

Meer en meer robots doen hun intrede in het magazijn. Wat betekent dat voor de mensen die er werken?

Robotisering en Human Capital in het magazijn

Michiel de Looze

TNO, Faculteit Gedrags- en Bewegingswetenschappen,
Vrije Universiteit

Frank Krause

TNO

SAMENVATTING

Meer en meer robots doen hun intrede in het magazijn. Wat betekent dat voor de mensen die er werken? Welke mensen zijn er binnenkort nog nodig en over welke kennis en vaardigheden moeten die mensen beschikken? Wat betekent robotisering voor de kwaliteit van het werk en voor de aantrekkelijkheid van functies? Wordt het straks (nog) lastiger om de juiste mensen te vinden? Bij elke vorm van robotisering en automatisering in het magazijn is het zinvol om over deze en andere vragen tijdig na te denken. Dit artikel gaat in op deze vragen aan de hand van de beschikbare literatuur.

119

Robotisering en arbeidsmarkt

Technologie ontwikkelt zich razendsnel: big data, robotica, machine learning en kunstmatige intelligentie. Nieuwe toepassingen stapelen zich op. De impact op ons dagelijks leven is voelbaar. De invloed op diverse aspecten van economie en maatschappij waarneembaar.

Vanzelfsprekend geldt dat ook voor de arbeidsmarkt. Sinds enige jaren is de invloed van robotisering op de arbeidsmarkt in Nederland onderwerp van onderzoek (Van Est & Kool, 2015, WRR, 2015, CPB, 2015). Over het algemeen is de conclusie dat de intrede van nieuwe technologieën tot substantiële veranderingen leidt in de structuur van de werkgelegenheid.

Opvallend is de verschuiving in het maatschappelijk debat van de laatste jaren. Frey en Osborne (2013) en daarna Deloitte (2014) waarschuwden nog dat door robotisering en automatisering bijna de helft van onze banen zou verdwijnen. Dit 'spookbeeld' was gedurende enige jaren overheersend in het debat. In genoemde studies werd er echter geen rekening gehouden met het feit dat er op de arbeidsmarkt ook nieuwe functies ontstaan. Van recent datum is de studie van OECD (Arntz e.a. 2016) die een minder desastreus beeld laat zien.

De OECD voorspelt een automatiseerbaarheid van 9% van de werkgelegenheid voor alle OECD landen samen en van 10% voor de situatie in Nederland. Daarbij verwacht de OECD dat vooral de banen van middelbaar- en laagopgeleiden onder druk staan. Hierdoor zijn er zorgen om een verdere verdieping van de tweedeling in de samenleving.

Sommige banen verdwijnen dus, maar het aantal banen dat verandert ten gevolge van nieuwe technologie ligt veel hoger. Immers, heel vaak wordt niet de gehele baan overgenomen, maar zijn het slechts specifieke taken binnen banen, die door robots en andere ICT systemen worden overgenomen. Hoe zit dat in het magazijn?

Robotisering en arbeid in het magazijn.

Het verbeteren van logistieke processen, het efficiënter maken en goedkoper; dat is de drijfveer achter de intrede van allerlei nieuwe toepassingen van technologie in de magazijnwereld: nieuwe vormen van informatie en communicatietechnologie (realtime analytics, automatic data capture, RFID), nieuwe managementsystemen (WMS, Lean Management), automatisering en robotisering van magazijnprocessen (AGVs, Goods-to-Man Systems, palletizing robots) en operator support systemen, technologie die erop gericht is de mens optimaal te ondersteunen bij het werk, zoals augmented reality en exoskeletonen.

Als we inzoomen op robotisering, dan zien we dat robots ingezet worden voor het intern transport in het magazijn en voor andere handelingen in het primaire proces, zoals pallet handling, colli picking, piece-picking en verpakken. Zie onderstaand overzicht, dat recent verscheen op logistiek.nl.

Tabel 1 Robots in het magazijn. Bron: Logistiek.nl, Redactie Logistiek, Buck Consultants, St.Onge, TICM, 2018

Pallet handling	Collo picking	Piece picking	Verpakking	Intern transport
Pallet kranen	Layer pickers	Shuttles	Polo bagging	Conveyors
Pallet shuttles	Shuttles	Miniload picking	Carton Dropping	AGV's
AGV's	Miniload kranen	A-frames	Carton folding standard	Monorail conveyor
Automatische reachtrucks	Carrousels	Carrousels	Carton folding specific	Shuttles
Automatische VNA trucks	Stacker cranes	Robot picking	Envelope packing	Pipe line
Doorrollocaties	Robot picking	Sorting	Carton erectors	Floor chain

Dus veel technologie in het magazijn. Niemand twijfelt er nog aan dat deze trend van automatisering en robotisering zich verder door zal trekken in de komende jaren. Tegelijkertijd zien we dat in veel magazijnen nog heel veel mensen aan het werk zijn. In circa 80% van de magazijnen is de handling van materialen nog grotendeels manueel, mensenwerk dus. Circa 15% van de magazijnen is in beperkte mate geautomatiseerd; dat betekent bijvoorbeeld dat er conveyors, sorters en/of goods-to-man-systemen in gebruik zijn genomen. Slechts 5% van de magazijnen in Nederland is verregaand geautomatiseerd. (Deze cijfers zijn gerapporteerd door Bonkenburg in een publicatie van De Koster (2015).)

Het onderzoeksinstituut Panteia telde dat er in Nederland in het jaar 2017, 942.000 mensen werkzaam waren in een logistiek beroep (Panteia 2018). Dit betreft niet alleen functies in het magazijn, ook daarbuiten. Maar de vraag of 'het licht al uit kan in het magazijn', is nog niet aan de orde. Voorlopig is het een combinatie van mensen, robots en andere technologie die de uitdagingen in het magazijn in termen van productiviteit, throughput en flexibiliteit moeten realiseren.

Impact op arbeid en skills

Wat zijn de effecten van robotisering op de structuur van de vraag naar arbeid? OECD verwacht vooral dat de banen van middelbaar- en laagopgeleiden onder druk komen te staan. CPB onderzoek (CPB, 2015) bevestigt dat het aandeel beroepen op middelbaar niveau de afgelopen jaren inderdaad is afgenomen en dat de werkloosheid onder middelbaar opgeleiden is gestegen. Onderzoek van Goos, Manning en Salomons (2014) laat daarentegen zien dat het aandeel banen op laag niveau de laatste jaren nog is toegenomen.

121

Deze bevindingen geven 'slechts' een algemene indruk van de recente verschuivingen in de vraag naar arbeid op de Nederlandse arbeidsmarkt. Meer gedetailleerde informatie over de impact van technologische ontwikkelingen op de aard en inhoud van het werk is nodig om scherp in beeld te krijgen wat de verschuivingen in de werkgelegenheidsstructuur precies behelzen. Dat kan bedrijven, sociale partners, onderwijsinstellingen en werknemers helpen hun opleidings- en ontwikkelingsinspanningen gericht aan te laten sluiten bij de taken van de (nabije) toekomst (Boersma e.a. 2018).

Op het niveau van arbeidsinhoud en veranderingen in taken ten gevolge van robotisering is nog maar beperkt onderzoek gedaan, overwegend op een vrij hoog abstractieniveau. Van de Berge en Ter Weel (2015) stelden vast dat over de arbeidsmarkt als geheel de routinematige cognitieve en routinematige fysieke taken afnemen, terwijl de non-routinematige, analytische en interactieve taken toe nemen. Dit is logisch omdat juist het routinematig werk als eerste door de robot kan worden overgenomen. Uit onderzoek in de Verenigde Staten (Levy & Murnane, 2013) blijkt verder dat naast routinematige handmatige en cognitieve,

maar ook de non-routinematige handmatige taken op langere termijn in belang afnemen, terwijl het oplossen van ongestructureerde problemen en het werken met nieuwe informatie belangrijker wordt. De verwachting is dat de ontwikkeling naar minder routinematige en meer complexe taken zich wereldwijd doorzet. Deze ontwikkelingen zullen, als hier geen expliciete aandacht voor is, verder bijdragen aan de polarisatie op de arbeidsmarkt. Welke toegepaste technologie belangrijk is en wat de specifieke impact is van technologieën op de inhoud van functies en taken en benodigde competenties verschilt echter per sector (SER, 2016; Oeij, Van der Torre, Van de Ven, Sanders, & Van der Zee, 2016).

Meer concrete handvatten biedt eerder TNO-onderzoek uitgevoerd door Boersma e.a. (2018). Uitgangspunt voor dit onderzoek vormden vier hoofdcategorieën van nieuwe technologieën, namelijk (1) robotisering en cobotisering, (2) Internet of Things en cyber-physical systems, (3) 3-D printing en additive manufacturing en (4) nanotechnologie en nieuwe materialen. Boersma e.a. brachten voor deze technologieën in kaart wat de gevolgen zijn voor de arbeidsinhoud en voor de vereiste competenties in verschillende technische beroepen. De conclusie voor robotisering en cobotisering voor wat betreft de impact op de beroepen van operator en programmeur en onderhoudstechnicus was als volgt. Operators gaan minder handmatig en routinematig werk doen en worden minder fysiek belast. Daarvoor in de plaats moeten ze de robots bedienen, het proces monitoren en logistieke handelingen verrichten. Om dat te kunnen doen hebben ze basiskennis en vaardigheden nodig rondom het (samen)werken met, en (eenvoudig) programmeren van, robots en cobots. Ook moeten ze eenvoudige storingen kunnen oplossen en is basiskennis nodig op het gebied van veiligheid en arbo. De programmeurs en onderhoudstechnici voeren complexere taken uit op het gebied van programmeren, onderhoud en storingsanalyse. Daarvoor hebben ze meer diepgaande kennis nodig over de werking en eigenschappen van de robots en cobots en de softwarematige aansturing. Programmeurs en onderhoudstechnici spelen ook een rol in het optimaliseren van werkprocessen, waarvoor procesinzicht van belang is.

122

Dergelijke verschuivingen naar relatief minder routinematig en relatief meer complex werk spelen ook tot op zekere hoogte in de logistieke sector. Nu al heeft ruim een derde van de ruim 900.000 mensen met een logistiek beroep een hogere logistieke functie. Dit zijn functies op mbo-3/4, hbo- of wo-niveau (Panteia, 2018). Panteia verwacht dat de vraag naar hoger logistiek personeel de komende 5 jaar met 1% per jaar zal groeien.

Hoe krijgt de logistiek manager grip op deze zaken? Wat zijn bij de aanschaf en in gebruik name van een specifieke robot in het magazijn de concrete consequenties voor de vaardigheden en competenties van medewerkers die de robots moeten bedienen, voor de medewerkers die de robots moeten onderhouden, voor de medewerkers die verantwoordelijk zijn voor planning en voorbereiding, etc.? Hiervoor is de functieprofielenmethodiek (FPM) ontwikkeld en beschreven door Oeij e.a. (2017). Zoals de naam al aangeeft, staat hierin het

functieprofiel van de desbetreffende medewerker centraal. Een functieprofiel is een omschrijving van het takenpakket van een medewerker in een bepaalde functie of beroep. In een functieprofiel wordt de vereiste opleiding, vakinhoudelijke kennis en technische vaardigheden (beroepsmatige vaardigheden), en sociale competenties (persoonlijke kwaliteiten en attitudes) genoemd waarover een werknemer dient te beschikken. In de FPM is een dynamisch element ingebouwd, namelijk een indicatie welke taken in aard en omvang toenemen, gelijk blijven, afnemen, of nieuw zijn. Dit heeft te maken met het kunnen inschatten van het effect van technologie op de functie in de komende tijd (circa de komende drie tot vijf jaar). Een FPM-analyse biedt werknemers en werkgevers concrete handvatten om een idee te krijgen welke veranderingen in beroepen in de nabije toekomst plaatsvinden. (Oeij e.a. 2017)

Impact op kwaliteit van arbeid

Wat betekent robotisering verder voor de magazijnmedewerker? Wordt het werk in het magazijn er 'beter' of 'slechter' op met de introductie van meer robots. Met andere woorden: wat gebeurt er met de kwaliteit van arbeid? Deze vraag is relevant voor de medewerker zelf uiteraard, maar ook vanuit bedrijfsperspectief wanneer we ons realiseren dat tevreden medewerkers gemotiveerder in hun werk staan en waarschijnlijk productiever zullen zijn. Bovendien, de kwaliteit van arbeid is bepalend voor de aantrekkelijkheid van werken in het magazijn, niet onbelangrijk in deze tijd van de schaarste op de arbeidsmarkt, zeker in verschillende logistieke regio's van ons land.

Kwaliteit van arbeid is een breed begrip en omvat verschillende dimensies. De standaard voor het monitoren van kwaliteit van arbeid is de Job Quality Index (JQI) van de OECD (Warhurst e.a. 2017). De JQI omvat de dimensies: salaris, baanzekerheid en kwaliteit van de werkomgeving. De laatste dimensie, de kwaliteit van de werkomgeving, wordt bepaald door de balans (of disbalans) tussen 'stressoren' die het werk met zich mee brengt en de 'resources' waaruit medewerkers kunnen putten. Hierbij kan het gaan om (1) fysieke factoren (lichamelijke belasting zoals bij tillen, dragen, duwen, trekken, repeterende bewegingen en trillingen), (2) cognitieve factoren (mentale belasting), (3) psycho-sociale factoren (ervaren werkdruk, controlemogelijkheden en autonomie, sociale steun en (4) omgevingsfactoren (veiligheid, geluid, temperatuur, straling, gevaarlijke stoffen)

Op de vraag wat het effect van robotisering op kwaliteit van arbeid is, valt geen eenduidig antwoord te geven. Op globaal niveau zijn tot op heden geen resultaten gepubliceerd. De praktijk laat zien dat effecten op verschillende dimensies en factoren van kwaliteit van arbeid zeer divers kunnen zijn en sterk afhankelijk van type robot en de applicatiecontext. Hieronder gaan we achtereenvolgens in op fysieke, cognitieve, psycho-sociale en omgevingsfactoren

Voor robots die **fysiek** bijdragen aan de material handling, is het effect op de lichamelijke eisen die het werken in het magazijn stelt het meest duidelijk. Waar het manueel verplaatsen van lasten in zijn geheel of gedeeltelijk wordt overgenomen door robots of robotsystemen, neemt de lichamelijke belasting op medewerkers logischerwijze af. Bijvoorbeeld, geautomatiseerde goods-to-man-systemen nemen het transport van goederen over en elimineren veel tillen, dragen, duwen of trekken. De gezondheidsrisico's die gerelateerd zijn aan frequent tillen, dragen, duwen en trekken nemen daardoor ook af. Dit beïnvloedt de kwaliteit van arbeid en aantrekkelijkheid van het werk uiteraard in positieve zin. Daarnaast draagt het bij aan de duurzame inzetbaarheid, bij een verouderende arbeidspopulatie is dit niet onbelangrijk.

Pick-support AGVs en robotsystemen als de Amazon warehouse robot of Exotec's Skypod reduceren ook de loopafstanden naast het feit dat ze de handelingen van het duwen en trekken van karren elimineren. Evenzo nemen in het geval van flexibele robots die worden ingezet bij het inpakken of bij het palletizeren de lichamelijke eisen bij dit type werk geheel of gedeeltelijk af, afhankelijk van de resterende activiteiten.

124

Hoewel al snel de indruk kan ontstaan dat robots niets dan goeds betekenen voor de fysieke belasting, is het toch van belang de nieuwe taak- of het nieuwe functieprofiel (dat ontstaat na introductie van de robot) te beschouwen, want er kunnen nieuwe risico's ontstaan. Een duidelijk voorbeeld hiervan is de shift van een man-to-goods naar een goods-to-man-systeem. Inderdaad reduceert een dergelijk systeem de lichamelijke eisen doordat het tillen en dragen van goederen bij het traditionele orderverzamenen wordt geëlimineerd, maar tegelijkertijd nemen de risico's van hoogrepetierend en monotoon werk toe op de hoog-volume pickstations (Könemann e.a. 2012).

In het algemeen geldt, vanuit het perspectief van kwaliteit van arbeid, dat het van belang is uit te komen bij een taakprofiel waarbij de fysieke eisen niet te hoog maar ook niet te laag worden, omdat in beide gevallen gezondheidsrisico's kunnen toenemen.

Voor de **cognitieve** taakeisen ligt het niet anders: sommige cognitieve eisen kunnen toenemen terwijl tegelijkertijd andere kunnen verdwijnen. Of overall de cognitieve belasting toe of afneemt is afhankelijk van de specifieke situatie. De hiervoor genoemde robots of robotsystemen doen in het algemeen, naast de lichamelijke eisen, de cognitieve eisen afnemen. De informatieverwerking, het nemen van beslissingen en het continue geconcentreerd blijven, cruciale aspecten van cognitieve werkbelasting kunnen door robots worden overgenomen. De pick-support AGV bijvoorbeeld kan de werknemer leiden naar de juiste picklocatie en checkt daar of de juiste goederen worden verzameld. Amazon's magazijnrobot and Exotec's Skypod brengen 'slechts' het juiste product naar de medewerker.

Een robotsysteem kan de cognitieve belasting ook doen toenemen. Eerder stelden we dat meer complexe cognitieve vaardigheden gevraagd worden bij het gebruik van robots, bijvoorbeeld bij het instellen en monitoren en het ingrijpen bij fouten. Bij onvoldoende voorbereiding op deze nieuwe taakeisen neemt de cognitieve belasting toe. De cognitieve belasting zien we ook toenemen wanneer de medewerker nauw moet samenwerken met een robot, maar niet voldoende informatie krijgt of niet volledig kan vertrouwen op de output die de robot levert. Tenslotte, zien we dat taken die eerst bestonden uit lichamelijke en cognitive componenten, veranderen in (bijna) uitsluitend cognitieve taken (bijvoorbeeld het monitoren van processen). Ook hier neemt de cognitive belasting toe en is het zaak om te waken voor cognitieve overbelasting. Naast een toegenomen risico op stress, neemt de foutenkans in deze situaties sterk toe.

Behalve fysieke en cognitieve factoren zijn het **psychosociale** factoren die de kwaliteit van arbeid bepalen. Psychosociale factoren krijgen recent veel aandacht gezien de grote hoeveelheid mensen die aan psychosociale klachten als stress en burn-out lijden

Een psychosociale factor die relevant is in het licht van robotisering is autonomie: de mate van controle die men heeft of denkt te hebben over het werk. Dit is typisch iets dat kan veranderen met de introductie van robots, zeker wanneer de robot leidend is en het moeilijk voor mensen is om invloed uit te oefenen. In het algemeen gaat men er van uit dat het onwenselijk is wanneer de robot leidend is over de mens, vooral wanneer dit bij de medewerker tot het besef leidt dat hij geen controle heeft en een 'slaaf' van de robot wordt. Bijvoorbeeld in het geval van een pick-support AGV, waarbij de medewerker geen invloed heeft op de bewegingssnelheid en er geen andere opties zijn dan strikt de robot te volgen. Dit kan aanvankelijk een boost geven aan de productiviteit, maar op termijn kan het tot weerstand leiden om met dit systeem te werken of zelfs tot stress. Tegengeluiden zijn er ook: Gombolay (2014) suggereert juist dat het niet per se positief is, noch voor de productiviteit, noch voor de werktevredenheid van de werknemer wanneer de medewerker controle kan uitoefenen op de robot. Werknemers zouden het juist prettig vinden om met min of meer autonome robots te werken.

Door de inzet van robotsystemen kan verder de sociale werkomgeving voor medewerkers veranderen. Zelf hebben we dat gezien bij de introductie van een goods-to-man-systeem, waarbij de ontstane werkstations voor de orderpickers zo ver van elkaar verwijderd waren dat men niet meer met elkaar kon communiceren en dat elk gevoel van samenwerking met collega's verdween. Voor veel werknemers zijn dit belangrijke aspecten voor tevredenheid over het werk.

De meest relevante factor als het gaat om robots op de werkvloer is veiligheid, hier geschaard onder de **omgevingsfactoren**. Terecht krijgt dit aspect alle aandacht wanneer ro-

bots dezelfde ruimte gaan delen met medewerkers (pick-support AGVs, flexibele inpak of stapelrobots). We beschouwen hier de intrinsieke veiligheid van een robotapplicatie niet slechts als een factor die bijdraagt aan de kwaliteit van arbeid, maar veel meer dan dat, namelijk als voorwaarde voor de implementatie van robots in het magazijn. Verder ligt het niet in de lijn van verwachting dat andere omgevingsfactoren in relevante mate beïnvloed worden door de in gebruik name van robots in het magazijn. In sommige gevallen kan de geluidsproductie van robots een uitzondering vormen.

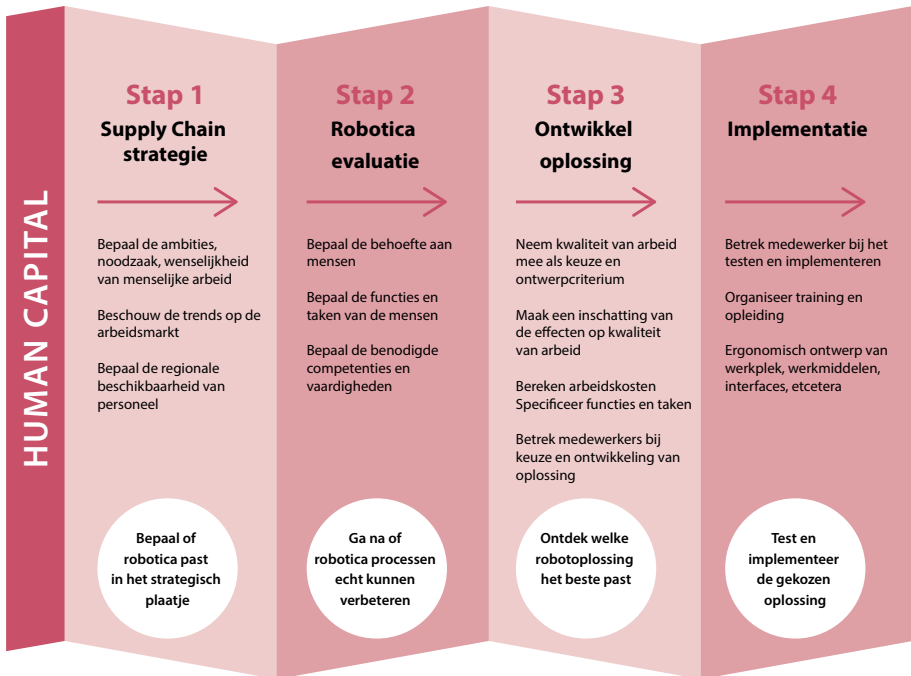
Human Capital en Robotisering

Wanneer men gaat robotiseren verandert het werk. Door de aanschaf van robots veranderen functies en taken, veranderen de benodigde competenties en vaardigheden, zijn er effecten op de kwaliteit en de aantrekkelijkheid van het werk door veranderingen in lichamelijke, cognitieve en psychosociale factoren. De richting en mate van verandering is afhankelijk van bijvoorbeeld de robotapplicatie, de context en de mensen die direct of indirect met de robots aan de slag gaan.

126

Een ander aandachtspunt is dat het werk verandert bij robotisering, maar dat dit niet per sé door de robot zelf wordt bepaald als wel door de ontwerpkeuzes die we zelf maken. De taakallocatie (wat laten we de mens en wat laten we de robot doen) is daarbij een essentieel keuzemoment. Wij pleiten voor mensgericht ontwerpen waarbij naast aandacht voor de efficiency, kwaliteit en kosten, ook in een vroeg stadium aandacht uitgaat naar 'human factors'.

Maar hoe doen we dat in de praktijk? Hierbij refereren we graag naar de eerder gepubliceerde Roadmap Robotics in Warehousing (Redactie Logistiek, Buck Consultants, St.Onge, TICM, 2018). Deze roadmap bestaat uit vier stappen die doorlopen zouden moeten worden om tot succesvolle robotisering in het magazijn te komen. Deze vier stappen, 'supply chain strategie', 'robotica evaluatie', 'ontwikkeling van de oplossing' en 'implementatie', worden goed beschreven in het artikel en per stap worden handvatten geboden aan de logistiek manager. Dit gaat van het beschouwen van relevante trends en marktdynamiek en het maken van strategische bedrijfskeuzes (in stap 1) tot en met het bouwen, testen, 'live' gaan en optimaliseren van de robotoplossing (in stap 4). Voor een volledig overzicht verwijzen we graag naar het genoemde artikel. Wat we zelf toe zouden willen voegen aan deze roadmap, per stap, zijn de verschillende elementen die van belang zijn vanuit het perspectief van human capital, zoals genoemd in figuur 1. Ook hier geldt: houd zo vroeg mogelijk rekening met de relevante aspecten van human capital. Zo lang de mens in het magazijn nog een onmisbare schakel vormt in het magazijn, tussen alle mogelijke robots en andere technologie, vergroot dit de kans op succesvolle robotisering en voorkomt dit mogelijke teleurstelling (extra kosten) in een later stadium.



Figuur 1 Aandachtspunten ten aanzien van Human Capital toegevoegd aan de eerder beschreven Roadmap Robotics in Warehousing door Redactie Logistiek, Buck Consultants, St.Onge en TICM. <https://intern.logistiek.nl/whitepaper-roadmap-robotics-in-warehousing>

Conclusies

Robotisering leidt ertoe dat het werk minder routinematig en meer complex wordt. Dit is de algemene trend en het is de verwachting dat dit verder doorzet. In de magazijnwereld neemt de vraag naar hoger logistiek personeel (vanaf mbo3/4) de komende jaren toe. Over de (macro-)effecten van robotisering op kwaliteit van het werk in zijn algemeenheid is nog weinig bekend. Meer onderzoek is nodig om hier een goed beeld van te krijgen. Vaststaat wel dat de effecten divers zijn, afhankelijk van type robot, de applicatie en type medewerker. Cruciaal hierin is, welke taken gaat de robot doen en welke taken de mens? Voor de logistiek manager die robotisering gaat toepassen, biedt de eerder gepubliceerde 'Roadmap Robotics in Warehousing' de nodige handvatten. In deze roadmap zouden ook aspecten van human capital hun plek moeten krijgen. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de beschikbaarheid van personeel, de benodigde competenties, de kwaliteit van arbeid, mensgericht ontwerpen, en training en opleiding.

Literatuur

- Arntz, M., Gregory, T. & Zierahn, U. (2016). The risk of automation for jobs in OECD Countries: A comparative analysis (no. 189). Parijs: OECD Publishing.
- Van den Berge, W., & Ter Weel, B. (2015). *Baanpolarisatie in Nederland*. CPB Policy Brief 2015/13. Den Haag: CPB.
- Boersma, M., van der Torre, W., Janssen, J. & Sanders, J. (2018) Technische beroepen in transitie
Tijdschrift voor Arbeidsvraagstukken 34 (3), 370-389.
- Deloitte. (2014). *De impact van automatisering op de Nederlandse arbeidsmarkt: Een gedegen verkenning op basis van Data Analytics*. Amstelveen: Deloitte.
- Frey, C.B., & Osborne, M.A. (2013). *The future of employment: How susceptible are jobs to computerisation?* Paper. Oxford, UK: Oxford Martin School, Oxford University.
- Gombolay, M.C., Gutierrez, R.A., Clarke, S.G., Sturla G.F. & Shah, J.A. (2015) Decision-making authority, team efficiency and human worker satisfaction in mixed human-robot teams. *Autonomous Robots* 39 (3), 293-312
- Goos, M., Manning, A., & Salomons, A. (2014). Explaining job polarization: Routinebiased technological change and offshoring. *AER*, 104(8), 2509-2526.
- De Koster, R. (2015) Past and future. Perspectives on Material Handling. Uitgave van Erasmus Research Institute of Management, Erasmus Universiteit Rotterdam
- Könemann, R., Bosch, T. & De Looze MP (2012) Movement strategy and performance in a high-volume order picking workstation. *J Work, Prevention, Assessment & Rehabilitation* 4, 1311-1315
- Levy, F., & Murnane, R.J. (2013). *Dancing with robots: Human skills for computerized work*. Washington: Third Way.
- Oeij, P.R.A., Van der Torre, W., Van de Ven, H.A., Sanders, J.M.A.F., & Van der Zee, F.A. (2016). *Nieuwe technologie en werk: Onderzoek en beleidsadvies voor UWV*. Leiden: TNO
- Oeij, P.R.A., van der Torre, W., van de Ven, H.A., Sanders, J.M.A.F. & van der Zee, F.A. (2017). *Functieprofielenmethodiek om het effect van technologie op werk in kaart te brengen*. OVER.WERK Tijdschrift van het Steunpunt Werk / Uitgeverij Acco
- Panteia (2017). *Arbeidsmarkt en Onderwijs. Logistiek Kwantitatief. Cijfermatige update 2018* Zoetermeer: Panteia.
- Redactie Logistiek, Buck Consultants, St.Onge en TICM. *Roadmap Robotics in Warehousing* <https://intern.logistiek.nl/whitepaper-roadmap-robotics-in-warehousing>
- Sociaal-Economische Raad (SER). (2016). *Verkenning en werkagenda digitalisering: Mens en technologie: samen aan het werk*. Den Haag: Sociaal-Economische Raad.
- SER. (2016). *Mens en Technologie: Samen aan het werk*. Geraadpleegd via: <https://www.ser.nl/nl/publicaties/adviezen/2010-2019/2016/mens-technologie.aspx>
- Van Est, R., & Kool, L. (Eds.). (2015). *Werken aan de robotsamenleving: Visies en inzichten uit de wetenschap over de relatie technologie en werkgelegenheid*. Den Haag: Rathenau Instituut.

Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid (WRR). (2015). *De robot de baas: De toekomst van werk in het tweede machinetijdperk*. Den Haag: Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid.

Warhurst, C., Wright, S. & Lyonette, C. (2017) Understanding and Measuring Job Quality. https://www.cipd.co.uk/Images/understanding-and-measuring-job-quality-1_tcm18-33193.pdf

Dit artikel is mede tot stand gekomen dankzij ondersteuning vanuit TKI Dialog.