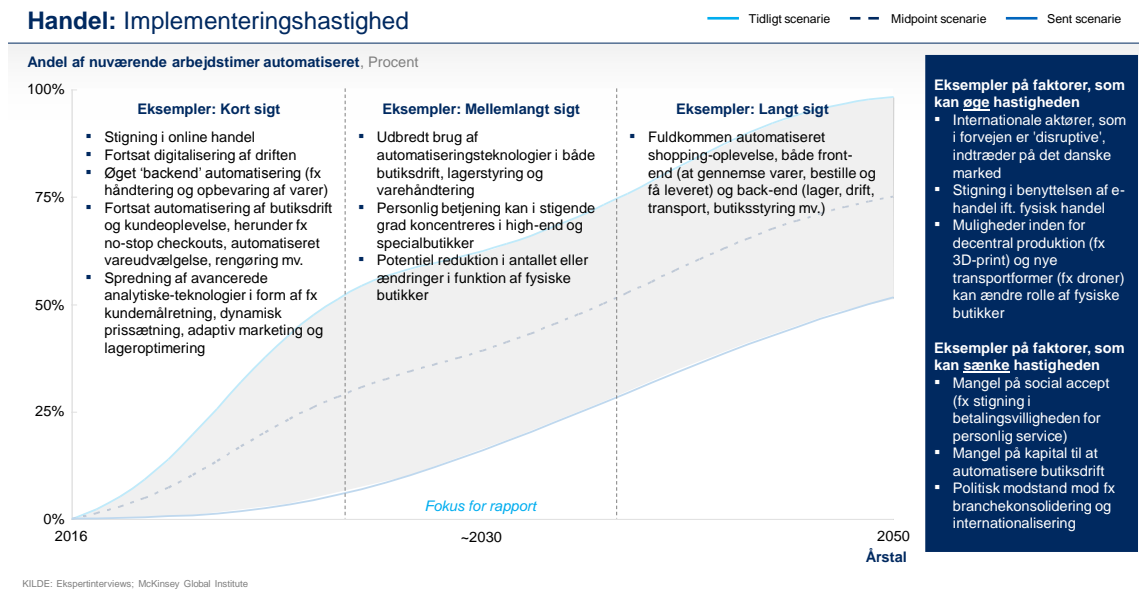
Forklaring: Figuren viser hvilke nye jobtyper salgsassistenter og butiksassisterter primært skifter til, når de skifter job (størrelsen og tallet på boblerne angiver andelen af samlede jobskifte uden for tidligere stilling). Farven angiver automatiseringspotentialet for de nye stillinger. Den relative lønforskel angiver forholdet mellem lønnen i det nye og gamle job.

Hvor hurtigt kan det gå?

Knap 20 pct. af virksomhederne i handelsbranchen har implementeret en eller flere automatiseringsteknologier 'at scale', hvilket er omkring gennemsnittet for andre brancher.⁴⁴ Fremadrettet forventer vi, at kombinationen af et relativt højt automatiseringspotentiale og muligheden for øget konsolidering medfører, at branchen kan være en af dem, der er hurtigst til at indføre yderligere automatiseringsteknologi på trods af et lavt lønniveau. På den korte bane vil automatiseringen sandsynligvis tage form af fortsat digitalisering, øget brug af machine learning, stigende backend automatisering (fx varelagre) samt pilot-forsøg med en fuldt automatiseret kundeoplevelse, mens udviklingen på den længere bane kan omfatte alle dele af butiksdriften (inkl. vareopfyldning, rengøring, mv.)

Hastigheden kunne for eksempel forøges, hvis internationale 'disruptive' spillere træder ind på det danske marked, eller den danske befolkning tager onlinehandel til sig i et hurtigere tempo end forventet. Danskerne benytter hyppigere onlinehandel end andre europæere (83 pct. har købt varer online mod EU-28 gennemsnit på 66 pct.),⁴⁵ men relativt mindre inden for dagligvarehandel. Derimod kan udbredelsen blive relativt langsommere, hvis der viser sig stigende forbrugerpræferencer for personlig betjening eller fysiske butikker.

FIGUR 37



⁴⁴ McKinsey Global Institute, *Artificial Intelligence – The Next Digital Frontier?*, Discussion Paper, (juni 2017)

⁴⁵ Eurostat, *Ecommerce statistics for individuals*, 2016

Eksempel: Et gennemsnitligt dansk supermarked kan opnå betydelige fordele ved investering i automatiseringsteknologi

For at illustrere det økonomiske potentiale ved indførelse af automatiseringsteknologi, har vi udviklet en mikroøkonomisk case for et dansk supermarked. Modellen er baseret på en repræsentativ resultatopgørelse og balance for et gennemsnitligt dansk supermarked, og kan indikere afkastet på investeringer i automatiseringsteknologi (casen bygger delvist på en model udviklet af McKinsey Global Institute, tilpasset til danske forhold).

Vi estimerer at et supermarked med en omsætning på 40 millioner og en EBIT-margin på 4 pct. kan forbedre det årlige resultat med omtrent 2 millioner på kort- til mellemlangt sigt ved at implementere automatiseringsteknologier (over tid kan dette fx forplantes i lavere forbrugerpriser). Resultatet er drevet af både operationelle forbedringer (~1,7 millioner), reduktion i lønomkostninger (~2,0 millioner), øget afskrivninger på kapital (~2,1 millioner) og mindre stigninger i løbende omkostninger (~0,1 millioner). For hvert delelement i resultatopgørelsen er der identificeret hvilke teknologier der kan automatisere nuværende arbejde samt den gennemsnitlige omkostning ved anskaffelse og installation.

Automatisering kan drive operationelle forbedringer gennem fx forbedret pladsudnyttelse, reduceret spild samt optimeret prissætning og lagerstyring. De største kapitalinvesteringer inkluderer systemer til lagerautomatisering, automatiseret betalingsanlæg og digitale hylder.

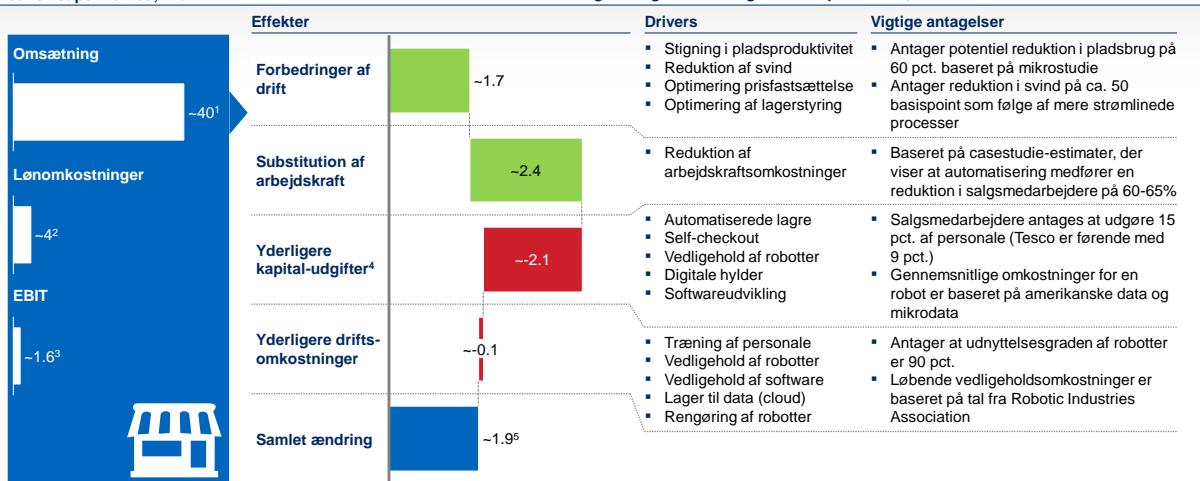
De markante økonomiske incitamenter ved at øge automatiseringen kan betyde at udviklingen kommer til at gå relativt hurtigt – specielt for dagligvarebutikker. Eksemplet illustrerer yderligere, at det formentligt er nødvendigt at investere i automatiseringsteknologier for at forblive konkurrencedygtig på sigt, idet supermarkeder der investerer i automatiseringsteknologi kan blive langt mere omkostningseffektive.

Et gennemsnitligt dansk supermarked kan forbedre sit resultat med ~2m DKK ved at automatisere en række processer

Nøgletal for et gennemsnitligt dansk supermarked, mio. DKK

Potentielle finansielle effekter af automatisering for et gennemsnitligt dansk supermarked, mio. DKK

■ Positiv finansiell påvirkning
■ Negativ finansiell påvirkning



¹ Gennemsnitlig størrelse på dansk supermarked på tværs af store aktører i branchen ² Lønomkostningers gennemsnitlige andel af omsætningen er ~10-14% på tværs af branchen ³ Antager en 4 pct. EBIT-margin ⁴ Antager en 10-årig levetid med lineær afskrivning ⁵ Bedre finansiell performance kan udnytte sig i lavere priser i branchen over tid

KILDE: McKinsey Case Studies Economics model

4.2 INDUSTRI

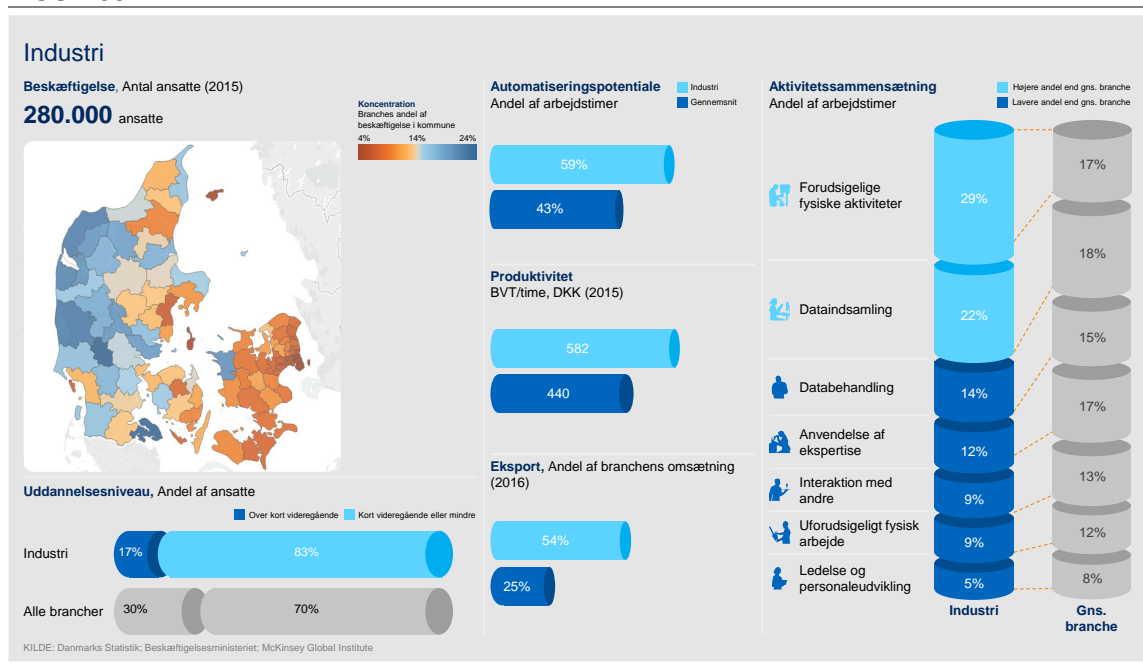
Den danske industri-branche har løbende automatiseret og outsourcet arbejdsopgaver i de sidste årtier, og er i dag en af de mest produktive brancher i dansk økonomi. Et betydeligt automatiseringspotentiale (~60 pct. af arbejdstimerne) vidner om, at teknologi også kan drive yderligere produktivitetsvækst i kommende årtier, også ud over substitution af arbejdskraft. I det omfang danske virksomheder formår at udnytte nye teknologiske muligheder som 3D print og IoT, kan danske industrivirksomheders konkurrenceevne styrkes gennem hurtigere, billigere, og mere kundetilpasset produktion, og udviklingen kan bidrage til reshoring af fremstilling til Danmark. Dermed kan automatiseringsteknologi være med til at fastholde beskæftigelsen frem for at reducere den. Det vil dog kræve betydelig omstilling blandt industriens nuværende medarbejdere, herunder skal mange operatører, metalarbejdere og smede, der i dag udgør en tredjedel af de beskæftigede, opkvalificeres og fremover bruge mere tid på problemløsning og anvendelse af ekspertise (op mod 25 pct. af arbejdstiden), frem for manuelle, fysiske opgaver. At facilitere opkvalificeringen kan være af særlig relevans, ikke mindst fordi mange beskæftigede i industrien har svage forudsætninger for at skifte til andre dele af arbejdsmarkedet.

Industrien har en lang tradition for automatisering, og branchen er i dag en af de mest produktive og specialiserede i den danske økonomi

Over de sidste 50 år har den danske industribranche gennemgået betydelige forandringer - produktiviteten per medarbejder er næsten syvdoblet, samtidig med at beskæftigelsen er halveret. Udviklingen har ikke mindst været drevet af automatisering og globalisering. Baseret på en undersøgelse af Danmarks Statistik blev der alene i 2009–2011 outsourcet knap 17.000 jobs til udlandet, heraf 10.300 jobs fra industrien (svarende til 3-4 pct. af den daværende beskæftigelse).⁴⁶ Andre undersøgelser har vist, at det samme mønster gjorde sig gældende i for perioden 2001-2006.

I dag arbejder omkring 280.000 danskere (14 pct. af den samlede beskæftigelse) i industrien, der er kendetegnet ved højt specialiserede virksomheder (fx Novo Nordisk, Carlsberg, Lego, Danfoss, Danish Crown og Grundfos), ofte med global afsætning – branchen står for en tredjedel af den samlede danske eksport. Beskæftigelsen er geografisk koncentreret særligt i Vestjylland, og de beskæftigede har oftest kortere uddannelser – 17 pct. af de ansatte er højtuddannede ift. 30 pct. i befolkningen.

FIGUR 38



⁴⁶ NYT, nr. 644; Danmarks Statistik (2012)

Automatisering åbner for betydelige produktivitetstigninger, men leder ikke nødvendigvis til et samlet fald i beskæftigelsen

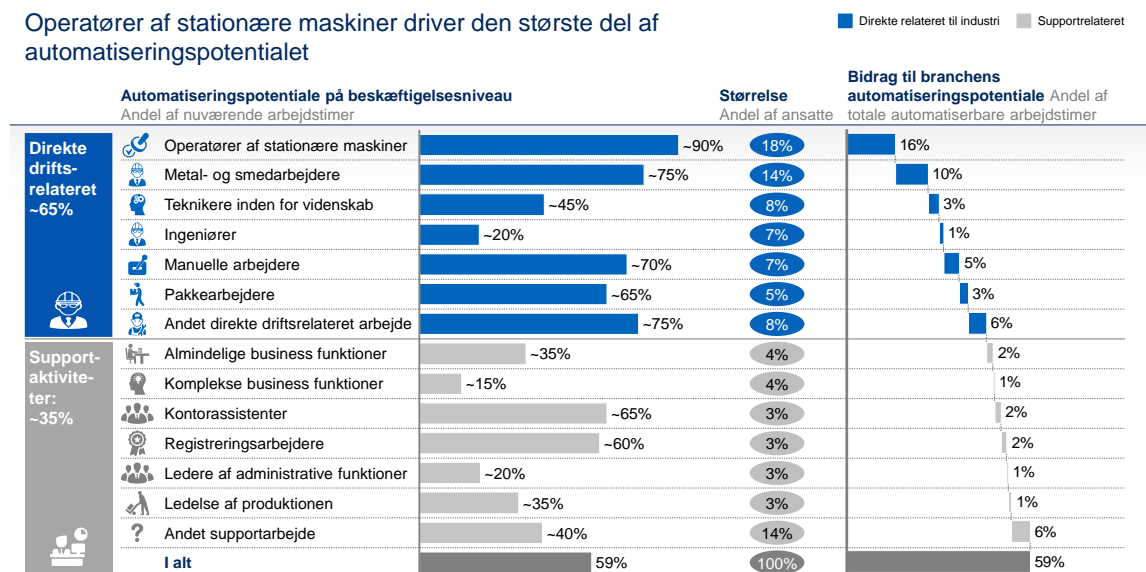
Vores detaljerede analyse af arbejdsopgaverne i industrien indikerer, at op mod 60 pct. af de nuværende arbejdstimer i branchen ville kunne automatiseres med eksisterende teknologi (se Figur 39). Potentialet drives både af stillinger direkte relateret til produktion og mere supportorienterede stillinger. Halvdelen af det samlede automatiseringspotentiale udgøres af maskinoperatører og metalarbejdere, selvom disse grupper kun udgør omkring 25 pct. af beskæftigelsen. Kontorarbejdere udgør en mindre del af beskæftigelsen men har et betydeligt automatiseringspotentiale (omkring 60 pct. af arbejdstimerne).

Potentialet for automatisering udgøres især af forudsigelige, fysiske arbejdsopgaver – i dag bruger en gennemsnitlig produktionsmedarbejder omkring 45 pct. af arbejdstiden på sådanne opgaver, hvoraf vi anslår, at halvdelen kan automatiseres. Yderligere muliggør IoT-teknologi større dataintegration på tværs af maskiner, hvilket kan medføre en betydelig reduktion i antallet af arbejdstimer anvendt på dataindsamling. Førende globale virksomheder som Panasonic, Bosch og Siemens har fx allerede taget skridt i denne retning med implementering af fuld maskine-til-maskine kommunikation, og integrerede dashboards med statusoverblik for alle processer i realtid.

Automatiseringsteknologierne kan bane vejen for fortsatte produktivitetstigninger i industrien, i takt med, at produktionen per medarbejder kan stige. Samtidigt muliggør teknologierne en lang række forbedringer, der ikke er relateret til substitution af arbejdskraft. Det kan for eksempel være algoritmer, der hjælper til forbedret udnyttelse af produktionsressourcer (yield optimization) eller sikrer færre nedbrud af maskiner ved at identificere afvigende produktionsmønstre (predictive maintenance). Endeligt åbner automatiseringsteknologier op for en række nye forretningsmodeller (se boks på næste side), fx i form af end-to-end automatiseret produktion, der muliggør ekstremt hurtig levering af produkter designet specifikt til den enkelte kunde.

FIGUR 39

Operatører af stationære maskiner driver den største del af automatiseringspotentialet



KILDE: Danmarks Statistik; McKinsey Global Institute; McKinsey-analyse

Automatisering af arbejdsopgaver i industrien vil ikke nødvendigvis føre til et fald i beskæftigelse – omvendt kan automatisering være medvirkende til at *fastholde* beskæftigelse i danske virksomheder. Det skyldes ikke mindst, at halvdelen af den danske industriproduktion i dag afsættes på internationale markeder. Fordi de nye teknologier kan være med til at fremme konkurrenceevnen for danske virksomheder, vil industrien sandsynligvis kunne øge sin produktion uden de samme pris-effekter, der ville opleves i mere nationalt orienterede brancher. I denne henseende finder vi, at den isolerede beskæftigelseeffekt af øget arbejdsproduktivitet i perioden 1992-2007 har været omtrent halvt så stor for industrien som for andre brancher⁴⁷. Derudover kan automatiseringsteknologi fremme *reshoring*, hvor danske virksomheder flytter

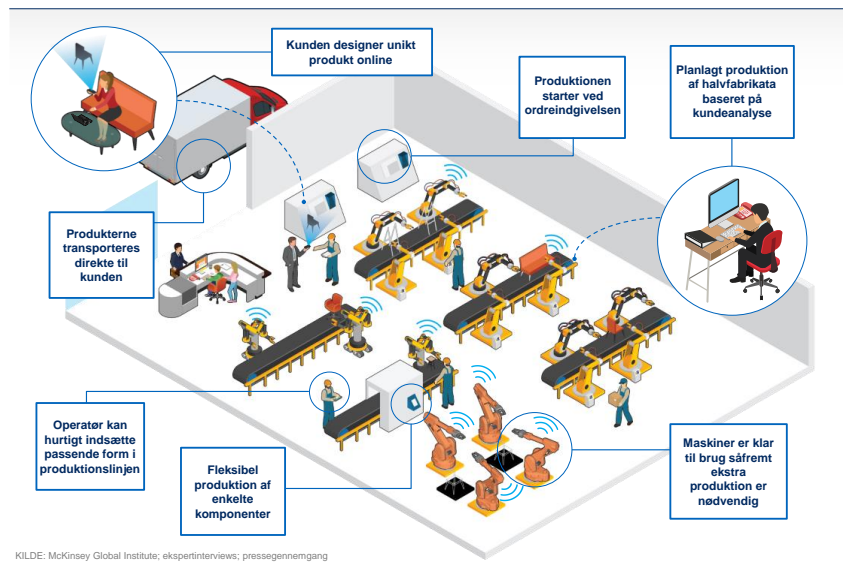
⁴⁷ Når beskæftigelsen i industrien alligevel er faldet mere end i de fleste andre brancher, skyldes det delvist at produktivitetstigningen har været markant større end i andre brancher. Se metodeappendiks og Sektion 2.

arbejdsopgaver fra andre lande tilbage til Danmark. Til trods for, at mange af arbejdsopgaverne, der kan flyttes, vil skulle udføres af teknologi, kan der følge anden beskæftigelse med. En udvikling med fastholdt beskæftigelse, vil dog bero på, at fremstillingsvirksomheder i Danmark formår at øge konkurrenceevnen hurtigere end deres internationale konkurrenter (fx vha. automatiseringsteknologi) – hvis det modsatte bliver tilfældet, kan det omvendt føre til faldende konkurrenceevne og deraf beskæftigelse.

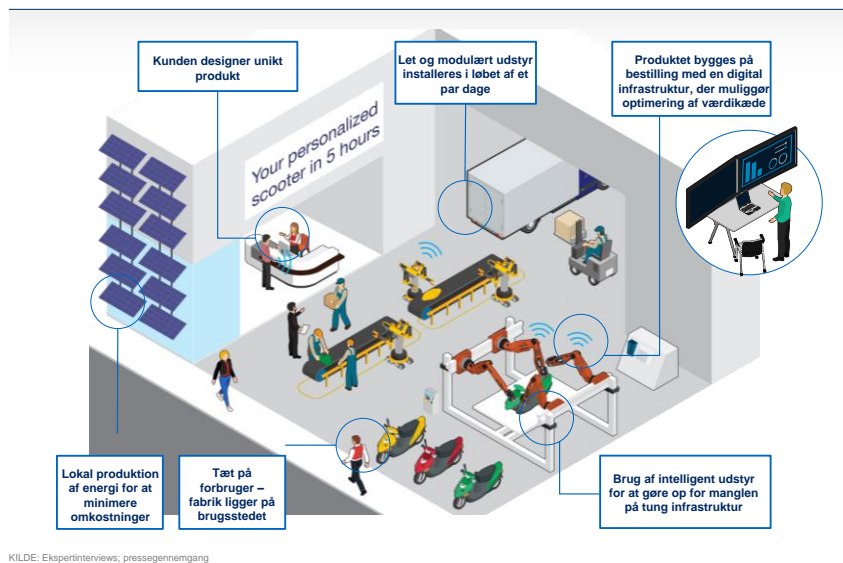
Eksempler på nye automatiseringsdrevne forretningsmodeller

Nye teknologidrevne forretningsmodeller baseret på additive fremstillingsteknologier (fx 3D printing), som gør det muligt i stigende grad at tilpasse hvert enkelt produkt til slutbrugeren, kan accelerere omstillingen hen imod at sælge services og løsninger i stedet for produkter. Amerikanske virksomheder som General Electric og RedEye har fx allerede implementeret koncepter som 'e-plant in a box' og 'full customer centric plant', der gør det muligt at skræddersy løsninger til kunder med minimal leveringstid.

Nogle aktører i branchen er begyndt at bevæge sig mod mere kundecentrerede fabrikker



Andre er begyndt at bygge effektive 'e-plants in a box'



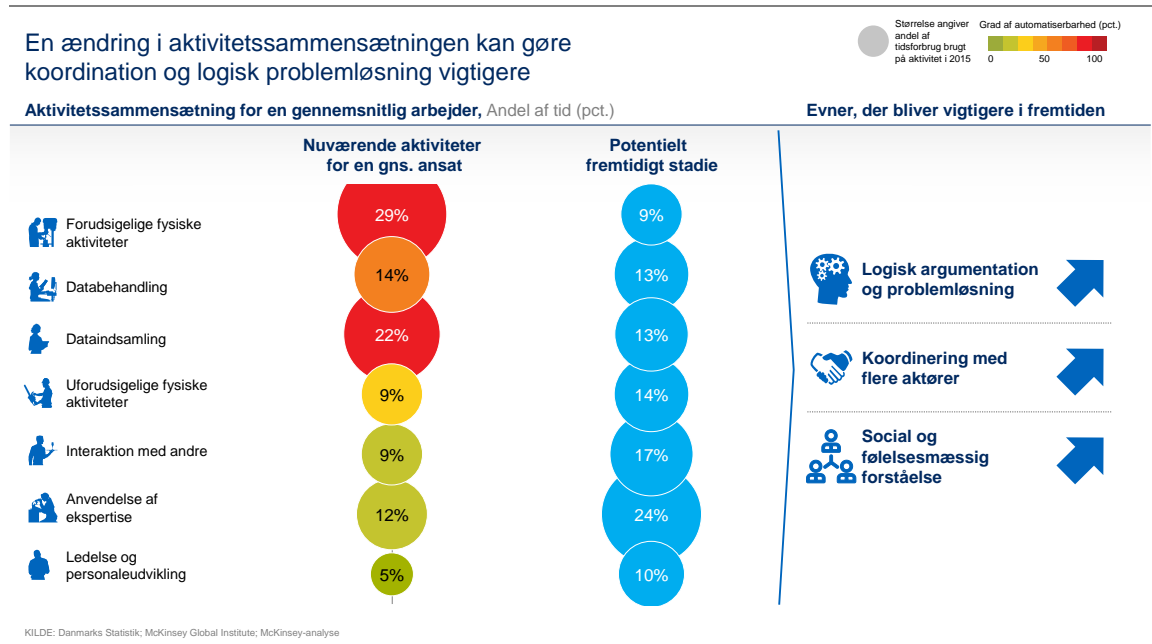
Udviklingen vil kræve omfattende omstilling og opkvalificering af nuværende medarbejdere

Vores analyser peger på, at udviklingen vil kræve en omfattende omstilling for medarbejdere i industrien (se Figur 40). Teknologien kan medføre, at den fremtidige aktivitetssammensætning går i retning af mere ekspertarbejde med høj grad af samarbejde, i takt med at rutinebaserede aktiviteter automatiseres. For eksempel forventer vi, at en gennemsnitlig produktionsmedarbejder i fremtiden vil bruge godt tre gange så meget tid på at anvende ekspertise som i dag, fx i forbindelse med procesoptimering. For andre grupper, fx metalarbejdere, kan automatisering medføre, at de fysiske opgaver skifter fra rutinebaserede opgaver, til nogle der er mere avancerede og svært forudsigelige. Vi anslår, at svært forudsigelige fysiske opgaver, såsom vedligehold eller reparation af maskiner, kan vokse fra 35-40 pct. af arbejdsdagen til omtrent det dobbelte.

Aktivitetsskift for ansatte i supportaktiviteter er mindre markante, idet arbejdstiden allerede i dag er fordelt jævnt over en række aktiviteter. Denne gruppe medarbejdere kan i fremtiden komme til at bruge op mod dobbelt så meget tid på interaktion med kollegaer og kunder, hvilket forstærkes af omstillingen fra at sælge produkter til at sælge services og løsninger.

De relativt markante skift i arbejdsdagen kan fordre udviklingen af nye kompetencer og færdigheder, herunder stigende krav til problemløsning og evner til samarbejde. For nogle af de berørte grupper kan der være en gevinst i at forfølge muligheder for løbende opkvalificering inden for disse områder, ikke mindst fordi vores analyser indikerer, at mulighederne for skift til andre dele af arbejdsmarkedet er relativt svage. Figur 41 viser, hvor de beskæftigede der skiftede fra jobs som hhv. teknikere eller manuelle produktionsarbejdere endte et år senere. Særligt beskæftigede i sidstnævnte gruppe har fortrinsvis skiftet til erhverv, der ligeledes har højt automatiseringspotentiale, fx transport- og lagerarbejde (23 pct. af skift) og kontorarbejde (17 pct. af skift).⁴⁸ I modsætning hertil har teknikere, som typisk har en højere uddannelse, historisk set haft god mobilitet til andre jobtyper som ingeniørarbejde med lavt automatiseringspotentiale og et relativt højt lønniveau.

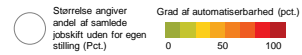
FIGUR 40



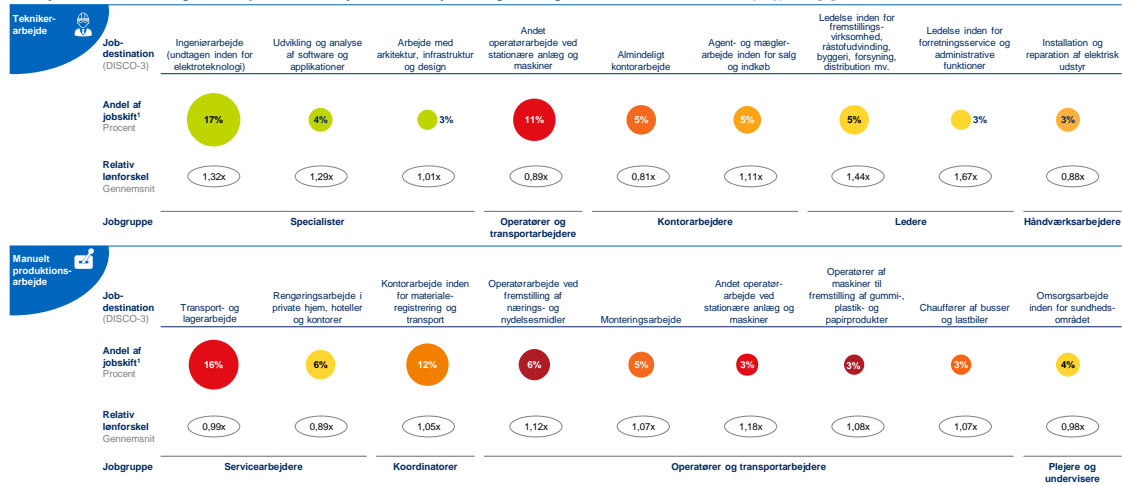
⁴⁸ Resultatet kan være påvirket af en selektionseffekt, der dog ikke har en entydig retning. På den ene side kan mobilitetsmulighederne fremstå særligt positive, idet mange jobskift vil bestå af beskæftigede, der selv har valgt at flytte til bedre muligheder. Selektionseffekten kunne dog ligeledes bestå i at det særligt er afskedigede medarbejdere der inkluderes i statistikken.

FIGUR 41

Teknikere har bedre evne til at skifte til lavt automatiserbare jobs end beskæftigede i manuelt produktionsarbejde



Hvilke jobs skifter teknikere og manuelle produktionsarbejdere til når de flytter fra egen stilling? Procent af samlede skift uden for jobtype, årligt gennemsnit fra 2012-2015



1 Uden for jobgruppe

KILDE: Beskæftigelsesministeriet, Danmarks Statistik, McKinsey-analyse

Forklaring: Figuren viser hvilke nye jobtyper ansatte indenfor teknikerarbejde og manuelt produktionsarbejde primært skifter til, når de skifter job (størrelsen og tallet på boblerne angiver andelen af samlede jobskifte udenfor tidligere stilling). Farven angiver automatiseringspotentialet for de nye stillinger. Den relative lønforskel angiver forholdet mellem lønnen i det nye og gamle job.

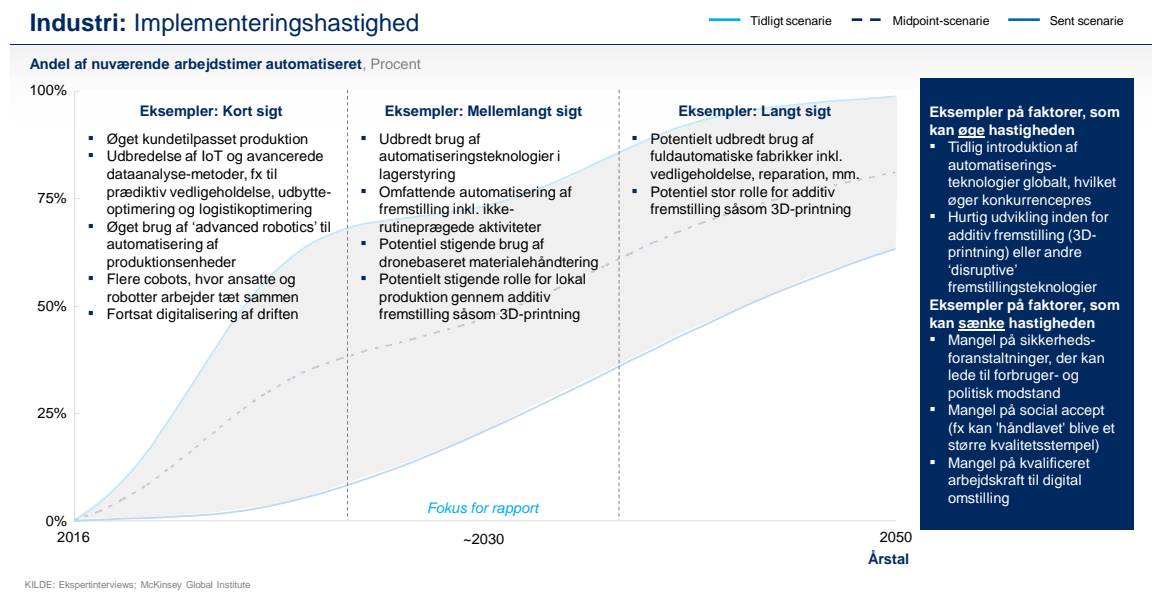
Hvor hurtigt kan det gå?

På globalt plan er industrien blandt de brancher, der er længst fremme med automatiseringsteknologi. Omkring 30 pct. af virksomhederne har implementeret en eller flere teknologier 'at scale', og branchen er særligt langt fremme ift. avanceret robotteknologi, førerløse køretøjer, advanced analytics, m.fl. Automatisering er også udbredt i de fleste danske industrivirksomheder. For eksempel har Vestas implementeret mobile platforme og robotter, der kan udveksle data, og Grundfos har automatiseret en betydelig del af processen omkring design og udvikling af nye pumper.

Vi forventer, at automatiseringsteknologi vil spredes hurtigere i industrien end de fleste andre brancher. Udviklingen er allerede i gang, automatiseringspotentialer er betydeligt, lønniveauet er relativt højt, og der er betydelige produktivetsgevinster ud over substitution af arbejdskraft. Samtidigt vil stigende anvendelse af teknologi i produktionsprocessen formodentlig ikke være afhængig af forbrugeraccept i samme grad som fx i et supermarked, hvor slutkunder direkte interagerer med robotter og software. I vores midterste scenarie forventer vi, at omtrent halvdelen af de nuværende arbejdstimer kan være automatiseret omkring 2035.

Dertil kan en række faktorer på længere sigt markant ændre rollen for fremstillingsvirksomheder. Herunder kunne især additiv fremstilling (fx 3D-printing) potentielt flytte produktion i en langt mere kundenær retning, hvis evnen til at producere højt specialiserede produkter lokalt udbredes betydeligt.

FIGUR 42



4.3 TRANSPORT

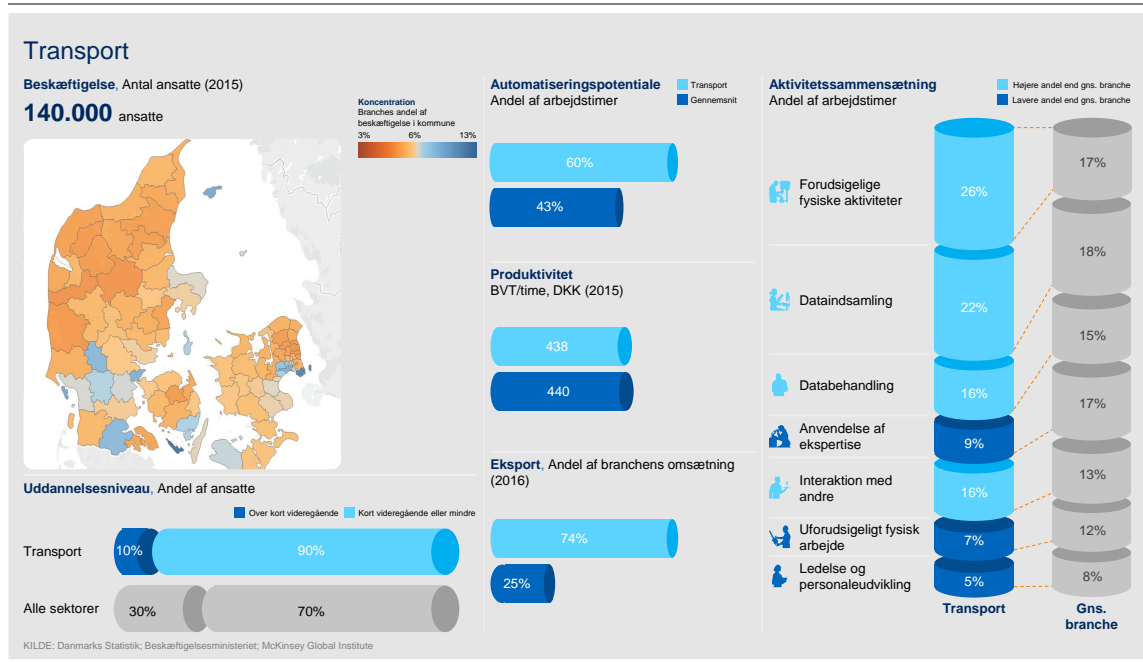
I transportbranchen kan automatisering på længere sigt medføre store ændringer i både beskæftigelse og konkurrencedynamik, ikke mindst på grund af udsigten til førerløse køretøjer. I det næste årti er det dog i højere grad opgaver så som varehåndtering, lagerstyring, dokumenthåndtering og speditørarbejde, der medvirker til et automatiseringspotentiale på ~60 pct. af de nuværende arbejdstimer. Beskæftigelseseffekten fra automatisering kan dog bremses af øget efterspørgsel efter transportservices på grund af stigende online handel. Nogle grupper i transportbranchen, fx chauffører og kontorarbejdere, har historisk haft svag mobilitet til jobs med lavt automatiseringspotentiale – i takt med at deres arbejdsopgaver automatiseres, kan disse medarbejdergrupper have større vanskeligheder ved at finde nye jobs.

Transportbranchen udgør en lille del af beskæftigelsen, men en betydelig del af Danmarks eksport

Transportbranchen beskæftiger knap 5 pct. af den samlede danske arbejdsstyrke, særligt koncentreret i den sydlige del af landet. Branchen er stærkt international orienteret og bidrager med 27 pct. af den samlede danske eksport, særligt igennem globalt orienterede virksomheder som fx Maersk og DSV. Med blot 7 pct. af medarbejderbasen under 25 år er gennemsnitsalderen i transportbranchen betydeligt højere end i brancher som fx handel og ICT. Medarbejderne i branchen har generelt et lavere uddannelsesniveau end gennemsnittet med kun 10 pct. højtuddannede – sammenlignet med 30 pct. på tværs af brancher.

Cirka 50 pct. af de beskæftigede i transport har en jobbeskrivelse, der direkte relaterer sig til transport. Den resterende halvdel arbejder typisk med kundeservice, kontorarbejde eller øvrige supporterende jobs.

FIGUR 43



Automatiseringspotentialet i transport er højt og drives af både muligheder inden for førerløse køretøjer og automatisering af lageraktiviteter

Diskussionen omkring automatisering i transportbranchen omhandler ofte udsigterne til førerløse køretøjer. På langt sigt kan en sådan udvikling komme til at få omfattende betydning for udformningen af branchen og dens beskæftigelse. Frem mod 2035 er det dog ikke den eneste dynamik, der er relevant for at forstå automatiseringens effekter i branchen. Dels er der en række teknologiske barrierer for førerløse køretøjer (se boks på følgende side), og dels består transportbranchen også af både lager- og kontoraktiviteter, som på den kortere bane vil være mere automatiserbare.

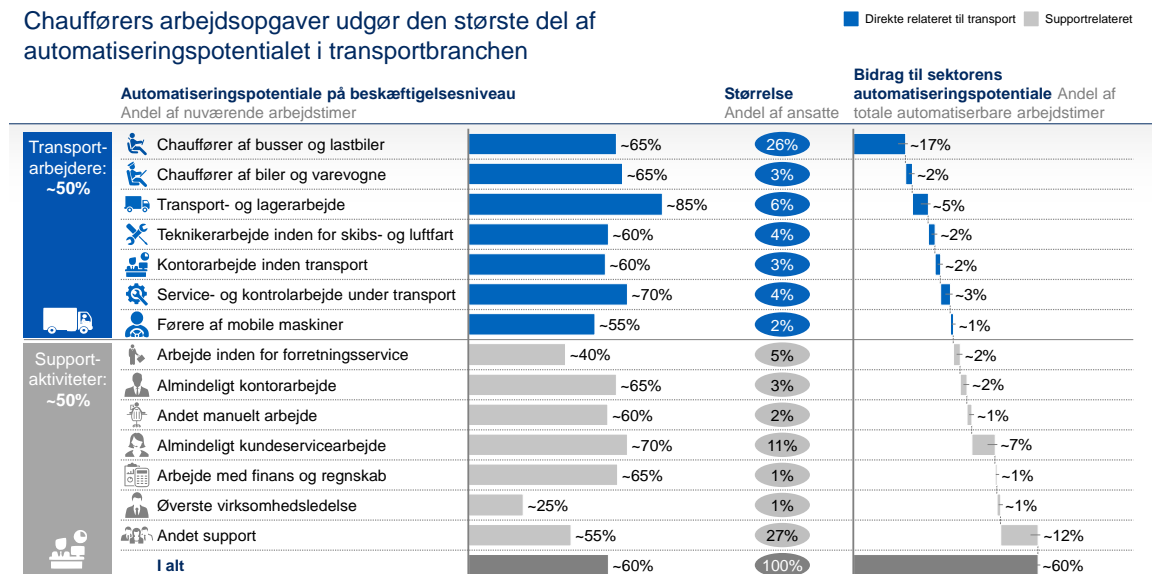
Vi anslår samlet set, at omkring 60 pct. af arbejdstimerne i transportbranchen kan automatiseres med eksisterende teknologi. Det høje automatiseringspotentiale drives i høj grad af bus- og lastbilchauffører, der udgør godt 26 pct. af branchens beskæftigelse, men tegner sig for hele 42 pct. af branchens samlede automatiseringspotentiale.

Lagerarbejde udgør ligeledes en væsentlig del af branchens automatiseringspotentiale. Med et automatiseringspotentiale på 85 pct. af arbejdstiden og godt 6 pct. af beskæftigelsen udgør lagerarbejde ligeledes en væsentlig del af branchens samlede automatiseringspotentiale. Med teknologier som automatiseret ind- og udpakning, overvågningsdroner til lagre, førerløse køretøjer og automatiseret ordreplukning har store internationale transportvirksomheder som DB Schenker, UPS og DHL allerede taget betydelige skridt i retning af fuldt automatiseret lagerstyring. For nyligt har også Amazon realiseret betydelige produktivitetsgevinster ved at automatisere 70 pct. af alle aktiviteter på et af deres kinesiske varelagre.

Også en betydelig del af transportbranchens nuværende kontorarbejde vil fremover kunne automatiseres. Den typiske transportarbejder bruger i dag godt 16 pct. af arbejdsdagen på aktiviteter som at behandle forespørgsler fra leverandører og verificere information om forsendelser. En stor del af disse aktiviteter kan automatiseres, og vi anslår, at den gennemsnitlige transportarbejder i fremtiden kan komme til at bruge ned til 7 pct. af arbejdsdagen på sådanne aktiviteter. Det gælder især for grupper som speditører, hvis arbejdsaktiviteter har et automatiseringspotentiale på 60 pct. I dag bruges omkring 20 pct. af arbejdstiden for en speditør på at indsamle forskellige typer af information, fx kvalitetskontrol, registrering af arbejdsgange samt sporing af vogne, hvilket er aktiviteter der i høj grad kan automatiseres. Derimod kan aktiviteter såsom interaktion med kunder, chauffører, leverandører og kollegaer samt problemløsning komme til at fylde mere fremover.

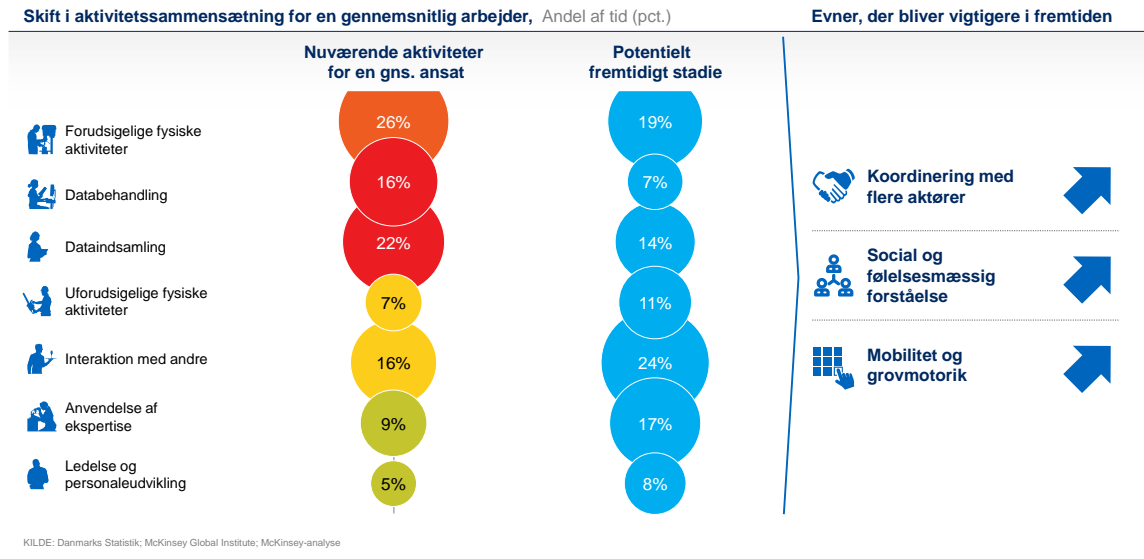
FIGUR 44

Chaufførers arbejdsopgaver udgør den største del af automatiseringspotentialet i transportbranchen



FIGUR 45

En ændring i aktivitetssammensætningen kan gøre koordination og social forståelse vigtigere



Ud over automatisering påvirkes transportbranchen af en række teknologidrevne trends, der kan få indflydelse på medarbejdere i branchen

Automatisering er ikke den eneste tendens, der påvirker transportbranchen. En række sammenfaldende faktorer kan ligeledes komme til at forme branchen fremover. Herunder er fx

- **Øget dataintegration**, der kan betyde, at platformsdrevne forretningsmodeller i stigende grad kan overtage den koordinerende rolle i værdikæden, som det fx er set i rejsebranchen. Inden for fragtttransport kan virksomheder som Flexport og Xeneta fx øge gennemsigtigheden af markedet og medføre, at efterspørgslen efter almindelige speditør-services reduceres.
- **Større anvendelse af aktiver** inden for passagertransport ved hjælp af digitale platforme, der fx organiserer samkørsel og dermed mindsker transportudgifter med private køretøjer og ændrer konkurrencevilkårene for kommercielle transportudbydere.
- **Ændringer i beskæftigelsesmønstre** kan ske som følge af udbredelsen af platformsdrevne virksomheder, som fx Lyft, der kan føre til et skift i retning af alternative ansættelsesforhold for en del medarbejdere i branchen.
- **Stigende online salg** kan medføre øget efterspørgsel efter udbringning af pakker og varer, hvilket kan øge aktivitet og beskæftigelse i visse dele af transportbranchen.

Nogle af branchens beskæftigelsesgrupper kan være relativt dårligt stillet, hvis automatisering leder til jobtab. For eksempel har både bus- og lastbilchauffører samt kontorarbejdere et højt automatiseringspotential og samtidig relativt lav mobilitet til jobs med lavere automatiseringspotential. Yderligere viser Figur 46 at disse grupperinger historisk set primært er flyttet til jobs med samme eller lavere lønniveau. Medarbejdere i disse jobtyper kan således på sigt få behov for omskoling eller opkvalificering til jobs i andre brancher.

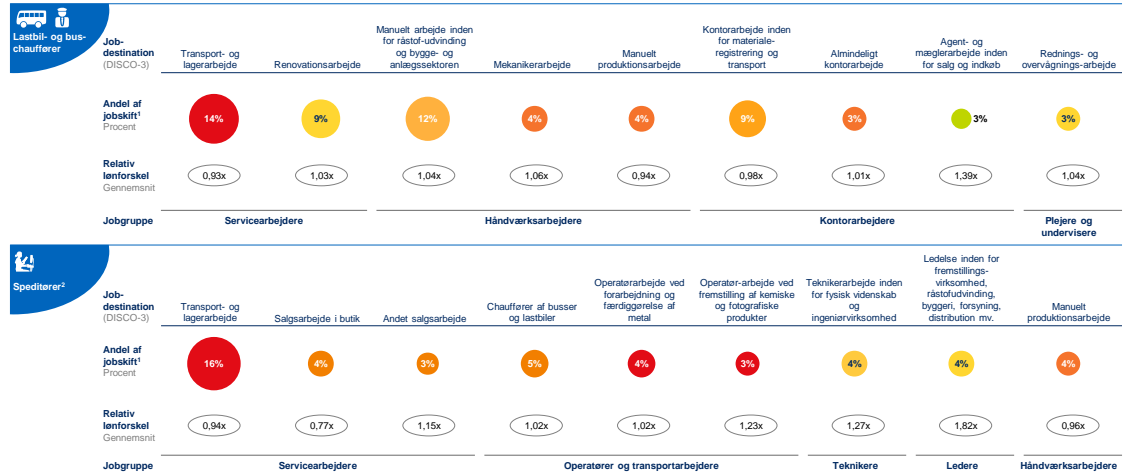
FIGUR 46

Både lastbils- og buschauffører samt kontorarbejdere i transportbranchen har relativt svag mobilitet til ikke-automatiserbare jobs

Størrelse angiver andel af samlede jobskift uden for egen stilling (Pct.)

Grad af automatiserbarhed (pct.)

Hvilke jobs skifter lastbils- og buschauffører samt speditører til når de flytter fra egen stilling? Procent af samlede skift uden for jobtype, årligt gennemsnit fra 2012-2015



1 Uden for jobgruppe

2 Kontorarbejde inden for materialeregistrering og transport

KILDE: Beskæftigelsesministeriet, Danmarks Statistik, McKinsey-analyse

Forklaring: Figuren viser hvilke nye jobtyper lastbils- og buschauffører samt kontorarbejdere i transportbranchen primært skifter til, når de skifter job (størrelsen og tallet på boblerne angiver andelen af samlede jobskifte udenfor tidligere stilling). Farven angiver automatiseringspotentialet for de nye stillinger. Den relative lønforskel angiver forholdet mellem lønnen i det nye og gamle job.

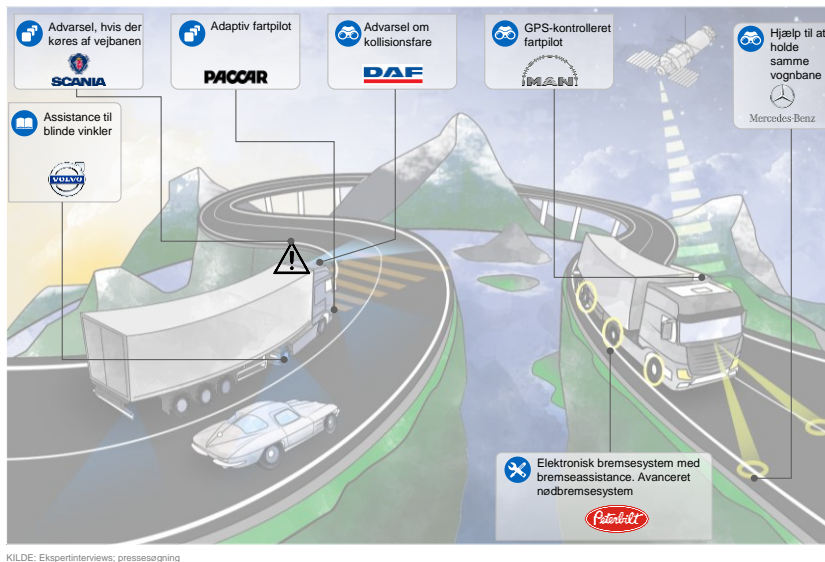
Udviklingen imod førerløse køretøjer

Udviklingen hen imod kommerciel anvendelse af førerløse køretøjer kan opdeles i 5 niveauer, hvor niveau 0 indikerer ingen autonome funktioner i køretøjer og niveau 4 beskriver fuldt automatiserede køretøjer. Med de senere års teknologiske landvindinger befinder vi os i dag omkring niveau 2, hvor løsninger som automatisk nedbremsning ved kollisionfare, tilpasning af fart til forankørende køretøjer og assistance til styring allerede er implementeret i en række bredt tilgængelige bilmodeller. Dertil har eksperimenter med semi-automatiserede konvojer af lastbiler (såkaldt 'truck platooning') allerede været udført af producenter som DAF, Daimler, Iveco, Man, Scania og Volvo.

Der er dog fortsat to kritiske skridt før fuldt førerløse køretøjer kan gøre deres indtog på de danske veje. På niveau 3 bliver der fortsat behov for en person i førerhuset for at varetage enkelte kritiske opgaver som at overvåge kørslen og det er således først på niveau 4 at det fulde produktivitetspotentiale kan realiseres og transportvirksomheder vil kunne indhente betydelige lønningsbesparelser.



Store aktører er allerede begyndt på at udvikle og benytte teknologier på Niveau 3

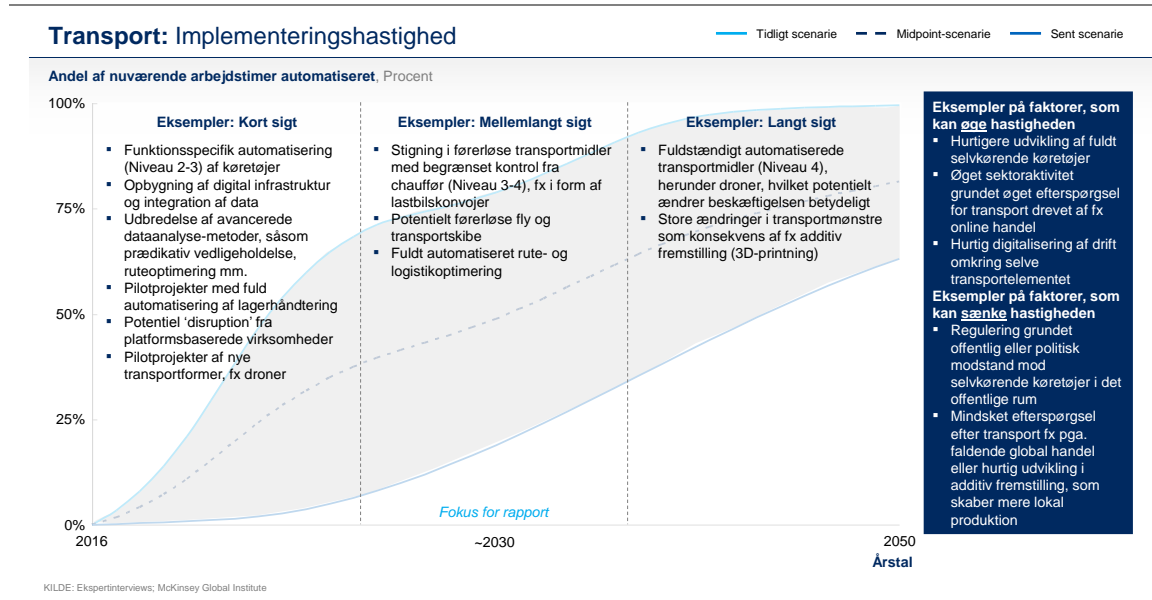


Hvor hurtigt kan det gå?

Til trods for at enkelte virksomheder i transportbranchen har investeret betydelige beløb i kunstig intelligens inden for de seneste år, har branchen som helhed investeret en mindre andel i kunstig intelligens end gennemsnittet (25 pct. lavere, målt som andelen af totale investeringer). Samtidig rangerer transportbranchen på tværs af Europa blandt de 20 pct. mindst digitaliserede brancher. Da digitalisering i mange tilfælde vil være en forudsætning for omfattende automatisering kan dette sænke hastigheden, hvormed automatiseringspotentialer i branchen kan indfris. Omvendt er mange af de teknologier, der kan understøtte automatisering i branchen, allerede til stede, og løn udgør en relativt stor del af de samlede omkostninger.

Vi anslår samlet set, at transportbranchen kan være blandt de hurtigste til at indføre automatiseringsteknologi, men med store usikkerhedsmomenter, ikke mindst i forhold til den fremtidige teknologiske udvikling inden for førerløse køretøjer og reguleringen af disse. Implementeringen af disse teknologier kompliceres af, at transportaktiviteter foregår i det offentlige rum, hvilket bevirker, at der skal tages omfattende hensyn til lovgivningen på trafikområdet og øvrige skærpede sikkerhedskrav fra myndighederne. Samtidigt vil udviklingen i transportbranchen i høj grad blive påvirket af trends fra industri og handel, idet disse brancher aftager ~60 pct. af branchens services. Automatiserede produktionsteknologier som 3D-print kan på længere sigt føre til, at virksomheder i stigende grad producerer produkter tæt på slutbrugeren, hvilket kan få en negativ betydning for efterspørgslen efter transport over lange afstande.

FIGUR 47



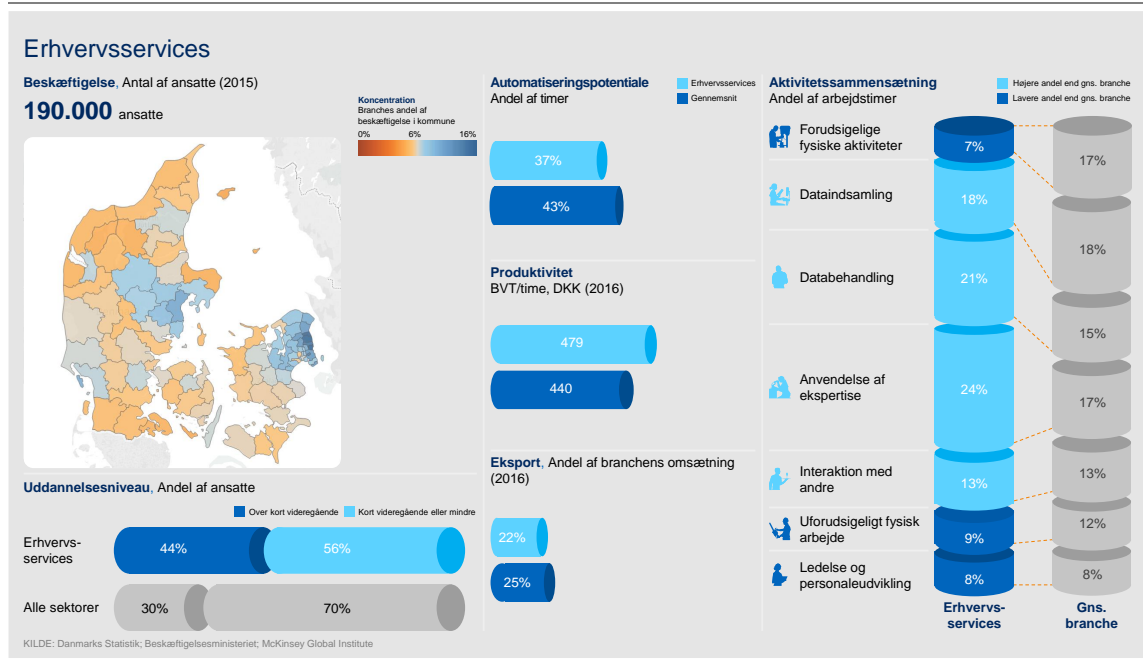
4.4 ERHVERVSSERVICE

Inden for erhvervsservices giver kunstig intelligens mulighed for, at også kognitive opgaver (sagsbehandling, informationsøgning, osv.) kan automatiseres – de udgør i dag omtrent 40 procent af branchens arbejdstimer. I takt med, at kunstig intelligens kan løse en stigende mængde rutineprægede opgaver, kan prisen falde på opgaver, der ikke kræver specialiserede eller skræddersyede løsninger. Dette kan være med til at drive en udvikling mod øget specialisering i branchen. Automatisering kommer sandsynligvis til at komplementere snarere end at substituere beskæftigelsen i branchen, og der kan åbnes nye forretningsmuligheder i forbindelse med rådgivning omkring implementering af automatiseringsteknologi.

Erhvervsservice har oplevet den højeste beskæftigelsesvækst af alle brancher siden 1990, og beskæftigelsen er koncentreret omkring de større byer

Erhvervsservices består af en bred vifte af forretningsområder, herunder advokat-, revisions- og konsulentbranchen og beskæftiger knap 200.000.⁴⁹ Beskæftigelsen er vokset omkring 75 pct. siden 1990 og er koncentreret omkring de største byer, hvor halvdelen af branchens ansatte er bosat. Omtrent 65 pct. af ansatte inden for erhvervsservice arbejder med kerneopgaver, mens 35 pct. arbejder i støttefunktioner (ledelse, internt regnskab, sekretærarbejde mv.). Branchens produktivitet er 9 pct. højere end gennemsnittet, og 44 pct. af medarbejdere i branchen har en længere uddannelse – sammenlignet med 30 pct. på tværs af brancher.

FIGUR 48



⁴⁹ Erhvervsservice fokuserer her på vidensservice og inkluderer ikke rengøring, rejsebureauer og vagttjeneste. Det skyldes, at aktivitetssammensætningen, relevante teknologier, branchedynamikker og effekten af automatisering er vidt forskellig. Dertil udgør vidensservice en bedre kontrast til de andre udvalgte sektorer.

Automatiseringspotentialet i erhvervsservices er primært drevet af supportaktiviteter, men vil også få effekt på kerneopgaver

Aktiviteterne for de beskæftigede i erhvervsservices udgøres i høj grad af ikke-rutineprægede, kognitive opgaver, såsom anvendelse af ekspertise og interaktion med andre. Det medfører at automatiseringspotentialet er relativt lavere end i brancher (~37 pct. af samlede arbejdstimer). Potentialet udgøres både af ansatte i kerneaktiviteter og supportfunktioner.

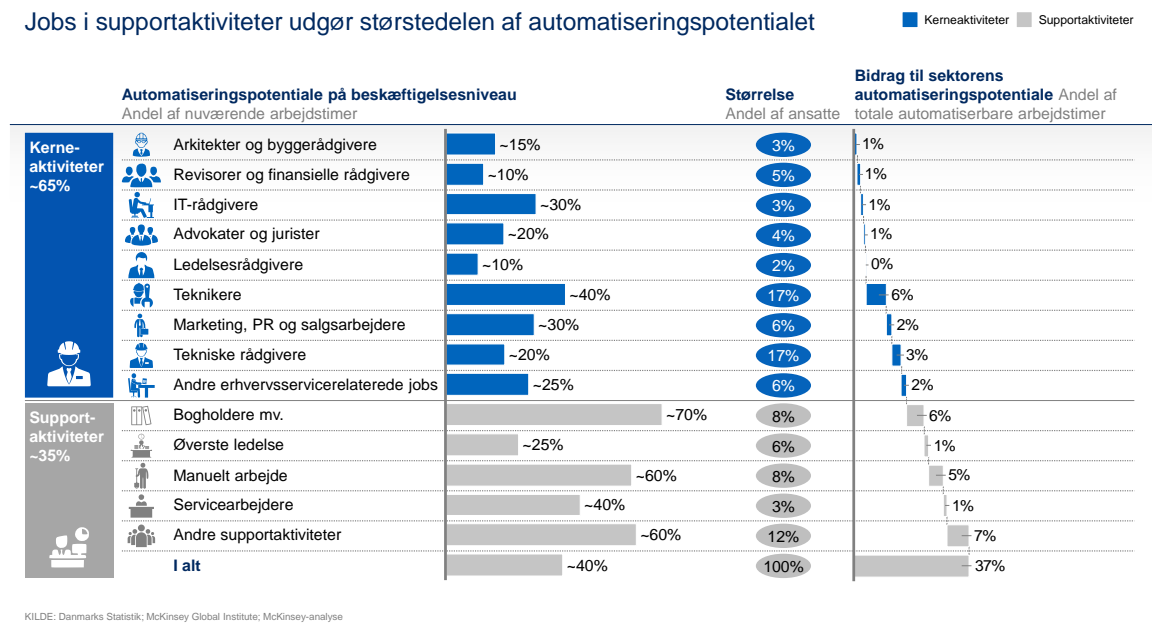
Aktiviteter for de beskæftigede i supportfunktioner har et højere automatiseringspotentiale end branchens primære aktiviteter (hhv. ~60 pct. ~25 pct. af arbejdstimerne). Det største bidrag til branchens samlede automatiseringspotentiale udgøres af regnskabsarbejdere, bogholdere og lignende grupper, der i dag udgør 8 pct. af branchens samlede beskæftigelse. Vi anslår at eksisterende teknologi, fx virtuelle assistenter, kan automatisere op mod 70 pct., af deres arbejdstid.

Der er dog også potentiale for automatisering blandt de ansatte inden for branchens kerneaktiviteter. Selvom IT-rådgivere, ledelsesrådgivere og tekniske rådgivere har et mindre automatiseringspotentiale end andre beskæftigelser, er det teknisk muligt at automatisere mellem 10-30 pct. af arbejdsopgaverne for disse jobtyper. Specielt dataindsamling og databehandling vil kunne automatiseres med AI-løsninger, der kan strukturere og rapportere resultater fra store mængder data.

Et eksempel på automatisering af kerneaktiviteter er fra advokatbranchen, hvor AI-løsninger kan automatisere en række arbejdskraftintensive, rutineprægede opgaver. Nogle machine learning-programmer kan fx søge igennem et stort antal sagsdokumenter, strukturere dem efter specialeområde, identificere klausuler og fremhæve, hvilke der afviger fra standarder, identificere historisk relevante sager mv. For eksempel kan softwarerobotten ROSS, der bygger på IBM's Watson-teknologi,⁵⁰ allerede foretage en del rutineprægede advokatopgaver og dermed supportere menneskelige advokater.

FIGUR 49

Jobs i supportaktiviteter udgør størstedelen af automatiseringspotentialet

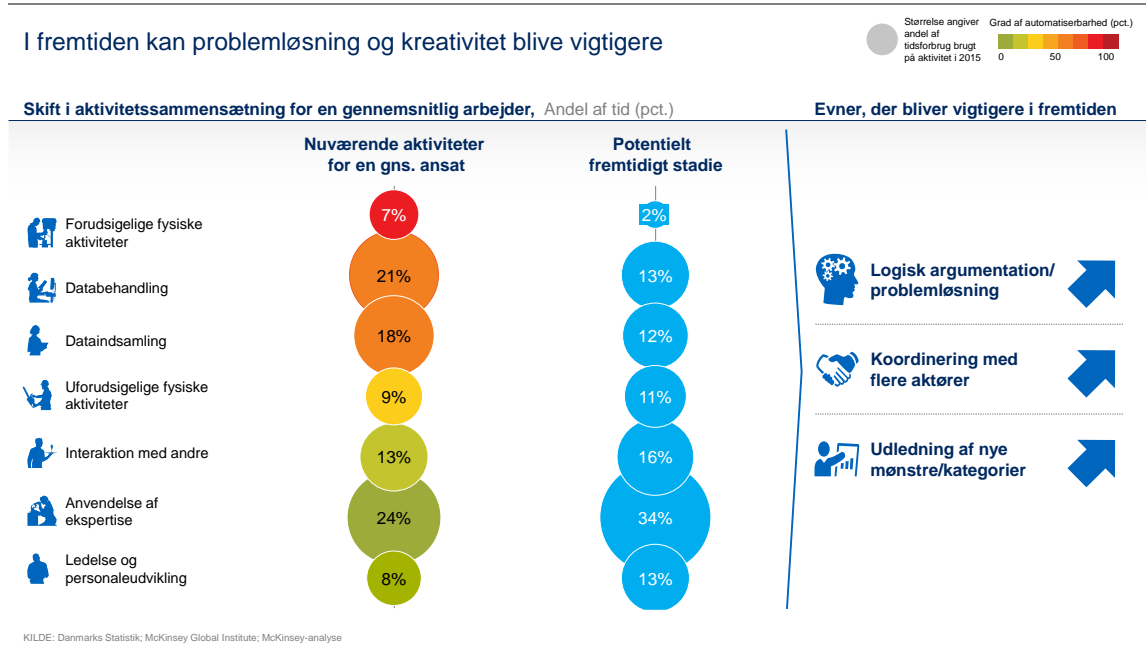


⁵⁰ The Atlantic, *Rise of the Robolawyers*, 2017

I takt med at automatisering kan overtage flere opgaver for de beskæftigede, kan arbejdsdagens sammensætning ændres. Den typiske ansatte, der arbejder direkte med erhvervs-service-aktiviteter bruger i dag en tredjedel af sin arbejdsdag på videnstunge opgaver og problemløsning, mens godt 16 pct. af dagen går med beregninger og andre datarelaterede aktiviteter. I fremtiden vil op mod 40 pct. af arbejdsdagen kunne dedikeres til videnstunge opgaver, idet en del data-relaterede aktiviteter fx vil kunne automatiseres.

En detaljeret gennemgang af arbejdsdagen for en typisk teknisk rådgiver viser, at 5-10 pct. af timerne går med aktiviteter såsom at koordinere med klienter og leverandører og samtaler med kolleger, mens 20-25 pct. anvendes på at indsamle data og monitorere planer mm. I fremtiden vil dataindsamlingsarbejde i høj grad kunne automatiseres, hvilket muliggør mere tid med klienten. For en teknisk rådgiver kan dette betyde, at op mod 15 pct. af dagen kan bruges på direkte klientrettede aktiviteter.

FIGUR 50



Automatiseringsteknologi kan drive en øget grad af specialisering i erhvervs-service og skabe nye forretningsmuligheder

I takt med at kunstig intelligens kan løse eller effektivisere en stigende mængde af rutineprægede opgaver, kan prisen falde på opgaver, der ikke kræver specialiseret viden eller løsninger, der er skræddersyet til den enkelte klient. Dette kan være med til at drive en udvikling mod øget specialisering i branchen. Udviklingen mod specialisering styrkes af stigende tilgængelighed af detaljerede markedsrapporter, analyser af teknologiske og forbrugertendenser mv., hvilket øger behovet for at tilpasse resultater til klienten for fortsat at skabe værdi.

Vi anslår at kognitive software-systemer reducere omkostningen ved finansielle processer med 70-80 pct. og samtidig medføre færre manuelle fejl. Der, hvor revisorer fremadrettet kan skabe værdi, er dermed i vurderingen af, hvordan fejl identificeret af kunstig intelligens kan udredes, rådgivning på baggrund af databaserede resultater mv.

De nye digitale muligheder skaber også nye forretningsområder i erhvervs-service, og branchen spiller en central rolle i udbredelsen af viden om nye teknologier til de øvrige brancher. Udviklingen er allerede startet, og fra 2013 til 2017 er antallet af IT konsulenter steget med ~20 pct. i Danmark, og adskillige større konsulenthuse har etableret digitale og dataanalyse-enheder.

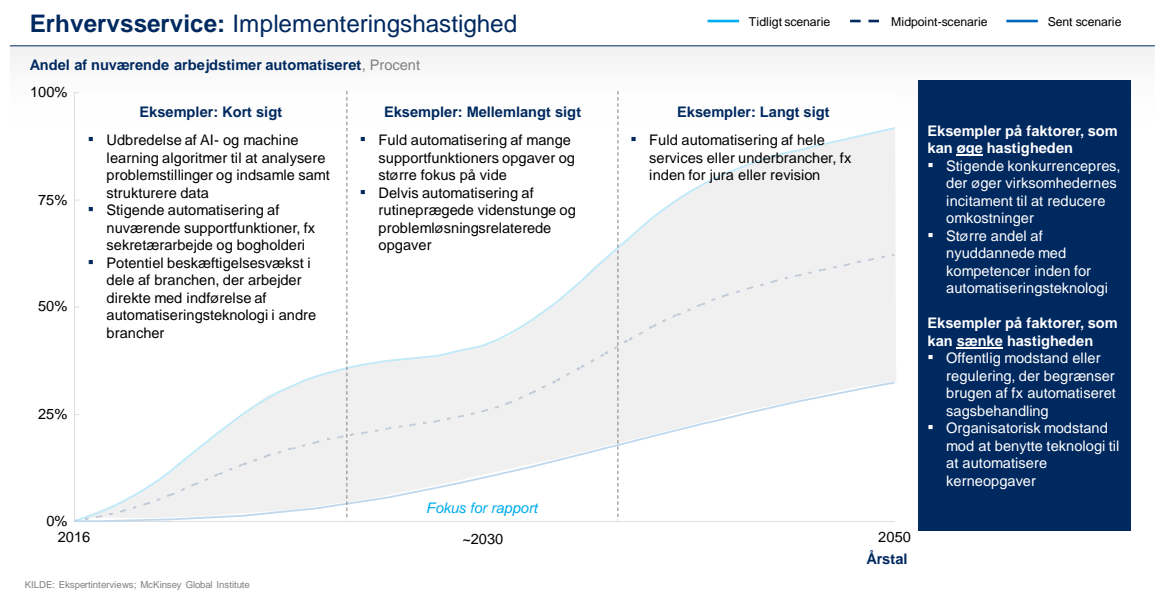
Kunstig intelligens og machine learning medfører også nye dyberegående analysemuligheder inden for erhvervs-service. Machine learning-algoritmer er i stand til at analysere ustruktureret og komplekst data, identificere mønstre, og herudfra udlede sammenhænge i et omfang, der ikke førhen har været muligt. Dermed kan arbejdsområdet for erhvervs-service potentielt udvides.

Hvor hurtigt kan det gå?

På globalt plan er erhvervsservice blandt de brancher, der er længst tilbage med hensyn til at implementere automatiseringsteknologi. Kun ~14 pct. af virksomheder har implementeret en eller flere teknologier 'at scale', og ~6 pct. forventer at investere mere på automatiseringsteknologi de næste 3 år.

Udover at være en af de brancher med det laveste samlede automatiseringspotentiale anslår vi, at potentialet vil blive realiseret relativt langsomt. Årsagen er primært, at teknologiske løsninger, der skal overtage kognitive opgaver, fortsat er relativt langt fra at være markedsparate. Dertil er flere dele af branchen kendetegnet ved relativt lav international konkurrence, da mange opgaver i et vist omfang kræver et nationalt kendskab fx advokatbranchen. Barriererne modvirkes dog til dels af et højt lønniveau, som skaber incitament til automatisering.

FIGUR 51



5. Vil udviklingen være anderledes end tidligere?

Et centralt spørgsmål vedrørende automatiseringsteknologi er, hvorvidt effekten på arbejdsmarkedet vil være anderledes end tidligere, særligt i forhold til beskæftigelsen. Spørgsmålet kan forsimplet set deles op i to: hastigheden hvormed teknologi erstatter jobs, og hastigheden hvormed nye jobs kan opstå.

På baggrund af vores midterscenarie for, hvor hurtigt de nuværende aktiviteter kan blive automatiseret, forventer vi ikke, at teknologien isoleret set vil lede til hurtigere jobberstatning, end det historisk er set inden for fx landbrug, industri og bygge- og anlægsbranchen. Dog indikerer analysen, at erstatning af jobs i højere grad kan forekomme inden for flere brancher samtidigt, end det er set før, og tilmed i jobfunktioner, der ikke tidligere har oplevet omfattende automatisering.

Dette studie har peget på en række faktorer, der kan være med til at sikre den omstilling, der fordrer at nye, produktive jobs kan opstå, i samme takt som jobs erstattes af teknologi. Analyserne har fx peget på, at det vil kræve opkvalificering på tværs af faggrupper, herunder flere skift på tværs af brancher og jobfunktioner, ligesom nogle grupper af beskæftigede – i mangel af nye og bedre muligheder for opkvalificering – kan få sværere ved omstillingen.

En række faktorer kan, hvis de indfinder sig i de kommende årtier, ændre grundlaget for denne fremskrivning. Særligt kan fremkomsten af 'generel kunstig intelligens' – dvs. at teknologi kan udføre alle menneskelige færdigheder billigere og bedre end mennesker – ændre forudsætningerne. Kun få eksperter forventer dog, at en sådan udvikling finder sted inden 2035, hvis nogensinde.

Hastigheden, hvormed teknologien kan erstatte jobs

Hastigheden hvormed teknologien vil erstatte jobs, beror dels på hastigheden, hvormed automatiseringsteknologi kan sprede sig i erhvervslivet, og dels på, i hvilken grad automatisering af arbejdsopgaver leder til jobtab.

I Sektion 4 introducerede vi en model for hastigheden, hvormed arbejdsopgaver kan automatiseres i erhvervslivet. Når vi, på baggrund af modellen, holder den forventede teknologiske udvikling op mod de økonomiske og organisatoriske barrierer, der kan påvirke diffusionshastigheden, er der ikke umiddelbart tegn på, at hastigheden af teknologiens spredning vil blive uden historisk fortilfælde. Vores globale survey af ~3.000 virksomheder viser fx, at mange fortsat oplever betydelige barrierer ift. rentabilitet, mangel på analytisk talent, og modstand fra kunder. Vi finder yderligere, at teknologien spredes langsommere i mindre virksomheder, der i Danmark udgør en betydelig del af erhvervslivet. Endeligt peger analysen i de foregående sektioner på, at en lang række færdigheder vil være forbeholdt mennesker frem mod 2035, fx kontekstuel social forståelse, empati, kreativitet og anvendelse af dyb ekspertise samt evnen til problemløsning.

Dog kan flere brancher og jobfunktioner blive omfattet af automatisering end tidligere. Det skyldes primært, at nye teknologier muliggør automatisering af en større andel af menneskelige evner, end tidligere – især omfatter potentialet ikke kun rutinepræget fysisk arbejde, men også arbejde der beror på kognitive evner.

Samlet set forventer vi, på baggrund af vores midterscenarie, at op til 80 pct. af det nuværende automatiseringspotentiale kan være indfriet i 2035, svarende til ~30 pct. af danskernes nuværende arbejdstimer (se Sektion 4).

Som beskrevet i Sektion 2, leder automatisering af arbejdsopgaver ikke direkte til erstatning af jobs; mange virksomheder vil delvist øge deres afsætning i stedet for at sænke beskæftigelsen. For at inkludere denne dynamik, har vi på baggrund af nyere forskning konstrueret en model for beskæftigelsesændringer som følge af produktivitetsvækst (se uddybende forklaring i metodeappendiks).⁵¹ Ved brug af produktivitet- og beskæftigelsesdata fra Danmark og en række sammenlignelige lande i perioden 1992-2007, har vi estimeret den direkte beskæftigelseseffekt af øget produktivitet inden for en branche, når der samtidigt kontrolleres for generelle velstandsstigninger og ændringer i arbejdsstyrken. Denne effekt kan sættes i forhold til de

⁵¹ Se fx David Autor og Anna Salomons, *Does Productivity Growth Threaten Employment? 'Robocalypse Now?', MIT (2017 – forthcoming)*

forventede produktivitetseffekter ved at indføre automatiseringsteknologi (se metodeappendiks), og dermed give et bud på, hvor stor den isolerede beskæftigelseeffekt af automatisering kan blive.

Figur 52 viser modelresultatet. Resultatet indikerer, at størrelsen af beskæftigelsesændringer frem mod 2035 ikke nødvendigvis er uden historisk fortilfælde, hvis det sammenlignes med de største beskæftigelsesforskydninger for enkelte brancher, der har fundet sted i de seneste 50 år. For eksempel faldt beskæftigelsen i industrien med over en tredjedel mellem 1995 og 2014. Dog peger analysen på, at antallet af brancher, der potentielt kan opleve fald i beskæftigelsen frem mod 2035, kan blive større end tidligere. Desuden kan udviklingen, som det er vist i tidligere sektioner, omfatte flere beskæftigelsesgrupper, end det tidligere er set.

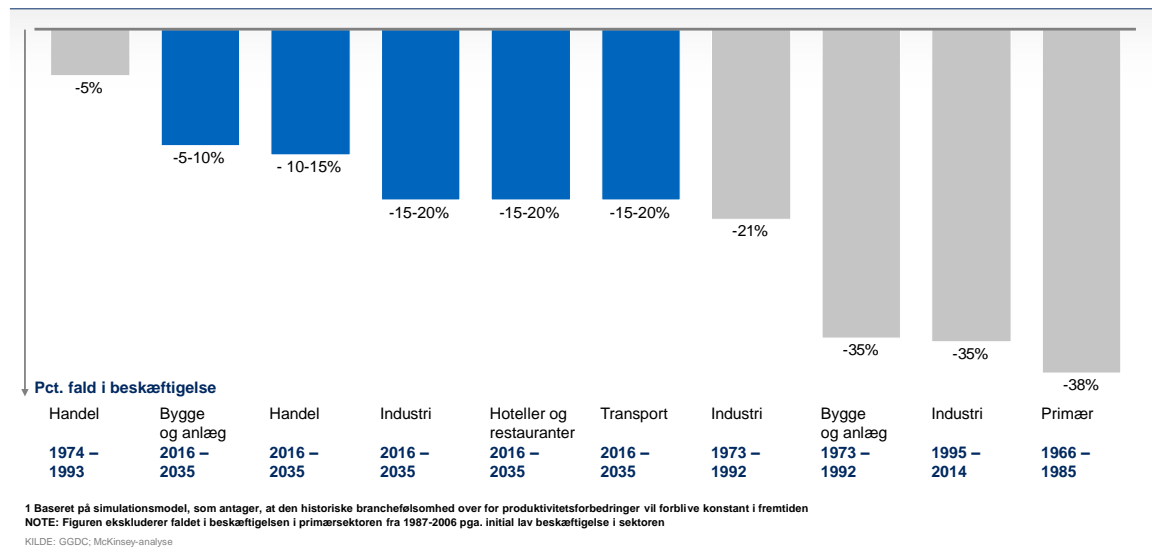
Det er værd at bemærke, at metoden kun modellerer den isolerede, direkte effekt af automatisering på beskæftigelse. Beskæftigelseseffekterne kan på den ene side opvejes af velstands- og produktivitetseffekter fra automatisering (og andre produktivitetsforbedrende udviklinger). Omvendt kan de forstærkes af andre faktorer, som fx globalisering, international handel, forskydninger i demografi, ændringer i efterspørgsel mv.

FIGUR 52

Historisk og simuleret beskæftigelsesfald efter branche

Største beskæftigelsesfald over 19-årig periode, pct.

■ Største historiske fald i nettobeskæftigelse ■ Simuleret beskæftigelsesændring i fremtiden, 2016-2035¹



Hastigheden, hvormed nye jobs kan opstå

Arbejdsmarkedet har historisk set tilpasset sig til markante ændringer, både på efterspørgsels- og udbudssiden. I forhold til efterspørgsel er jobs løbende forsvundet som følge af fx ny teknologi og stigende globalisering. Også på udbudssiden har beskæftigelsen tilpasset sig ændringer fx i forhold til uddannelsessammensætning og kvindernes deltagelse på arbejdsmarkedet. Hastigheden, hvormed jobs er opstået, har altså fulgt hastigheden, hvormed jobs er blevet erstattet.

Denne rapport har peget på en række faktorer der kan være med til at sikre, at det også kan foregå fremover. For det første kan der være behov for en større omskoling af den nuværende arbejdsstyrke, i takt med at teknologi mestrer flere menneskelige færdigheder. Sektion 3 viste, at alle på arbejdsmarkedet skal tilegne sig nye færdigheder i takt med at jobfunktioner ændres, og at mange kan få brug for at skifte jobs. For det andet kunne det forestilles, at automatisering vil lede til jobtab, der omfatter beskæftigede i samme jobfunktion på tværs af brancher (fx fald i beskæftigelse for kontoransatte i både handel, transport, og erhvervsservices på samme tid). Det kunne medføre, at omskolingsbehovet til tider, kan blive større for én gruppe af beskæftigede, idet afskedige historisk har søgt mod stillinger, der ligner den de blev afskediget fra. For eksempel viste casen omkring fremstillingsmedarbejderne fra Lindø-værftet i Sektion 2, at omkring halvdelen af dem, der fandt beskæftigelse igen, endte andre steder i fremstillingsindustrien, snarere end at flytte til nye jobfunktioner i andre brancher. Endvidere viste jobtypemobilitets-analyserne i Sektion 3, at de ansatte i jobs med højt automatiseringspotentiale sjældent formår at flytte til jobs med lavt automatiseringspotentiale.

Der er endvidere en række markedsmekanismer, der fordrer, at hastigheden, hvormed job hhv. erstattes og skabes, også fremover vil følge hinanden. For eksempel kan lønniveau og arbejdsforhold løbende ændre sig. Dertil kan arbejdsmarkedets omstillingsevne direkte øges af nye teknologier. For eksempel kan platforme, der matcher arbejdsgivere og arbejdstagere, gøre det lettere for både ledige og personer i beskæftigelse, at flytte rundt på arbejdsmarkedet. Endvidere kan teknologien potentielt danne grundlag for mere effektive omskolingsmetoder, der vil tillade personer at tilegne sig nye færdigheder på kortere tid.

Endeligt beror fremskrivningen på at '*generel kunstig intelligens*' (at teknologi bliver i stand til, at udføre alle menneskelige funktioner billigere og bedre) ikke indfinder sig inden 2035. En udvikling af generel kunstig intelligens vil kunne få omfattende betydning, ikke bare for arbejdsmarkedet, men for samfundet som helhed. De fleste eksperter forventer dog ikke, at en sådan udvikling er nært forestående, og mange forventer, at det aldrig kommer til at ske. I en nylig afstemning blandt AI-eksperter indikerer færre end 10 pct., at teknologi indenfor 25 år vil være i stand til at simulere alle aspekter af menneskelig intelligens, mens godt 50 pct. mente, at det vil tage op til 50 år. Endeligt forventer godt 40 pct. at maskiner aldrig vil opnå alle menneskelige evner.⁵²

□ □ □

⁵² Müller, Vincent C. and Bostrom, Nick (2016), 'Future progress in artificial intelligence: A survey of expert opinion', in Vincent C. Müllers Fundamental Issues of Artificial Intelligence (Synthese Library; Berlin: Springer, 553-571)

Litteraturliste

- Abdih, Yasser, and Stephan Danninger. *What Explains the Decline of the US Labor Share of Income? An Analysis of State and Industry Level Data*, (2017)
- Acemoglu, Daron, and Pascual Restrepo. *Robots and Jobs: Evidence from US labor markets*, (2017)
- Autor, David og Anna Salomons, *Does Productivity Growth Threaten Employment? "Robocalypse Now?"* Working Paper, European Central Bank Annual Conference, Sintra Portugal, (juni 2017)
- The Atlantic, *Rise of the Robolawyers*, 2017
- Bessen, James, *How Computer Automation Affects Occupations: Technology, jobs and skills*, Boston University School of Law, (2015)
- Burning Glass Technologies, *Beyond Point And Click*, June 2017
- Danmarks Statistik, *NYT: International organiser og outsourcing*, (december 2012)
- Dauth, Wolfgang, Sebastian Findeisen, Jens Südekum, and Nicole Woessner. *German robots-the impact of industrial robots on workers*, (2017)
- Disruptionrådet, *Beskæftigelsesudvikling og brancheforskydninger*, (maj 2017)
- Deming, David J., *The growing importance of social skills in the labor market.*, The Quarterly Journal of Economics 132, no. 4 (2017)
- Europakommissionen, *Digital Economy and Society Index*, (2017)
- Europakommissionen, *Autonomous Systems*, Report, (juni 2015)
- Eurostat, *E-commerce statistics for individuals*, (2016)
- Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI, *Analysis of the impact of robotic systems on employment in the European Union*, Karlsruhe and Karlsruhe University of Applied Sciences, (2015)
- Hall, Dame Wendy og Jérôme Pesenti, *Growing the Artificial Intelligence Industry in the UK*, Department for Digital, Culture, Media & Sport og Department for Business, Energy & Industrial, (oktober 2017)
- Kromann, Lene, Jan Rose Skaksen og Anders Sørensen, *Automation, labor productivity and employment – a cross-country comparison*, CEBR, Copenhagen Business School (2011)
- McKinsey Global Institute, *A Future That Works – Automation, Employment and Productivity*, (januar 2017)
- McKinsey Global Institute, *Artificial Intelligence – The Next Digital Frontier?*, Discussion Paper, (juni 2017)
- McKinsey Global Institute, *Digital Europe: Pushing the Frontier, Capturing the Benefits*, (juni 2016)
- McKinsey & Company and the Tuborg Research Centre for Globalisation and Firms, Aarhus University, *A Future That Works – the impact of automation in Denmark*, (april 2017)
- McKinsey & Company, *Shaping the Future of Work in Europe's Digital Front-runners*, October 2017
- Müller, Vincent C. and Nick Bostrom, *Future progress in artificial intelligence: A survey of expert opinion*, in Vincent C. Müllers Fundamental Issues of Artificial Intelligence (2016)
- New Scientist, *Google's Deepmind AI can lip-read TV shows better than a pro*, (21. november 2016)
- OECD Skills Studies, *The Survey of Adult Skills*, (2016)
- World Economic Forum, *The Future of Jobs*, (2016)
- Økonomi- og Indenrigsministeriet, *Økonomisk redegørelse*, (august 2017)

Metodeappendiks

Model for teknisk automatiseringspotentiale

Analyserne i denne rapport bygger på flere års arbejde i McKinsey & Company og McKinsey Global Institute med at forstå effekten af automatiseringsteknologi på fremtidens arbejdsmarkeder og samfund. For en nærmere beskrivelse af modellen for automatiseringspotentiale der benyttes i rapporten, herunder inddelingen af de 2.000 aktivitetstyper og 18 menneskelige evner, henvises til McKinsey Global Institute, *A Future that Works: Automation, Employment, and Productivity* (2017), og McKinsey & Company og Tuborg Research Centre for Globalisation and Firms, Aarhus University, *A Future That Works – Impact of Automation in Denmark*, (2017).

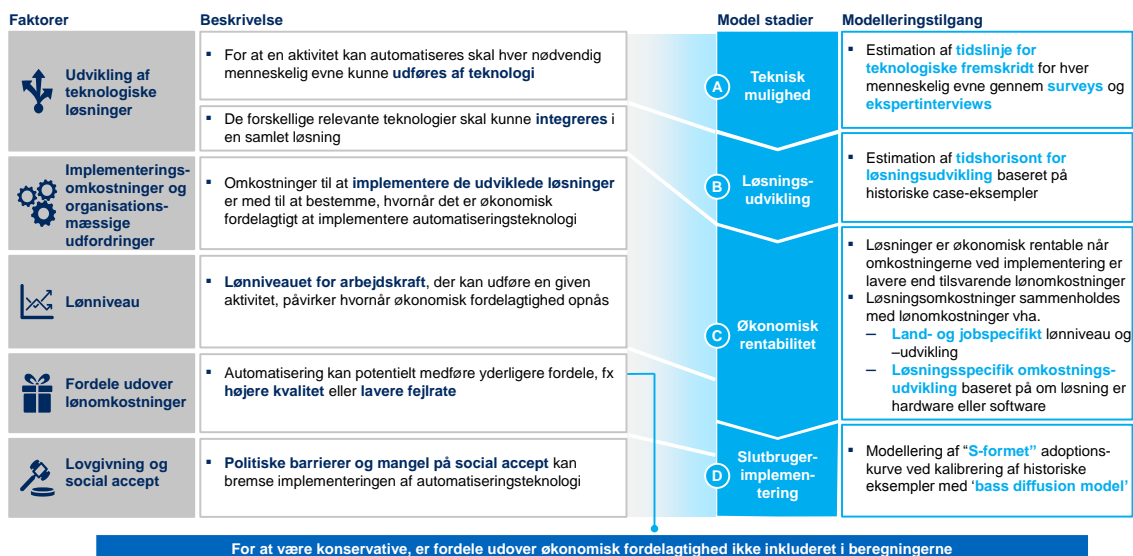
Implementeringshastigheden

I udregningen af implementeringshastigheden har vi benyttet en model udviklet af McKinsey Global Institute (MGI).⁵³ Modellen estimerer for hver jobtype estimeret en unik teknologisk implementeringskurve.

Dette er gjort med baggrund i den grundlæggende automatiseringsmodel, der dekomponerer arbejdstiden for hver beskæftigelse ud på dets arbejdsaktiviteter fra en total aktivitetsmængde på mere end 2.000 aktiviteter. Hver af disse aktiviteter trækker på en sammensætning af de i alt 18 menneskelige evner inklusiv kompleksitetsniveauet hvorpå evnen er krævet. De fem faktorer der er bestemmende for implementeringshastigheden, beskrevet i Sektion 4, er modelleret i fire skridt (Se Figur 53).

FIGUR 53

Fem centrale faktorer påvirker implementeringshastigheden, hvilket er modelleret i fire stadier



KILDE: McKinsey Global Institute analysis

A. Teknisk mulighed. En aktivitet er teknisk mulig at automatisere, når teknologi kan udføre alle nødvendige menneskelige evner på et tilstrækkelig højt kompleksitetsniveau. For at estimere hvornår hver menneskelig evne er automatiserbar på et givent niveau, har vi konsulteret eksperter inden for hvert relevant område gennem interviews og surveys. Ud fra dette er et tidligt og et sent scenarie udarbejdet for hvornår hver aktivitet kan automatiseres. Se Figur 10 i Sektion 1.

B. Løsningsudvikling. Når alle menneskelige evner benyttet i en aktivitet er teknisk mulige at automatisere, skal de relevante teknologier kunne integreres i én løsning. For at estimere tidshorizonten for løsningsudvikling har vi analyseret mere end 100 tidligere udviklede løsninger. For hver løsning er det defineret, hvilke tre menneskelige evner, der var mest afgørende i løsningen, og tidsperioden fra de menneskelige evner enkeltvis kunne automatiseres til en samlet

⁵³ McKinsey Global Institute, *A Future That Works – Automation, Employment and Productivity*, (januar 2017)

løsning var mulig. Baseret på dette, er der opstillet et interval for, hvor lang tid det typisk tager at udvikle en løsning, der inkluderer hver af de 18 menneskelige evner. For at indarbejde en tidshorisont for fremtidig løsningsudvikling, har vi for hver aktivitet taget udgangspunkt i dén menneskelige evne, der historisk har taget længst tid at integrere i en løsning.

C. Økonomisk rentabilitet. Efter at en løsning er udviklet til automatisering af en aktivitet, skal det være økonomisk rentabelt før teknologien kan forventes at implementeres. Til dette har vi estimeret hvornår prisen på den relevante teknologiske løsning kan forventes at være lavere en lønomkostningen for arbejdskraft der typisk udfører en given aktivitet. Prisen på teknologi er antaget at falde gradvist over tid baseret på den historiske prisudvikling i USA, hvor vi har taget højde for om løsningen kan kategoriseres som hardware eller software. For lønomkostninger har vi taget højde for, at lønniveauet og lønudviklingen er forskelligt fra land til land. Dette har de gjort ved at bruge landespecifikke estimater for lønudviklingen per indbygger frem til 2056.

D. Slutbrugerimplementering. Sidst skal den økonomisk rentable løsning implementeres. For at estimere de udfordringer, der opstår, når teknologier skal implementeres, har MGI kalibreret en Bass diffusion model på 20 tidligere teknologier.

Den endelige model for implementeringshastighed benyttet i denne rapport benytter desuden en række tilpasninger der tager højde for omkostningsstrukturer og konkurrenceintensitet i forskellige brancher. For mere information om disse tilpasninger henvises til McKinsey & Company, *Shaping the future of work in Europe's digital front-runners* (2017).

Inddeling af DISCO-koder i otte jobgrupper

For at kunne belyse effekterne af automatisering for forskellige faggrupper er det søgt at inddele det danske beskæftigelseshierarki i en række grupper, inden for hvilke automatisering kan få nogenlunde samme effekt. Inddelingen baserer sig på to skridt. For det første benyttes en 'divisive' Hierarchical Clustering af aktiviteterne i hver af Danmarks 423 niveau-4 DISCO-koder, baseret på McKinsey Global Institute's aktivitetsopgørelser for hvor jobtype, således at der skabes 20 jobgrupper inden for hvilke forskellige stillinger har nogenlunde ens aktiviteter. Dernæst samles de 20 jobgrupper kvalitativt, i de mest meningsfulde overgrupper. Endeligt, foregår der for enkelte stillingsbetegnelser en manuel omrokering mellem de otte jobgrupper, for bl.a. at tage højde til visse elementer i det eksisterende DISCO-hierarki (fx at lederstillinger ender i samme gruppe).

Estimering af beskæftigelseseffekter fra produktivitetstigninger

Resultaterne i denne rapport vedrørende beskæftigelseseffekterne fra produktivitetstigninger bygger på en nyere forskningsmetode beskrevet i David Autor og Anna Salomons working paper, *'Does productivity growth threaten employment?'* præsenteret ved ECB Forum on Central Banking, Sintra, Portugal, 2017. Vi har benyttet offentligt tilgængelige data fra EU's KLEMS-database for perioden 1992-2007. Samplet består af Danmark, Luxembourg, Belgien, Irland, Finland, Holland og Sverige. Som produktivitetsmål benyttes bruttoværditilvækst per præsteret arbejdstime.

For at estimere effekten af produktivitetstigninger på beskæftigelse benyttes en tidsserie-regression, der kan disaggregere beskæftigelsesændringer i en branche i produktivitetstigninger inden for den pågældende branche, inden for andre brancher (svarende til generel økonomisk vækst) og vækst i befolkningen eller arbejdsstyrken. Alle effekter måles i afvigelse fra trends, vha. fixed effects variable.

$$\Delta \ln E_{ict} = \beta_0 + \beta_1 \Delta \ln LP_{ict} + \sum_{k=0}^3 \beta_{2+k} \Delta \ln \widetilde{LP}_{ct-k, j \neq i} + \delta_t + \alpha_c + \gamma_i + \beta_6 \Delta \ln P_{ict} + \epsilon_{ict}$$

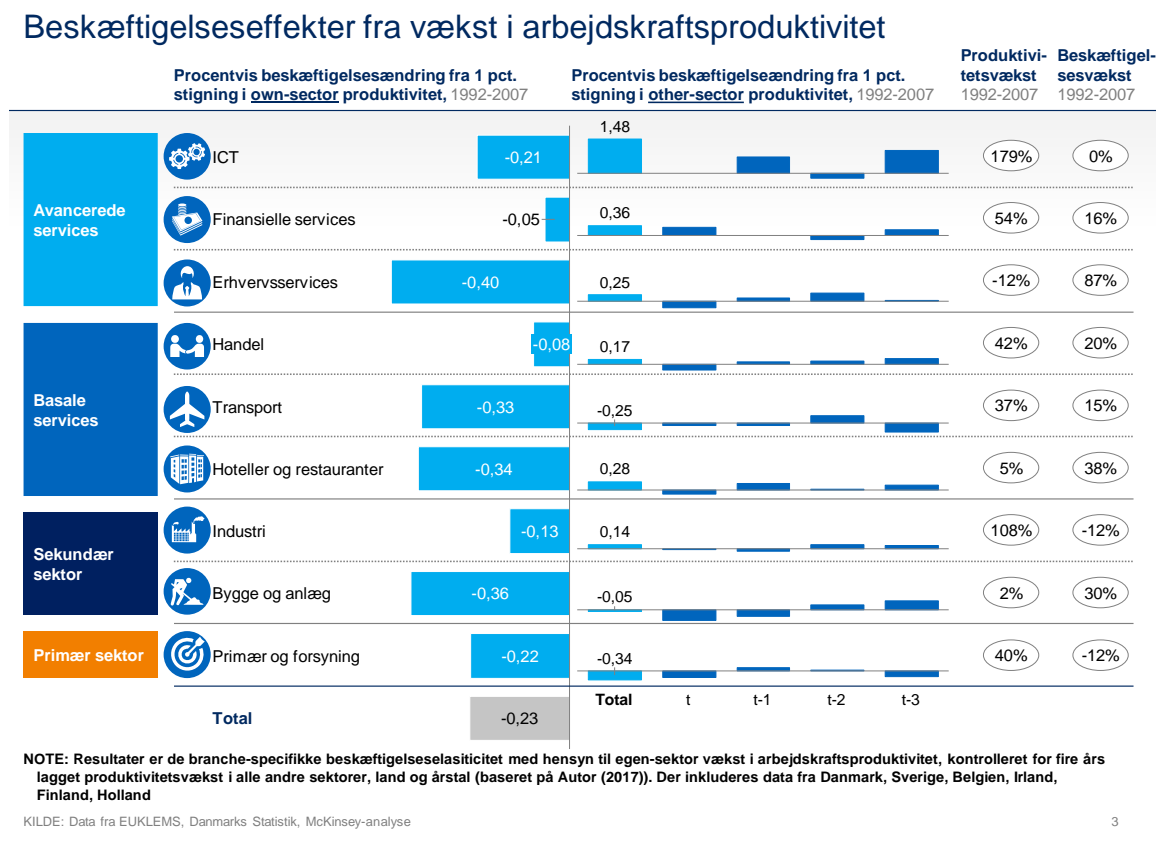
Ændring i beskæftigelse	Ændring i within- branche produktivitet	Total produktivitetstigning i andre brancher	Fixed effects Befolknings vækst	Fejl- led
Subscripts <i>i</i> branche (industry) <i>c</i> land (country) <i>t</i> år (time)		Noter <ul style="list-style-type: none"> ▪ Lande fixed effects bruges ikke i modellen der kun køres på dansk data ▪ Befolkningsvækst er ikke inkluderet i estimationen for Danmark og de branche-specifikke estimater 		

For at kunne sammenligne effekten for forskellige brancher køres regressionen separat for hver branche (uden de pågældende fixed effects). For alle brancher er koefficienten på egen-sektor produktivitetstigninger signifikant negativ, med et gennemsnit på 0,23. Dette svarer nogenlunde

til, at en stigning i arbejdskraftproduktivitet på 1 procent medfører et fald i beskæftigelse på 0,23 procent. Dette indikerer, at automatisering, der kan medføre en given produktivitetsvækst, ikke direkte vil føre til tilsvarende fald i beskæftigelse, fx fordi virksomhederne vælger at producere mere til lavere priser. Størrelsen af effekten afspejler derfor efterspørgselselasticiteten for branchens produktion. Resultaterne er vist i Figur 54.

I rapporten er den gennemsnitlige koefficient brugt i 'Sektion 5' til en scenario-udregning af den fremtidige negative brutto-beskæftigelseseffekt fra automatiseringsdrevet produktivitetsstigninger. Til at udregne produktivitetsstigningen fra automatisering benyttes en metode, der er nærmere beskrevet i *Shaping the Future of Work in Europe's Digital Front-Runners*, McKinsey (2017).

FIGUR 54



Jobtypemobilitet

For at analysere mobiliteten på tværs af jobtyper i Danmark har vi i samarbejde med Beskæftigelsesministeriet lavet et registerdatatræk på alle stillingskift mellem 2012-2015. Formålet med analysen er at undersøge, hvilke stillingstyper der er tilpas beslægtede til, at mobilitet imellem dem har været mulige. For at skærpe analysen har vi lavet en række dataafgrænsninger.

i) Der ses kun på individer over 30 år. I analysen ønsker vi at afgrænse til personer der er under uddannelse, da jobskift fra et studiejob til efterfølgende fuldtidsjob ikke vil være retvisende for generel jobtypemobilitet.

ii) Der ses kun på fuldtidsansatte. Årsagen er, at nogle deltidsansatte har mere end ét job, og hvis tidsforbruget mellem de to job forskydes fra et år til et andet, kan det fremgå som et jobskift. Dertil ønsker vi at afgrænse analysen fra jobskift grundet planlagt midlertidig ansættelse.

iii) Der benyttes data fra hvert år mellem 2012-2015. Jobtypemobiliteten vil være større, jo længere en tidsperiode, der belyses, da ansatte over en længere årrække har mulighed for at tage længevarende uddannelses tilbud. Vi ser kun på årlig mobilitet (2012-2013; 2013-2014; 2014-2015) for at undersøge, hvilke jobskift der er mere sandsynlige, hvis en medarbejder bliver afskediget. Vi har valgt at bruge gennemsnittet i mobilitet mellem flere år for at specifikke forhold i et enkelt år

ikke påvirkede analysen. Bemærk, analysen kunne ikke laves for årene før 2012, da datakvaliteten af opgørelsen af jobtyper på DISCO niveau blev markant forværret.

iv) Jobtyperne er behandlet på et 3-cifret DISCO niveau, svarende til ~120 unikke jobtyper i Danmark. Analysen kunne også være udført på et 4-cifret DISCO niveau med ~420 jobtyper, men det ville medføre forværret datakvalitet, da en betydelig andel af lønmodtagere ikke har fået indrapporteret jobtype på det 4-cifrede niveau.⁵⁴ Dertil er det ikke problematisk for analysen, da vi først og fremmest er interesseret i jobskift på tværs af arbejdsmarkedet, og fx ikke fra almen sygeplejerske til anæstesi-sygeplejerske.⁵⁵

v) Analysen inkluderer stillingskift inden for samme virksomhed. Hvis en person inden for en virksomhed for eksempel skifter fra en operatørrolle til en kontorfunktion, ønsker vi at inkludere det i analysen.

Mobilitetsindeks

I Sektion 3 er der konstrueret et indeks, der kan give en indikation af, hvilke jobgrupper og specifikke job der er mest udsatte ved automatisering. Indekset består af fem faktorer, der alle kan knyttes til DISCO-hierarkiet.

1) **Årlig jobskifterate.** Faktoren er beregnet på baggrund af andelen af lønmodtagere, der årligt er skiftet til en anden stillingsbetegnelse (målt på baggrund af 3-cifrede DISCO-stillingsbetegnelser) og giver et indtryk af den overordnede historiske mobilitet for hver jobgruppe.

2) **Andelen af jobskift, der går til job med et automatiseringspotentiale på under 50 pct.** Jobgrupper, der primært har udvist mobilitet til andre højt automatiserede jobtyper, vil fortsat være udsat fremadrettet.

3) **Almene færdigheder.** OECD har i forbindelse med PIAAC-undersøgelsen testet arbejdere i forskellige stillingskategoriers færdigheder i læsning, numerisk beregning og problemløsning. Vi har sat disse scorer sammen til ét mål for almene færdigheder for hver stillingskategori. Bemærk; vi har kun benyttet resultater på danske arbejdere.

4) **Digitale færdigheder.** OECD's PIAAC-undersøgelse inkluderer også et mål for, hvor meget hver stillingsbetegnelse benytter computere i deres arbejde. Målet er inkluderet som en proxy for, hvor gode ansatte er til brug af digitale redskaber.

5) **Jobzone.** Bureau of Labor Statistics (BLS) i USA har udarbejdet et mål for, hvor meget forberedelse et givent job kræver baseret på formel uddannelse, erfaring og on-the-job training, hvor hvert job er scoret mellem 1-5. Vi har flyttet jobzone-scoren fra amerikansk data til DISCO-hierarkiet vha. en crosswalk, der er gjort tilgængelig af BLS via det europæiske ISCO hierarki. Inddelingen af jobzoner på danske stillingskategorier er afstemt med Styrelsen for Arbejdsmarked og Rekruttering og enkelte justeringer er lavet for at sikre sammenhæng til dansk arbejdsmarkedsforhold.

⁵⁴ DISCO-koder for lønmodtagere indrapporteres til Danmarks Statistik af arbejdsgivere

⁵⁵ Stillingsbetegnelser (DISCO) for lønmodtagere indberettes til Danmarks Statistik af virksomheder, og kvalitetscheckes kun i begrænset omfang. Der kan således være jobskift i DISCO-betegnelser som ikke er retvisende for et skift i arbejdsopgaver, hvis en virksomhed fx skifter indrapporteringspraksis. Dette kan således skabe lidt støj i analysen, men begrænses samtidig af brug af det 3-cifrede DISCO hierarki fremfor det mere granulære 4-cifrede niveau.

For at sammensætte de fem faktorer til ét mål mellem 0-100, har vi normaliseret hver faktor. Dette medfører nogle metodiske udfordringer, da hver faktor pålægges at have varians mellem 0-100, selv hvis scorer er relativt tætte. For at sikre konstruktionen af indekset ikke påvirker resultatet uhensigtsmæssigt, har vi foretaget robusthedstjek, der viser at de overordnede resultater ikke ændres som følge af justeringer af nogen enkelt faktor. Det fremgår således også af Figur 55, at de mest udsatte jobgrupper generelt scorer lavt på tværs af alle fem faktorer.

FIGUR 55

