

AI en de arbeidsmarkt

Johannes Weytjens en Stijn Baert

1. Inleiding

Technologische vooruitgang is een cruciaal element in de economische ontwikkeling van de wereld. Automatisatie, dit is het vervangen van mensen door machines, is een onderdeel hiervan sinds de industriële revolutie. Sedert dan zijn er heel wat nieuwe technologieën ontwikkeld, zoals elektriciteit, internet en robots, die bij hun geboorte met argwaan onthaald werden, maar vandaag niet meer uit ons leven weg te denken zijn. Deze technologieën hebben ons leven op verschillende vlakken grondig veranderd. De welvaart die we momenteel genieten zou niet gerealiseerd kunnen worden zijn zonder deze technologische vooruitgang.

Alle verhalen kennen echter ook een keerzijde. Waar we nu als maatschappij de vruchten kunnen plukken van de toegenomen automatisatie, gaat het eerste gebruik van nieuwe technologie en automatisatie vaak gepaard met een vrees dat deze nieuwe technologieën zouden leiden tot massale werkloosheid. Zo schreef de bekende econoom Keynes: “We are being afflicted with a new disease of which some readers may not yet have heard the name, but of which they will hear a great deal in the years to come – namely, technological unemployment. This means unemployment due to our discovery of means of economizing the use of labour outrunning the pace at which we can find new uses for labour” (Keynes, 1931). Met andere woorden: nieuwe technologieën zouden mensen sneller kunnen vervangen dan er nieuwe jobs zouden ontstaan met massale technologische werkloosheid als gevolg. Keynes was niet alleen in dit geloof. De Russische econoom Leontief had ongeveer 25 jaar later gelijkaardige ideeën over de impact van automatisatie op de toekomst van werk: “Labour will become less and less important and more workers will be replaced by machines. I do not see that the new industries can employ everybody who wants a job” (Leontief, 1952).

Aan het andere eind van het spectrum dromen sommigen van een jobloze – of jobarme – maatschappij. Een jobloze maatschappij hoeft in deze visie niet gelijk te staan aan een gebrek aan consumptie of welvaart. Integendeel, wanneer alle jobs worden uitgevoerd



door machines en nieuwe technologieën, bevrijdt dit de mensen van de tijd die ze voordien spendeerden op hun job. In deze nieuwe maatschappij zou bijvoorbeeld iedereen een universeel basisinkomen krijgen en zou ontspanning centraal staan (Pitts et al., 2017). Ook Keynes (1931) beschouwde automatisatie slechts als een tijdelijke bedreiging: “This is only a temporary phase of maladjustment.” Zo voorspelde hij in 1931 dat we in 2030 al in een jobloze of jobarme maatschappij zouden leven.

Ondanks deze vaak terugkomende vrees voor massale werkloosheid of hoop op een jobloze wereld, heeft verregaande automatisatie, mogelijk gemaakt door nieuwe technologische ontwikkelingen, hier voorlopig nog nooit toe geleid. Een groot deel van de reden daarvoor zit vervat in een citaat van Bowen: “The basic fact is that technology eliminates jobs, not work” (Bowen, 1966).

We illustreren dit punt voor enkele jobs uit het verleden die vandaag de dag amper of niet meer door mensen uitgevoerd worden. Vooraleer de breimachine was uitgevonden, werd het breiwerk gedaan door een grote groep breisters. Gelijkaardige observaties kunnen gemaakt worden voor landbouwers, telefonistes, lantaarnaanstekers of menselijke computers (rekenaars), om maar enkele voorbeelden te geven. Hiertegenover staat echter dat heel wat nieuwe jobs hun bestaan danken aan het verloren gaan van deze jobs. Iemand moet de textielrobots, landbouwmachinerie, elektriciteitsnetwerken en digitale computers immers ontwikkelen en onderhouden. Naast de ontwikkeling en het onderhoud van deze technologieën, ontstaan er ook nieuwe jobs die enkel mogelijk zijn door het gebruik van de nieuwe technologieën. Voor de automatisatie in de aangehaalde voorbeelden waren er geen diëtisten, *social media managers* of duurzaamheidsexperts. Nieuwe jobs zijn in Amerika verantwoordelijk voor bijna 60% van de groei in de tewerkstellingsgraad van de afgelopen 35 jaar (Acemoglu en Restrepo, 2018b).

Men zou naïef kunnen stellen dat dit proces zich zal herhalen voor de automatisatie teweeggebracht door artificiële intelligentie. AI verschilt echter sterk van eerdere technologische revoluties. Ze is disruptiever dan haar voorgangers in omvang en snelheid. De uitvinding van de breimachine gaf een werkgever enkel de mogelijkheid om breiwerk te automatiseren, de uitvoering van andere taken zoals weven bleven handmatig uitgevoerd worden. De mogelijkheden van AI zijn echter veel breder inzetbaar dan dit soort technologische innovatie die enkel automatisatie van specifieke taken mogelijk maakte. Dit vertaalt zich ook naar het aantal en soort werknemers die de impact van AI zullen voelen. Eerdere technologische vooruitgang liet hoofdzakelijk toe om routineuze jobs die weinig opleiding vereisten te automatiseren. AI zou ook taken kunnen automatiseren waarvan tot recent gedacht wordt dat deze uitsluitend door mensen uitgevoerd konden worden. Niet alleen de kortgeschoolde fabriekswerker ziet zich vervangen door een robot, ook de taken van



een administratief medewerker worden nu uitgevoerd door computers. Complexe taken zoals de analyse van wetteksten of het interpreteren van medische beeldvorming kan door AI nu ook uitgevoerd worden door steeds slimmer wordende computers.

Het tempo waarmee technologie vandaag evolueert en op grote schaal in gebruik wordt genomen, ligt veel hoger dan bij eerdere golven van automatisatie. Hierdoor verkleint de overgangperiode die werkgevers en werknemers tijd gaf om zich aan te passen aan de gewijzigde technologische omstandigheden. De industriële revolutie vond plaats tussen 1760 en duurde 80 jaar, tot 1840. Alle daarop volgende technologische revoluties waren steeds korter in duur, met als voorlopig hoogtepunt de snelle ingebruikname van AI (Šmihula, 2009). Academisch onderzoek naar artificiële intelligentie kent zijn oorsprong reeds in de jaren 1940, maar de commerciële toepassing ervan is pas rond 2010 doorgebroken (Haenlein & Kaplan, 2019). Deze doorbraak wordt mede mogelijk gemaakt door steeds meer data die beschikbaar is, *big data*, in combinatie met steeds goedkopere en snellere computers die nodig zijn om AI-systemen te ontwikkelen. De combinatie van deze argumenten stelt veel werkgevers in staat om de nodige rekenkracht te kopen die hetzelfde werk kan uitvoeren met AI als de menselijke medewerkers.

Wat makkelijk is voor een computer, is vaak moeilijk voor een mens en omgekeerd. Zoals Moravec zei: “It is comparatively easy to make computers exhibit adult level performance on intelligence tests or playing checkers, and difficult or impossible to give them the skills of a one-year-old when it comes to perception and mobility” (Moravec, 1988). Deze observatie verklaart waarom jobs zoals de boekhouder die met pen en papier werkte een vroeg slachtoffer was van automatisatie door computers. Het nauwgezet bijhouden van inkomsten en uitgaven kan eenvoudig omgezet worden in regels die op hun beurt dan gemakkelijk vertaald kunnen worden naar instructies voor een computer. AI laat toe om ook taken die quasi onmogelijk in regels te vatten zijn te automatiseren. Wat zijn de regels voor het vinden en interpreteren van de wettekst die relevant is voor de vraag van een cliënt van een advocaat? Het is moeilijk hier een allesomvattend antwoord op te geven dat bestaat uit eenvoudige regels die men een na een opvolgt. Desondanks worden dagelijks AI-systemen gebruikt die net deze taak uitvoeren. Wat onderscheidt taken die automatiseerbaar zijn door AI van taken die niet automatiseerbaar zijn? Zijn alle jobs dan toch automatiseerbaar? Het is een vraag die ook terug komt in het werk van filosoof Polanyi en in de naar hem vernoemde paradox: “We can know more than we can tell... The skill of a driver cannot be replaced by a thorough schooling in the theory of the motorcar” (Polanyi en Sen, 2009).

In wat volgt, gaan we dieper in op al deze aspecten. Concreet formuleren we een antwoord op de volgende vragen.

1. Wat leert de geschiedenis ons over de impact van technologische vooruitgang op de arbeidsmarkt?
2. Welke jobs zullen vermoedelijk geautomatiseerd worden door AI en welke niet? Wat zijn de nieuwe banen die zullen gecreëerd worden? Deze vragen focussen op de vraagzijde van de arbeidsmarkt.
3. Zullen er genoeg werknemers beschikbaar zijn die de nodige vaardigheden voor deze nieuwe banen bezitten? Welke gevolgen zal AI globaal hebben voor werknemers die zich reeds op de arbeidsmarkt bevinden? Met deze vragen focussen we op de aanbodzijde van de arbeidsmarkt.
4. Wat betekent AI voor het afstemmen van vraag en aanbod op de arbeidsmarkt? Wordt dit moeilijker of biedt AI net kansen in deze?

2. Technologische werkloosheid en de luddieten

De angst voor automatisatie en de daarbij horende technologische werkloosheid, werkloosheid ten gevolge van technologische vooruitgang zoals automatisatie, kent minstens dezelfde geboortedatum als de uitvinding van de eerste breimachine door William Lee in 1589 (Autor, 2015). De uitvinding botste in de daaropvolgende 200 jaar op meerdere wetten die het gebruik van allerlei brei- en weefmachines verbood. Het intrekken van een van deze wetten rond 1800 deed de angst voor deze machines escaleren naar gewelddadige protesten. Een geheime groep van wevers, de luddieten, vernielden tussen 1811 en 1816 meerdere breimachines in de hoop dat ze zo druk konden uitoefenen op hun werkgevers. De textielmagnaten en -gilden vonden echter steun bij de Britse overheid. Het antwoord van de Britse overheid was duidelijk, ze stuurde 12.000 troepen om een einde te maken aan de protesten (Mantoux, 2013). De motivatie hiertoe staat neergeschreven in een wetvoorstel van dezelfde tijdsperiode: “The sole cause of great riots was the new machines employed in cotton manufacture; the country notwithstanding has greatly benefited from their erection, destroying them in this country would only be the means of transferring them to another [...] to the detriment of the trade of Britain” (Walsh, 1994). De vrees dat automatisatie zal leiden tot massale technologische werkloosheid staat daarom bekend als de drogreden van de luddieten.⁹³

De vrees bleek uiteindelijk onterecht omdat automatisatie tijdens de industriële revolutie hoofdzakelijk *deskilling* was (Frey en Osborne, 2017). De jobs die verloren gingen aan machines werden gecompenseerd door twee mechanismen die jobs creëerden die

⁹³ In het Engels: ‘Luddite fallacy’.



weinig opleiding of *skills* vereisten. Enerzijds steeg de vraag naar arbeid voor jobs die niet geautomatiseerd waren en anderzijds ontstonden er dankzij automatisatie nieuwe jobs die weinig tot geen opleiding of nieuwe vaardigheden vereisten. Een voorbeeld van het eerste is de ingebruikname van de weefmachine. Deze deed de vraag naar spinsters toenemen en deze toename in het aantal spinsters was groter dan het aantal wevers dat vervangen werd door de weefmachine. De nieuwe jobs in het tweede scenario waren vooral te vinden in de fabrieken. Werk dat eerder door ambachtslui werd uitgevoerd, kon vaak maar deels geautomatiseerd worden. De resterende taken die handmatig uitgevoerd werden, waren arbeidsintensief en vereisten weinig opleiding. Automatisatie creëerde bijgevolg jobs die eenvoudig ingevuld konden worden door de kortgeschoolde technisch werklozen.

De uitvinding van de computer luidde een nieuwe golf van automatisatie in die andere gevolgen met zich meebracht dan de automatisatie die de industriële revolutie gekenmerkt had (Frey en Osborne, 2017). Het werk van veel laaggeschoolden bestond uit routineuze taken die nu ook uitgevoerd konden worden met behulp van een computer. De medewerkers die voordien aan de lopende band werkten, konden nu vervangen worden door een computergestuurde robotarm die hetzelfde werk uitvoert. Dit soort routineuze taken zijn echter niet beperkt tot sectoren met voornamelijk kortgeschoolden. Typisten, boekhouders gewapend met pen en papier en telefonistes die manueel bellers moesten verbinden zijn allemaal jobs die uitgevoerd werden door werknemers die middelhoog opgeleid waren, maar dankzij de computer tot het verleden behoren (Autor et al., 2003). Binnen deze voorbeelden kan er echter nog onderscheid gemaakt tussen twee effecten. Jobs zoals telefonistes die het schakelbord bedienden zijn volledig verdwenen. Telefonistes moesten louter de inkomende beller verbinden met de gevraagde ontvanger. Er was geen ruimte voor de werknemer om een meerwaarde te bieden ten opzichte van het geautomatiseerd systeem door extra handelingen te ondernemen die niet geautomatiseerd konden worden. Dit laatste is wel het geval voor boekhouders. Deze functie is nog steeds aanwezig in de arbeidsmarkt, maar wel in gewijzigde vorm tegenover vroeger. Waar vroeger het minutieus bijhouden van de inkomsten en uitgaven op papieren notities centraal stond, kan dit aspect nu volledig overgenomen worden door een computer. Hiernaast zijn er echter heel wat andere elementen bijgekomen zoals het interpreteren van financiële gegevens, verifiëren of de wetgeving gevolgd wordt, verslagen opstellen en mondeling rapporteren naar collega's en oversten (O*NET Online, 2020).

De middelgeschoolde werknemers die zich niet konden aanpassen aan dit soort nieuwe vereisten binnen dezelfde job waren genoodzaakt om met de laaggeschoolden in concurrentie te gaan voor jobs die geen opleiding vereisten. Deze verschuiving ging

gepaard met lagere lonen voor zowel de laag- als middelgeschoolden. Enerzijds omdat computers goedkoper waren dan arbeiders in de jobs die geautomatiseerd konden worden. Het loon van de middelgeschoolde werknemer daalde samen met de prijs van de computer. Anderzijds omdat er voor de jobs die weinig scholing vereisten plots minder vraag was dan aanbod door de uitgeweken middelgeschoolde werknemers (Autor en Dorn, 2013). Hogeropgeleide werknemers staan in fel contrast met deze evolutie. Zij zagen hun gemiddeld loon net stijgen (Acemoglu & Restrepo, 2018a). Hun jobs bestaan maar gedeeltelijk uit routineuze taken. Nu deze taken door computers uitgevoerd worden, kunnen hoogopgeleide werknemers zich focussen op hun resterende taken. Deze taken vereisen vaak creatief denken of sociale intelligentie, eigenschappen die niet geautomatiseerd kunnen worden door AI. Omdat men zich nu kan toespitsen op taken die niet geautomatiseerd zijn, neemt het comparatief voordeel van mensen toe binnen deze jobs. De automatisatie teweeggebracht door de computer kenmerkt zich door dit fenomeen van jobpolarisatie en de hiermee gepaarde stijgende inkomensongelijkheid (Acemoglu en Restrepo, 2018b; Autor en Dorn, 2013).

De gevolgen van de automatisatie die artificiële intelligentie met zich meebrengt worden nog actief in kaart gebracht en voorspeld. De vrees van de luddieten blijkt voorlopig nog onterecht. De effecten van AI op de totale tewerkstellingsgraad zijn voorlopig beperkt, al neemt dit niet weg dat er een verplaatsingseffect plaatsvindt zoals automatisatie dat altijd al eerder heeft gedaan (Bessen et al., 2019). Een belangrijk verschil met vroeger is dat met AI ook niet-routineuze taken geautomatiseerd kunnen worden. Hoe we denken dat dit aspect de arbeidsmarkt zal vormgeven, bespreken we in de volgende paragrafen.

3. Vraag

Bepaalde sectoren of werknemers zullen sterk geconfronteerd worden met de gevolgen van automatisatie waar anderen weinig tot geen directe gevolgen zullen kennen. Welke gemeenschappelijke kenmerken hebben de jobs en bij uitbreiding de sectoren die in grote mate door AI geautomatiseerd kunnen worden? Om deze vraag te beantwoorden, is het nuttig om het gebruik van AI in de arbeidsmarkt te plaatsen in de tijd (sinds wanneer wordt AI op grote schaal commercieel gebruikt?) en in de ruimte (voor welke taken of domeinen kan AI ingezet worden?).

AI is op een korte tijdsperiode van een tiental jaar in uiteenlopende sectoren in gebruik genomen waardoor men kan spreken van een *golden age of AI* (McKinsey en Company, 2017). De snelheid waarmee AI zich ontwikkelt en in gebruik wordt genomen in de



industrie zorgt ervoor dat de sector in het algemeen en de (toekomstige) werknemers in het bijzonder weinig tijd kennen om zich aan te passen aan de gewijzigde situatie. Een ander gevolg van de korte tijdspanne waarin AI gebruikt wordt, is dat er nog maar weinig empirische studies zijn over de impact van AI op het aantal beschikbare jobs in de verschillende landen van de wereld en de bijhorende lonen. De eerste inzichten tonen aan hoe oudere werknemers in bedrijven die automatiseren makkelijker door AI vervangen worden dan de nieuw aangeworven werknemers (Bessen et al., 2019). Het meeste inzicht wordt voorlopig geboden door de combinatie van historisch inzicht en theoretische denkkaders die hierop verder bouwen. Centraal in deze theoretische modellen staan niet jobs, maar de taken waaruit een job bestaat (Autor et al., 2003). De gemiddelde hedendaagse jobs bestaan namelijk uit verschillende aspecten waar technologie zoals AI vaak maar enkele van zal kunnen overnemen.

Deze taken kan men opdelen volgens twee kenmerken met elk twee mogelijkheden. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen routineuze en niet-routineuze taken enerzijds en tussen handmatige taken en cognitieve taken anderzijds. Routineuze taken zijn alle taken welke eenvoudig in regels gevat kunnen worden. Omgekeerd zijn niet-routineuze taken de zaken waar Polanyi (zie eerder) aan dacht, dit zijn taken die eventueel eenvoudig zijn voor mensen, maar die meer zijn dan het toepassen van duidelijk afgelijnde regels. Beide soorten taken kunnen bestaan uit zowel fysieke arbeid of kenniswerk. Met deze definities heeft de automatisatie uit het verleden voornamelijk routineuze taken geautomatiseerd en dit zowel voor fysiek werk als voor denkwerk. Een belangrijk verschil met het verleden is dat AI toelaat om ook niet-routineuze taken te automatiseren. AI-systemen zijn namelijk in staat complexe verbanden tussen input en output te achterhalen, op voorwaarde dat er voldoende data bestaat met voorbeelden. Zo kan een werkgever een administratief medewerker vervangen door een AI-systeem indien deze werknemer bijvoorbeeld beschikt over voldoende e-mails waaruit het AI-systeem de verwachte antwoorden op de vragen in de e-mails kan leren.

Het plaatsen van AI in de ruimte van de arbeidsmarkt vertaalt zich binnen dit kader naar de vraag wat de grenzen van de automatisatie door AI zijn. Zijn alle niet-routineuze taken waaruit onze jobs bestaan automatiseerbaar of niet? Om hierop een antwoord te geven, kan men gebruik maken van de statistische databanken van de International Labour Organization. Zij houden een overzicht bij van de jobs die voorkomen in de Europese arbeidsmarkt met een uitgebreide functieomschrijving en een opsomming van alle taken die deel uitmaken van de job. Gewapend met deze informatie is het mogelijk om te schatten hoeveel taken door AI geautomatiseerd kunnen worden. Het enige ontbrekende element zijn criteria om te bepalen welke taken automatiseerbaar zijn door AI en welke niet.



Frey en Osborne beargumenteren dat drie types taken niet automatiseerbaar zijn door AI (Frey en Osborne, 2017). Ten eerste zijn er perceptie- en manipulatie-taken. Een voorbeeld is een warenhuisbediende voor een webwinkel. Een warenhuisbediende moet zich een weg banen door het warenhuis zonder tegen collega's te botsen om vervolgens het juiste artikel uit het rek te halen. De combinatie van de moeilijke voorspelbare bewegingen van de andere collega's in het warenhuis gecombineerd met de diverse vormen en afmetingen van artikels die opgepikt moeten worden laten het voorlopig niet toe om een AI deze taak te laten overnemen.

Een tweede groep van taken die zich moeilijk laat automatiseren zijn taken die veel creatieve intelligentie vereisen. Deze groep is heel breed. Zowel kunstenaars, komieken, leerkrachten, chefs, managers en onderzoekers hebben allemaal nood aan creatief denkwerk. Er zijn onlinevoorbeelden van AI-systemen te vinden die op eigen houtje creatief proberen zijn zoals AI Gahaku, de AI-schilder, en LOL-BOT, de AI-komiek. De resultaten zijn indrukwekkend, maar tonen tegelijkertijd aan dat er nog iets mist. De creatieve processen vereisen niet enkel kennis van andere creatieve voorbeelden, maar ook een groter wereldbeeld dat toelaat te beoordelen of de output past binnen de (creatieve) waarden die we als mens hebben.

Tot slot zijn er taken die veel sociale intelligentie vereisen. De observatie hier is gelijkwaardig aan die hierboven. Interactie met mensen binnen een job vraagt meer dan louter specifieke kennis over de job. Sociale intelligentie is meer dan louter het verstaan van de expliciete betekenis die vervat zit in een boodschap of gesprek. Zelfs in dagdagelijkse gesprekken wordt er veel gesteund op nuance, gedeelde normen en waarden en algemeen een ruimere context om de boodschap correct te begrijpen. Dit overbrengen aan een AI-systeem blijkt een moeilijke opdracht met data alleen. De data die een AI-systeem nodig heeft om een taak met een sterke sociale dimensie te leren, moet immers zo specifiek mogelijk zijn en er zal bijgevolg een bredere omkadering ontbreken (Zadeh et al., 2019).

Aan de hand van de Amerikaanse databank van jobs hebben Frey en Osborne, ironisch genoeg, aan de hand van AI geanalyseerd hoeveel Amerikaanse jobs een lage kans hebben om geautomatiseerd te worden door AI omdat ze hoofdzakelijk bestaan uit een combinatie van de drie soorten taken van hierboven. Zij schatten dat maar 53% van de jobs die momenteel bestaan een lage kans hebben om niet geautomatiseerd te worden door AI in de komende twee decennia. Een gelijkaardige analyse voor België is iets optimistischer, met 57% van de huidige jobs die weinig kans op automatisatie hebben. (Hoge Raad voor de Werkgelegenheid, 2016).



De jobs die de automatisatie door AI zullen overleven, zijn hoofdzakelijk jobs die net veel of weinig opleiding vereisen. Bijgevolg voorspelt het model een verdere toename van de jobpolarisatie tussen laag- en hoog opgeleiden (Acemoglu & Restrepo, 2018a). Jobs zoals kassabediende vereisen weinig opleiding en weinig sociale intelligentie en kennen daarom een hoge kans op automatisatie in de nabije toekomst. De uitzondering binnen deze groep zijn diverse jobs in de diensten- en zorgsector die veel sociale intelligentie vereisen zoals verzorgers aan huis, reisadviseurs of conciërges.

Het idee dat jobs bestaan uit meerdere taken die uitgevoerd kunnen worden door mensen of door kapitaal zoals AI kan uitgebreid worden naar een dynamisch model van de economie waarbij de totale productie de som is van alle uitgevoerde taken (Acemoglu & Restrepo, 2018c). Dit meer omvattend theoretisch model laat toe, om bij gebrek aan empirische studies, te analyseren wat de rol is van onder andere lonen, de kost van automatisatie en de snelheid waarmee AI de arbeidsmarkt zal veranderen. Hoewel het model niet alle aspecten van een economie in rekening kan brengen, geeft het inzicht in de historische observaties die we eerder gemaakt hebben. Zo kan het de eerdere effecten van automatisatie onderbouwen alsook nieuwe vermoedelijke gevolgen naar voren schuiven. De essentie van automatisatie is een verplaatsingseffect waarbij arbeid uitgevoerd wordt door machines en niet meer door mensen. Dit verplaatsingseffect is negatief omdat het de hoeveelheid jobs voor mensen verkleint, zoals de luddieten ook vreesden. Dit verplaatsingseffect gaat echter gepaard met andere mechanismen die een positief effect zullen hebben op het totale aantal jobs.

Een eerste effect is het productiviteitseffect. Automatisatie zorgt voor een toegenomen productiviteit door mensen te vervangen door machines. Mensen worden vervangen door machines zodra machines goedkoper dezelfde taak kunnen uitvoeren. Zo laat het productiviteitseffect bedrijven toe om dezelfde diensten en goederen goedkoper aan te bieden. Hierdoor zullen gezinnen die deze diensten of goederen consumeren meer geld overhouden. Dit vrijgekomen budget zal men aan andere zaken kunnen spenderen. Als er meer geconsumeerd wordt, zal dat de vraag naar alle soorten goederen en diensten doen toenemen, ook naar zaken die niet geautomatiseerd zijn. Deze toegenomen vraag naar goederen en diensten vertaalt zich naar een grotere vraag naar werk om tegemoet te kunnen komen aan de stijgende vraag naar goederen en diensten. Tot slot gaat die toegenomen vraag naar werk gepaard naar een grotere vraag naar werknemers.

Een tweede aspect is de verdere accumulatie van kapitaal waarvan AI-systemen een onderdeel zijn. Mensen zullen enkel in hun taken vervangen worden door machines als deze goedkoper zijn. Zodra dit het geval is, zal de vraag naar automatisatie toenemen.

Deze toegenomen vraag zal, gegeven een onveranderd aanbod, gepaard gaan met een stijgende prijs voor AI-systemen. Door de toegenomen prijs zal het voordeel om mensen te vervangen door AI verkleinen. Een bijkomend gevolg is dat de vraag naar werknemers voor niet-automatiseerbare taken zal vergroten. De automatiseerbare taken worden immers goedkoper uitgevoerd door AI-systemen waardoor het vrijgekomen budget besteed kan worden aan de resterende taken. Dit laatste wordt enkel maar versterkt door het productiviteitseffect van hierboven.

Het laatste effect is de creatie van nieuwe taken door automatisatie. Het potentieel van nieuwe taken mogelijk gemaakt door gebruik van AI-systemen is veel groter dan de combinatie van de eerdergenoemde positieve effecten. Nieuwe taken zijn onder andere te vinden bij de ontwikkeling, ontwerp en onderhoud van AI-systemen, maar ook bij het gebruik van AI-systemen op innovatieve manier. Van dit laatste is het even moeilijk om een voorbeeld te geven als dat het moeilijk was om te voorspellen dat de ontdekking van elektriciteit de tewerkstelling van elektriciens, windmolentechniekers of zelfs cybersecurity-analisten met zich zou meebrengen. Wat ook het soort is, nieuwe taken zijn zelden automatiseerbaar al was het maar omdat er nog maar weinig tijd was om ze te automatiseren. Binnen deze nieuwe taken zijn creativiteit en sociale intelligentie vaak van groot belang, onafhankelijk van de benodigde opleiding. Hierdoor is het comparatief voordeel van mensen tegenover AI in deze taken groot.

Nieuwe taken zijn al langer de motor van economische vooruitgang (Acemoglu en Restrepo, 2019). De positieve aspecten van nieuwe taken zijn in het theoretisch kader wel enkel mogelijk onder drie voorwaarden. Een eerste voorwaarde in dit theoretisch model is dat de prijs van AI maar tijdelijk lager ligt dan de loonkost voor werknemers voor eenzelfde taak. Indien dit niet zo zou zijn en de kostprijs van AI permanent lager blijft dan de loonkost van arbeiders, bestaat de mogelijkheid dat uiteindelijk alle taken geautomatiseerd zullen. In dit scenario loont het namelijk de moeite om alle automatiseerbare taken te automatiseren, dit is immers goedkoper, en tegelijkertijd te investeren in technologie die de resterende taken automatiseerbaar zal maken. Verregaande accumulatie van kapitaal brengt echter de eerder besproken markeffecten teweeg die dit scenario weinig plausibel maken.

De tweede voorwaarde is dat het tempo waarmee AI taken automatiseert gelijklopend is met de snelheid waarmee de arbeidsmarkt erin slaagt nieuwe taken te bedenken die gebruikmaken van de nieuwe zaken die door AI mogelijk geworden zijn. Als automatisatie sneller gaat dan het ontstaan van nieuwe taken, kan de vrees van de luddieten wel een werkelijkheid worden. AI is sneller een belangrijke plaats aan het opeisen in de arbeidsmarkt dan alle vormen van technologische vooruitgang die het voorafgegaan



zijn. Hoewel dit de tweede voorwaarde lijkt te schenden, biedt de ruime inzetbaarheid van AI in diverse sectoren van de arbeidsmarkt net de ruimte om nieuwe taken tot leven te laten komen.

De laatste voorwaarde is dat er voldoende aanbod is aan werknemers die de nieuwe taken kunnen uitvoeren. Hoogopgeleide werknemers zullen zich eenvoudiger kunnen aanpassen aan de gewijzigde kwalificaties voor bestaande jobs of kunnen voldoen aan de vereisten voor de nieuwe taken. Het comparatief voordeel van mensen tegenover machines is immer groter voor mensen met een divers palet aan vaardigheden. Op korte termijn zal dit nadelig zijn voor kortgeschoolden, die hun job verliezen door automatisatie of hun loon zullen zien dalen omdat hun voordeel tegenover AI kleiner wordt. Het zou echter pessimistisch zijn om te veronderstellen dat er op langere termijn geen nieuwe taken zullen ontstaan die weinig opleiding vereisen, maar ook een grote nood hebben aan wendbaarheid, creativiteit of sociale intelligentie.

De grote hoeveelheid mogelijkheden die een technologie zoals AI met zich meebrengt, vertaalt zich ook naar onzekerheid over wat de nieuwe taken zullen zijn. De snelheid waarmee AI zich nestelt in de arbeidsmarkt vergroot enkel de onzekerheid. Zullen de opleidingen van vandaag nog relevant zijn voor de voorlopig nog onbekende taken van morgen? Daarmee zijn we aanbeland bij de aanbodszijde van de discussie.

4. Aanbod

De rol die AI kan spelen in de aanbodszijde van de arbeidsmarkt is minder scherp afgelijnd en in detail bestudeerd dan de vraagzijde. Er lijkt zeker een rol weggelegd voor AI in het onderwijssysteem (Aoun, 2017), ook al horen de toekomstige werknemers die zich nog op de schoolbanken bevinden niet tot het arbeidsaanbod in strikte zin. De voornaamste impact van AI op de aanbodszijde ligt voorlopig in het verlengende van hoe AI de vraagkant van de arbeidsmarkt zal veranderen. Volgens het model van Frey en Osborne zal bijna de helft van alle taken in de nabije toekomst geautomatiseerd worden. Welke nieuwe jobs deze leegte zullen opvullen en wie deze zal invullen is momenteel nog koffiedik kijken. Het grote aantal jobs dat mogelijk geautomatiseerd zal worden, onderstreept enkel hoe moeilijk het is om op deze vragen een zinvol antwoord te geven.

Een voorzichtige observatie die wel al gemaakt kan worden op basis van het theoretische kader van Acemoglu en Restrepo is dat wie niet geschoold is, het meest benadeeld wordt door automatisatie door AI. De vraag is niet of opgeleid zijn belangrijk zal zijn,

maar welke vaardigheden het meest complementair zullen zijn met de nieuwe taken die AI zal brengen (Baert, 2020; *Hoge Raad voor de Werkgelegenheid*, 2016). Dit is een gevolg van de jobpolarisatie die mee door AI in de hand gewerkt wordt. De schatting van Frey en Osborne voorspelt dat er meer jobs die een middelhoge opleiding vereisen zullen geautomatiseerd zijn dan jobs die een lage of hoge opleiding vereisen.

De eigenschappen die taken moeilijk automatiseerbaar maken, zijn vaak eigenschappen die we als typisch “menselijk” zien. Frey en Osborne bevestigen zo het inzicht dat Moravec reeds had in 1988. Voorbeelden van deze eigenschappen zijn onderzoeksvaardigheden, cultureel bewustzijn, meertaligheid en communicatievaardigheden, ondernemingszin en de wens om levenslang te leren (Tuomo et al., 2018). Door deze eigenschappen centraal te zetten in de opleidingen van de toekomst kan men toekomstige werknemers meer jobzekerheid aanbieden. Mensen die zich reeds op de arbeidsmarkt bevinden en vervangen worden door AI-systemen zijn een andere uitdaging die een gepast antwoord zal moeten krijgen. Zoals ook blijkt uit het theoretisch model van Acemoglu en Restrepo, is het essentieel dat de arbeidsmarkt flexibel genoeg is om snel te voldoen aan de gewijzigde vraag. Een belangrijk element hierbij is de om- en bijscholing van personen wiens taak zal uitgevoerd worden door AI in de nabije toekomst.

5. Afstemmen van vraag en aanbod

Het afstemmen van vraag en aanbod is een opdracht waarbij zowel de werkgever als de kandidaat-werknemer geholpen kan worden door AI. De werkzoekende is op zoek naar een job die goed aansluit bij zijn of haar wensen en de werkgever wil de meest geschikte kandidaat vinden in de groep werkzoekenden. De werkzoekende zal door AI geholpen worden door een real-time overzicht te krijgen van een groter aantal beschikbare jobs dan momenteel aangeboden wordt door een tewerkstellingsdienst. De informatie die deze mogelijkheid met zich meebrengt zal ook beleidsmakers in staat stellen om arbeidsmarktevoluties te monitoren en hun beleid hierop af te stellen.

De gevolgen van automatisatie zijn pas na de feiten zichtbaar in de gegevens en statistieken van de Vlaamse tewerkstellingsdienst VDAB. Deze gegevens vertellen ook maar een deel van het verhaal, gezien maar ruwweg de helft van alle ingevulde vacatures in Vlaanderen verlopen via de VDAB-website (Hendrickx, 2018). Een tewerkstellingsdienst heeft bijvoorbeeld weinig zicht op het aantal en de inhoud van interne vacatures, posities ingevuld na spontane sollicitatie of vacatures die niet op de VDAB-website gepubliceerd worden maar op de websites van interimkantoren en op andere zoekplatformen staan.

AI biedt de mogelijkheid om de officiële arbeidsmarkt-statistieken aan te vullen met real-time informatie over alle vacatures die online staan, maar niet op de website van de officiële tewerkstellingsdienst van de overheid. Zo ontwikkelde het Europese statistiek bureau Eurostat reeds in 2018 een AI-systeem dat continu het internet doorzoekt naar vacatures om vervolgens automatisch de jobtitel, jobomschrijving en benodigde vaardigheden te bepalen op basis van de bijhorende tekst (Swier et al., 2018). Hiermee is het mogelijk om in real-time de evolutie van alle publieke vacatures per job, sector of geografische regio op de voet te volgen (Boselli et al., 2017). Deze informatie laat niet alleen overheden toe om snel en gericht beleidskeuzes af te stemmen op de actuele noden (Stateva et al., 2020), het geeft werkzoekenden ook een vollediger beeld van de beschikbare jobs.

De tweede manier waarop AI kan helpen bij het afstemmen van vraag en aanbod bevindt zich bij het selecteren van de ideale kandidaat voor een vacature (Ryan & Derous, 2019; Lechner et al., 2020). Het vinden van de meest geschikte persoon tussen de kandidaten is een essentieel onderdeel van een goed functionerende arbeidsmarkt. Headhunters, rekruteringsbureaus, human resources consulting en de personeelsdienst van een bedrijf zijn maar een greep uit een diverse sector in de arbeidsmarkt die het vinden van de ideale kandidaat centraal stellen. De combinatie van alle aanwervingsbeslissingen van al deze actoren zorgen voor een heel rijke verzameling van gegevens over welke profielen het meest geschikt zijn voor haast alle jobs in de maatschappij. AI-systemen kunnen uit dit soort grote datasets de patronen van een kandidaat en kenmerken van zijn of haar cv achterhalen die de meest geschikte kandidaat onderscheiden van een minder geschikte kandidaat.

Voor een werkgever bestaat het aanwervingsproces uit een stapsgewijs selectieproces waarbij men de meest geschikte kandidaat probeert te achterhalen op basis van de beschikbare informatie. Een initiële selectie van kandidaten wordt gemaakt door recruiters op basis van de kandidaten hun cv. Deze groep stroomt door naar het tweede stadium van de aanwerving waarbij meer informatie over de kandidaat wordt ingewonnen door middel van een test of een interview. Er is reeds enig bewijs dat een AI-systeem er beter in slaagt dan mensen om uit een diverse groep van initiële sollicitaties de kandidaten te selecteren die positief beoordeeld zullen worden in een tweede ronde van een aanwervingsproces (Cowgill, 2017b). Hierbij gebruikt het AI-systeem dezelfde informatie als zijn menselijke tegenpool, namelijk de cv van de kandidaten.

In de tweede ronde gebeurt de verdere selectie weer door een persoon. Hoewel de initiële selectie een tijdrovend aspect is van het aanwervingsproces dat zich eenvoudig leent tot automatisatie, vraagt het automatiseren hier meer voorzichtigheid. Een



AI-systeem dat geleerd heeft uit alle eerdere aanwervingsprocessen zal in het ideale geval exact dezelfde beslissing maken als de mens voor alle kandidaten. Als bijgevolg de aanwervingen niet gebeurd zijn op basis van objectieve en relevante criteria, maar ook gebaseerd zijn op irrelevante kenmerken of beïnvloed zijn door discriminatie, zal het AI-systeem dit gedrag verderzetten (Kleinberg et al., 2018). Voor een uitgebreide bespreking van (eerlijke) AI en discriminatie verwijzen we naar de hoofdstukken van Koen Schoors en Laurens Naudts. Hoewel aanwerving op basis van AI ethische vraagstukken met zich meebrengt, biedt AI eveneens mogelijkheden om deze vraagstukken een bevredigend antwoord te geven.

Discriminatie op de arbeidsmarkt door recruiters is al meermaals vastgesteld voor diverse discriminatiegronden, bij verschillende jobs en in een groot aantal landen (Baert, 2018). Ondanks een overdaad aan bewijs, is er nog geen sluitend antwoord waarom recruiters discrimineren en wat de meest geschikte manier zou zijn om discriminatie tegen te gaan. Menselijk gedrag is namelijk moeilijk te doorgronden of te sturen. Beslissingen van een AI-systeem daarentegen zijn volledig onder onze controle. Dezelfde kandidaat laten beoordelen op bijvoorbeeld verschillende tijdstippen zal geen invloed hebben op de aanwervingsbeslissing genomen door een AI-systeem, waar dit bij menselijke rekruteerders niet noodzakelijk waar is. De beslissingen van AI-systemen zijn reproduceerbaar, maar momenteel nog niet volledig doorgrondbaar. Een recent onderzoeksgebied is dat van de explainable AI dat methoden ontwikkelt om te begrijpen hoe een AI-systeem de grote hoeveelheid informatie waarop het getraind is gebruikt om tot een beslissing te komen. Gewapend met deze technieken zullen we kunnen uitleggen op basis van welke criteria Jan werd uitgenodigd en Mohammed niet om vervolgens deze criteria te verwijderen uit het AI-systeem.

6. De toekomst van AI en arbeid

Automatisatie is geen nieuw fenomeen. Sinds de industriële revolutie heeft technologische vooruitgang de arbeidsmarkt ingrijpend veranderd. Op korte termijn zijn de gevolgen van automatisatie ongelijk verdeeld tussen werknemers met een comparatief voordeel tegenover de nieuwe zaken mogelijk gemaakt door automatisatie en werknemers zonder dit voordeel. Het comparatief voordeel bestaat uit een toegenomen belang van fijne motoriek, creatief denken of sociale intelligentie in hun job. De eerste groep zal zich eenvoudiger kunnen aanpassen aan de wijzigingen in hun takenpakket. De laatste groep zal op korte termijn geconfronteerd worden met jobverlies en lagere inkomsten. In het geval van AI bevindt haast 50% van de bestaande jobs zich in

de laatste categorie die met grote waarschijnlijkheid geautomatiseerd zullen worden. Deze jobs worden grotendeels ingevuld door middelhoogopgeleiden.

Tegenover de negatieve gevolgen en potentiële risico's staan ook positieve gevolgen. Op een langere termijn zorgde elke vorm van automatisatie in het verleden voor meer tewerkstelling en hogere lonen. De grootste positieve bijdrage komt van de diverse nieuwe taken die hun bestaan te danken zullen hebben aan AI. Deze nieuwe taken zijn niet enkel het ontwerpen en onderhouden van AI-systemen, maar ook het gebruik van AI-systemen op innovatieve wijze. Het is deze laatste groep aan nieuwe taken en jobs die ervoor zorgen dat technologieën die een breed scala aan taken kunnen automatiseren uiteindelijk de grootste positieve impact zullen hebben op lange termijn.

Deze positieve kijk op de toekomst van AI en arbeid neemt niet weg dat er uitdagingen blijven bestaan om deze positieve effecten maximaal te ervaren. AI verandert de arbeidsmarkt aan een sneller tempo dan alle eerdere vormen van automatisatie. Er moet voorkomen worden dat de snelheid waarmee taken geautomatiseerd worden de creatie van nieuwe taken inhaalt.

Tot slot is het noodzakelijk dat de gewijzigde vraag van vaardigheden en taken beantwoord kan worden met voldoende geschikte werknemers. Geschikte werknemers zijn personen die de huidige technologische mogelijkheden van AI kunnen complementeren. Deze vaardigheden zijn kwaliteiten die heel "menselijk" zijn: creativiteit, sociale intelligentie en cultureel bewustzijn. Het zal niet enkel nodig zijn om in te zetten op deze eigenschappen in de opleidingen van de toekomst, maar ook bijscholing van werknemers die reeds getroffen zijn door automatisatie.

Het is een ironische schoonheid dat AI zal kunnen helpen bij de tewerkstellingsproblemen die het zelf veroorzaakt. Met behulp van AI kunnen we de real-time evolutie van de arbeidsmarkt opvolgen en zo tijdig ingrijpen op de uitdagingen die zich zullen stellen, mede omwille van AI. Toekomstige werknemers zullen in hun zoektocht naar nieuw werk, nadat hun oude baan geautomatiseerd is, geholpen kunnen worden door AI die de beste kandidaat voor een job zal kunnen selecteren en beargumenteren welke eigenschappen doorslaggevend waren in deze beslissing.

Bibliografie

- Acemoglu, D. en Restrepo, P. (2018a). "Low-skill and high-skill automation", *Journal of Human Capital*, vol. 12, nr. 2, 204-232. <https://doi.org/10/ggc45q>.
- Acemoglu, D. en Restrepo, P. (2018b). "The Race between Man and Machine: Implications of Technology for Growth, Factor Shares, and Employment", *American Economic Review*, vol. 108, nr. 6, 1488-1542. <https://doi.org/10/gdqw4t>.
- Acemoglu, D. en Restrepo, P. (2019). "Automation and New Tasks: How Technology Displaces and Reinstates Labor", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 33, nr. 2, 3-30. <https://doi.org/10.1257/jep.33.2.3>.
- Acemoglu, D. en Restrepo, P. (2018c). "Modeling automation", *AEA Papers and Proceedings*, vol. 108, 48-53.
- Aoun, J.E. (2017). *Robot-proof: Higher education in the age of artificial intelligence*, Massachusetts, MIT press, 216 p.
- Autor, D.H. (2015). "Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation", *Journal of Economic Perspectives*, vol. 29, nr. 3, 3-30. <https://doi.org/10/gc3cft>.
- Autor, D.H. en Dorn, D. (2013). "The Growth of Low-Skill Service Jobs and the Polarization of the US Labor Market", *American Economic Review*, vol. 103, nr. 5, 1553-1597. <https://doi.org/10/ggmjfk>.
- Autor, D.H., Levy, F. en Murnane, R.J. (2003). "The Skill Content of Recent Technological Change: An Empirical Exploration", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 118, nr. 4, 1279-1333. <https://doi.org/10/dtq8x5>.
- Baert, S. (2018). "Hiring Discrimination: An Overview of (Almost) All Correspondence Experiments Since 2005", in Gaddis S.M. (ed.), *Audit Studies: Behind the Scenes with Theory, Method, and Nuance*, Cham, Springer International Publishing, 63-77. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71153-9_3.
- Baert, S. (2020, januari 2). "Wie niet geschoold is, is gezien". *De Tijd*. <https://www.tijd.be/opinie/algemeen/wie-niet-geschoold-is-is-gezien/10195178.html>.
- Bessen, J.E., Goos, M., Salomons, A. en Van den Berge, W. (2019). "Automatic Reaction—What Happens to Workers at Firms that Automate?", *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10/ggngrx>.
- Boselli, R., Cesarini, M., Mercorio, F., & Mezzanzanica, M. (2017). "Using Machine Learning for Labour Market Intelligence", in Altun, Y, Das, K., Mielikäinen, T., Malerba, D., Stefanowski, J., Read, J., Žitnik, M., Ceci, M. & Džeroski, S. (ed.), *Machine Learning and Knowledge Discovery in Databases*, Cham, Springer International Publishing, 330-342. https://doi.org/10.1007/978-3-319-71273-4_27.
- Bowen, H.R. (1966). *Report of the National Commission on Technology, Automation, and Economic Progress: Volume I*, U.S. Government Printing Office. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED023803.pdf>.
- Cowgill, B. (2017). *Automating Judgement and Decisionmaking: Theory and Evidence from Résumé Screening*. Mimeo.
- Federale Overheidsdienst Werkgelegenheid, Arbeid en Sociaal Overleg. (2016). "Hoge Raad voor de Werkgelegenheid Verslag 2016 Digitale economie en arbeidsmarkt". <https://werk.belgie>.

- be/sites/default/files/nl/modules_pages/publicaties/document/consup_hogeraad/hrw-2016.pdf?id=45081.
- Frey, C.B. en Osborne, M.A. (2017). "The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?", *Technological Forecasting and Social Change*, vol. 114, 254-280. <https://doi.org/10/gc3fzf>.
- Haenlein, M. en Kaplan, A. (2019). "A Brief History of Artificial Intelligence: On the Past, Present, and Future of Artificial Intelligence", *California Management Review*, vol. 61, nr. 4, 5-14. <https://doi.org/10.1177/0008125619864925>.
- Hendrickx, K. (2018). *Mapping the landscape of online job vacancies—Belgium*. Cedefop. https://www.cedefop.europa.eu/files/r/mi_-_mapping_online_vacancies_belgium.pdf.
- Keynes, J.M. (1931). *Essays in Persuasion*, London, Papamoa Press, 190 p.
- Kleinberg, J., Ludwig, J., Mullainathan, S. en Sunstein, C.R. (2018). "Discrimination in the Age of Algorithms", *Journal of Legal Analysis*, vol. 10, 113-174. <https://doi.org/10/gg26dt>.
- Lechner, M., Cockx, B. en Bollens, J. (2020). *Priority to unemployed immigrants? A causal machine learning evaluation of training in Belgium*. <https://arxiv.org/abs/1912.12864>.
- Leontief, W. (1952). "Machines and man", *Scientific American*, vol. 187, nr. 3, 150-164. <https://doi.org/10/cgg56n>.
- Mantoux, P. (2013). *The Industrial Revolution in the Eighteenth Century: An outline of the beginnings of the modern factory system in England*, Strand, Taylor & Francis, 552 p.
- McKinsey & Company. (2017). *A Future That Works: Automation, Employment, and Productivity*. Mimeo.
- Moravec, H. (1988). *Mind Children: The Future of Robot and Human Intelligence*, Cambridge, Harvard University Press, 214 p.
- O*NET Online. (2020, juni 16). 43-3031.00—Bookkeeping, Accounting, and Auditing Clerks. <https://www.onetonline.org/link/summary/43-3031.00>.
- Pitts, F. H., Lombardozzi, L. en Warner, N. (2017). "Speenhamland, automation and the basic income: A lesson from history?", *Renewal: A Journal of Social Democracy*, vol. 25, nr. 3-4, 145-155.
- Polanyi, M. en Sen, A. (2009). *The Tacit Dimension*, Chicago, University of Chicago Press, 108 p.
- Ryan, A.M. en Deros, E. (2019). "The unrealized potential of technology in selection assessment = El potencial de la tecnología no empleado en la evaluación de la selección", *Journal of Work and Organizational Psychology*, vol. 35, nr. 2, 85-92. <https://doi.org/10/gg2msh>.
- Šmihula, D. (2009). «The waves of the technological innovations», *Studia Politica Slovaca*, vol. 2, nr. 1, 32-47.
- Stateva, G., Saucy, F., Lucarelli, A., Wu, D., Maślankowski, J., Dumesnil de Maricourt, C., Grahonja, Č. en Špeh, T. (2020). "Methodological framework for processing online job adverts data for Official Statistics V.1.". https://webgate.ec.europa.eu/fpfis/mwikis/essnetbigdata/images/8/8f/WPB_Deliverable_B2_Methodological_framework_V1_2020_03_18.pdf.
- Swier, N., Hajnovic, F., Declite, T., Islam, C.-G., Rengers, M., Jansson, I., Wu, D., Elezovic, S., Grahonja, C., Pierrakou, C., Bisotti, E., Bergat, M., Eidelman, A., Alves, R. en Fernandes, M.-J.

(2018). *ESSnet Big Data Specific Grant Agreement No 2 (SGA-2) Final Technical Report Work Package 1 Web scraping / Job vacancies*. Mimeo.

Tuomo, I., Cabrera, M., Vuorikari, R. en Punie, Y. (2018). "The Impact of Artificial Intelligence on Learning, Teaching, and Education". Publications Office of the European Union. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC113226/jrc113226_jrcb4_the_impact_of_artificial_intelligence_on_learning_final_2.pdf.

Walsh, D. (1994). "The Lancashire "Rising" of 1826", *Albion*, vol. 26, nr. 4, p. 601-621. <https://doi.org/10/ctxdx4>.

Zadeh, A., Chan, M., Liang, P.P., Tong, E. en Morency, L.-P. (2019). "Social-iq: A question answering benchmark for artificial social intelligence", *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, 8807-8817.