

> TNO rapport voor  
AKC

# Gevolgen van robotisering voor de arbeidsbelasting en het arbeidsdeskundig handelen

**TNO** innovation  
for life

26 januari 2017 >

# › Gevolgen van robotisering voor de arbeidsbelasting en het arbeidsdeskundig handelen

Rapport voor	AKC De heer T. Hulsman
Datum	26 januari 2017
Auteurs	M. Douwes M.A. Huysmans (EMGO+/VUmc) M.P. de Looze K.O. Kraan
Projectnummer	060.19896/01.03
Rapportnummer	TNO 2017 R10091
Contact TNO	Marjolein Douwes
Telefoon	06 46 966 039
E-mail	marjolein.douwes@tno.nl

## **Gezond Leven**

Schipholweg 77-89  
2316 ZL LEIDEN  
Postbus 3005  
2301 DA LEIDEN  
[www.tno.nl](http://www.tno.nl)

T 088 866 61 00  
infodesk@tno.nl

© 2017 TNO

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor opdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Handelsregisternummer 27376655

Dit onderzoek werd begeleid door een begeleidingsgroep met vertegenwoordigers vanuit verschillende organisaties, te weten:

Tjeerd Hulsman, programmadirecteur en voorzitter AKC;  
Albert van der Burg, arbeidsdeskundige (Stigas);  
Ilonka Overberg, arbeidsanalist (UWV);  
Henk Oranje, arbeidsdeskundige (UWV);  
Hans Hoogeveen, arbeidsdeskundige (UWV);  
Pascal Hamels, arbeidsdeskundige (Arboned);  
Lily van Diepenbrugge, arbeidsdeskundige (Zelfstandige);  
Ronald Blonk, principal scientist (TNO) en lid programmaraad AKC.

# Samenvatting

## Vraagstelling

De robotisering van arbeid voltrekt zich snel. Er verdwijnen banen, maar er veranderen nog veel meer banen. 'Binnen banen' nemen robots en ICT-systemen een gedeelte van de waarnemings-, denk- en beslis-, en uitvoeringstaken van ons over. Dit betekent een verschuiving in de menstaken en daardoor een verschuiving in arbeidsbelasting.

Het AKC stelt daarbij de volgende vragen:

1. Wat is het gevolg van robotisering voor de arbeidsbelasting?
2. Wat is het effect van veranderde arbeidsbelasting in termen van kansen en bedreigingen voor mensen zonder en met arbeidsbeperkingen?
3. Wat zijn de gevolgen van robotisering voor het vak van de arbeidsdeskundige?

Op basis van casuïstiek, bestaande literatuur, expertraadpleging en input vanuit de betreffende beroepsgroep wordt in dit rapport antwoord gegeven op bovenstaande vragen.

## Definitie robotisering

Robotisering vatten we in dit project ruim op en omvat dus uiteenlopende robotvormen die in meer of mindere mate allerlei taken van mensen overnemen, zoals robots, cobots, operator support systemen maar ook digitalisering van administratieve processen.

In dit rapport onderscheiden we twee hoofdgroepen:

- › robots die fysieke ondersteuning geven;
- › robots die perceptief-cognitieve ondersteuning geven.

## Verschuivingen in arbeidsbelasting

Beide robotvormen hebben effect op de verschillende aspecten van de arbeidsbelasting of werkeisen. Deze kunnen sterk verschillend zijn, zowel positief als negatief, en sterk afhankelijk van de specifieke robot en de context waarin deze wordt toegepast. Doorslaggevend hierbij is wat waren de taken en arbeidseisen vòòr en wat waren de taken en arbeidseisen nà invoering van de robot of ICT-systeem. De mogelijke verschuivingen in arbeidsbelasting waarmee de arbeidsdeskundige rekening moet houden zijn geïventariseerd in tabel 4.6 (hoofdstuk 4).

## Kansen en bedreigingen

De verschuivingen in arbeidsbelasting, in positieve en in negatieve richting, geven kansen en bedreigingen voor mensen in termen van gezondheidsrisico's, werktevredenheid en duurzame inzetbaarheid. In dit rapport (hoofdstuk 5, tabel 5.1) zijn de kansen en bedreigingen geïventariseerd voor mensen met en zonder beperkingen. Dit is gedaan voor verschillende disbalansen, waarbij de genoemde disbalansen in de Leidraad Werkvoorzieningen het uitgangspunt vormden. Deze tabel laat zien dat de door robotisering veranderende werkeisen van dien aard kunnen zijn dat mensen met of zonder beperkingen een verhoogde kans op disbalansen kunnen lopen. Daarnaast zien we ook kansen, met name daar waar de robot of robotsystemen juist die taken overnemen waar mensen (met of zonder beperkingen) problemen mee hebben.

## Gevolgen voor het vak van de arbeidsdeskundige

Met de door robotisering gepaard gaande veranderingen in werkeisen en de ontstane kansen en bedreigingen verandert ook het werkveld van de arbeidsdeskundige. Daarbij is het van belang dat de arbeidsdeskundige:

- › de aard van de robotondersteuning kan herkennen;
- › de mate van de robotondersteuning kan herkennen;

- › de verschuiving in arbeidsbelasting in kaart kan brengen;
- › bedreigingen en de kansen voor mensen met beperkingen kan benoemen;
- › in staat is bedreigingen weg te nemen of te reduceren en kansen te benutten.

Wat dat laatste punt betreft, zou de arbeidsdeskundige bijvoorbeeld de kennis moeten hebben over de (programmerings)mogelijkheden die specifieke robotvormen bieden om deze optimaal af te stemmen op individuele cliënten. Ook zou de arbeidsdeskundige deze kennis moeten kunnen aanwenden.

### Roadmap

Wat moet er gebeuren om goed voorbereid te zijn op de toekomst, waarin meer mensen in een meer gerobotiseerde/gedigitaliseerde omgeving werkzaam zullen zijn?

- › Meer kennis is nodig over de technische mogelijkheden en praktische haalbaarheid om nieuwe technologie af te stemmen op specifieke groepen mensen met beperkingen. Dit vraagt om praktijkonderzoek (onder andere verzamelen van 'best practices') waarin expertise op het gebied van 'mens, arbeid en disbalans' en op het gebied van 'nieuwe technologie' ten volle wordt benut.
- › Bestaande en nieuwe kennis over robotisering moeten bij de arbeidsdeskundige terecht komen en daarbij toegankelijk en toepasbaar worden gemaakt. Dit vraagt om
  - verspreiding van de kennis, bijvoorbeeld via kennisdossiers van het AKC;
  - aandacht voor 'robotisering' in het opleidingsplan van de beroepsgroep;
  - aanvullingen op het bestaande instrumentarium van de arbeidsdeskundige.

### Conclusies

- › Robotisering leidt tot verschuivingen in arbeidsbelasting, die zowel kansen en bedreigingen met zich mee brengen voor mensen zonder en met arbeidsbeperkingen.
- › Waar de robots of ICT-systemen juist die taken kunnen overnemen waar mensen met beperkingen moeite mee hebben, ontstaan kansen. Deze kansen worden tot op heden niet of nauwelijks benut.
- › De arbeidsdeskundige dient de aard en mate van robotondersteuning en de mogelijke verschuivingen in arbeidsbelasting te (her)kennen en de kansen en bedreigingen te kunnen benutten en reduceren.
- › Bovenstaande vraagt om de ontwikkeling van nieuwe toepasbare kennis en het overdragen van bestaande en nieuwe toepasbare kennis aan arbeidsdeskundigen.

# Inhoudsopgave

Samenvatting.....	i
1 Inleiding.....	1
1.1 Arbeidsdeskundig handelen in een robotiserende arbeidsmarkt.....	1
1.2 Doel en vragen van het onderzoek.....	2
1.3 Leeswijzer.....	2
2 Aanpak van het onderzoek.....	3
2.1 Begeleidingsgroep.....	3
2.2 Vaststellen gevolgen robotisering voor arbeidsbelasting (fase 1).....	3
2.3 Vaststellen gevolgen veranderde arbeidsbelasting voor disbalansen (fase 2).....	4
2.4 Vaststellen gevolgen voor het vak van de arbeidsdeskundige.....	5
3 Definitie en differentiatie robotisering.....	6
3.1 Definitie.....	6
3.2 Diversiteit aan toepassingen robotisering.....	6
3.3 Differentiatie in robotvormen.....	7
4 Gevolgen van robotisering voor de arbeidsbelasting.....	10
4.1 Introductie.....	10
4.2 Literatuur over robotisering en arbeidsbelasting.....	10
4.3 Gevolgen robotisering op de arbeidsbelasting - op basis van casuïstiek.....	11
4.3.1 Gevolgen voor fysieke werkeisen.....	12
4.3.2 Gevolgen voor psychosociale werkeisen.....	16
4.3.3 Gevolgen voor perceptief-cognitieve werkeisen.....	19
4.3.4 Gevolgen voor fysieke werkeisen.....	21
4.4 Samenvatting gevolgen voor de arbeidsbelasting.....	22
5 Kansen en bedreigingen van robotisering voor mensen met en zonder beperkingen.....	25
6 Gevolgen van robotiseren voor arbeidsdeskundig handelen en instrumentarium.....	33
6.1 Wat betekent robotisering voor het arbeidsdeskundig handelen?.....	33
6.2 Wat heeft de arbeidsdeskundige daarvoor nodig?.....	34
6.3 Welke ontwikkelingen zijn hiervoor nodig (ingrediënten voor de roadmap)?.....	34
7 Conclusies.....	37
Referenties.....	38
Bijlage 1 Gevolgen van robotisering voor de arbeidsbelasting: samenvatting casuïstiek.....	40

# 1 Inleiding

## 1.1 Arbeidsdeskundig handelen in een robotiserende arbeidsmarkt

De technologie ontwikkelt zich zeer snel, vaak nog sneller dan men zou verwachten. Het leidt tot allerlei nieuwe robot-applicaties, die in toenemende mate ons dagelijks leven beïnvloeden, zowel thuis als op het werk. Het is met name de technologische vooruitgang die gelijktijdig geboekt wordt op verschillende gebieden, zoals sensortechnologie, navigatiesystemen, big data, cloud computing en kunstmatige intelligentie, die maakt dat er allerlei nieuwe robottoepassingen ontstaan. Wat er uit springt, is de toename in denkkraft van robots of robotsystemen: die typeert de huidige technologische revolutie ten opzichte van alle voorgaande (Brynjolfsson & McAfee, 2014).

Robots kunnen nu bijna alles. Robots kunnen waarnemen, nadenken, interpreteren en beslissingen nemen, de fysieke uitvoering op zich nemen en daarover ook nog eens reflecteren. En zo kan de robot ons ondersteunen bij allerlei waarnemings-, denk- en beslis-, en uitvoeringstaken en combinaties daarvan. Toch zijn er ook nog taken waar de mens zelf beter in is. De robot kan ons niet goed helpen bij taken die een hoge mate van creatief (out-of-the-box) denken vergen of bij taken waarin de sociale interactie cruciaal is. Ook in motorisch complexe handelingen is de robot nog lang niet zo ver als de mens. Er is geen robot die bijvoorbeeld je veters kan strikken of je haar kan knippen.

De technologische ontwikkeling (robotisering/digitalisering) verandert de arbeid en de arbeidsmarkt (Van Est & Kool, 2015; Berge & Ter Weel, 2015; Brynjolfsson & McAfee, 2014; Frey & Osborne, 2013). Nog maar enkele jaren geleden was het vooral een negatief toekomstbeeld dat geschetst werd: 'De robots pakken ons werk af!'. Het beeld dat geschetst wordt in de meer recente rapporten (Went e.a., 2015; SER, 2016) is genuanceerder. Door robotisering zal de werkgelegenheid in specifieke beroepsgroepen sterk afnemen, maar vooral wordt benadrukt dat robotisering heel veel banen gaat beïnvloeden, doordat steeds meer mensen met robotsystemen gaan samenwerken. Het werk zal nog veel vaker veranderen dan verdwijnen. Daarbij moeten we ook af van het negatieve beeld dat robotisering 'ons overkomt' en dat er 'niets aan te doen valt'. In het rapport 'De Robot de Baas' (Went e.a., 2015) wordt gepleit voor een *proactieve opstelling*: om de vruchten te plukken van de robotisering zullen we de robotisering zelf vorm moeten geven, waarbij we het vooral moeten zoeken in de optimale samenwerking van mens en robot.

Het AKC heeft vorig jaar de vraag opgeworpen wat de trend van robotisering gaat betekenen voor de beroepsgroep van de arbeidsdeskundigen. Duidelijk is dat de eisen die arbeid stelt aan arbeidskrachten en de eventuele risico's op het ontstaan van disbalans, aan verandering onderhevig zijn. Dit geldt zowel voor de algehele beroepsbevolking als voor mensen met specifieke mogelijkheden en beperkingen. Maar hoe zien die veranderingen in de arbeidsbelasting er uit? En welke kansen en bedreigingen brengt dat met zich mee voor verschillende groepen van de beroepsbevolking? En wat betekent dat voor het professioneel handelen van de arbeidsdeskundige? Dat zijn vragen die dit rapport behandelt.

## 1.2 Doel en vragen van het onderzoek

De doelstelling van het onderzoek is om de gevolgen van technologische ontwikkelingen (robotisering) voor het arbeidsdeskundig handelen te verkennen en op basis van de bevindingen een roadmap voor de beroepsgroep van de arbeidsdeskundigen te formuleren.

De hoofdvraag van het AKC is:

*‘Wat betekenen de technologische ontwikkelingen (robotisering) voor mensen (met beperkingen) in relatie tot arbeid en wat zijn de implicaties voor de arbeidsdeskundigenpraktijk?’*

Deze hoofdvraag laat zich vertalen in drie deelvragen:

1. Wat is het gevolg van robotisering voor de arbeidsbelasting?
2. Wat is het effect van veranderde arbeidsbelasting op de relatie mens-arbeid in termen van kansen en bedreigingen voor mensen zonder en met arbeidsbeperkingen?
3. Wat zijn de gevolgen van robotisering voor het vak van de arbeidsdeskundige (ingredienten voor een roadmap)?

## 1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 geeft de aanpak van het onderzoek weer. In hoofdstuk 3 beschrijven we de gehanteerde definitie van robotisering en differentiatie van robotvormen. Op basis van casuïstiek geven we in hoofdstuk 4 een overzicht van de gevolgen van verschillende robot-/ondersteuningsvormen voor de arbeidsbelasting. Vervolgens bespreken we in hoofdstuk 5 de kansen en bedreigingen van veranderende arbeidsbelasting voor disbalansen en mensen met specifieke mogelijkheden en beperkingen. De consequenties van geconstateerde veranderingen voor het arbeidsdeskundig handelen en de ontwikkelingen die nodig zijn om daarop goed in te spelen beschrijven we in hoofdstuk 6. Het rapport sluit af met conclusies van het onderzoek (hoofdstuk 7).



## 2 Aanpak van het onderzoek

### 2.1 Begeleidingsgroep

Voorafgaand aan het onderzoek is in samenspraak met het AKC een begeleidingscommissie geformeerd, bestaande uit deskundigen en afgevaardigden van de beroepsgroep van de arbeidsdeskundigen. De commissieleden zijn eerder genoemd.

Deze begeleidingsgroep is 3 maal bijeen geweest om de vorderingen van het onderzoek en de vervolgstappen te bespreken.

### 2.2 Vaststellen gevolgen robotisering voor arbeidsbelasting (fase 1)

Om de gevolgen van robotisering te kunnen benoemen hebben we onderstaande projectstappen uitgevoerd.

#### 1. Definitie en differentiatie van robotisering

Het begrip robotisering is een breed, veelomvattend begrip. Wat valt er wel en niet onder? En welke categorieën kunnen we onderscheiden? Welke indeling van robotisering is het meest relevant voor dit onderzoek?

Activiteiten:

- › verkenning van gehanteerde definities en indelingen in de literatuur, in lopend onderzoek en bij toonaangevende instituties;
- › bepaling van de meest relevante indeling van robotvormen in het licht van de vraagstellingen van het AKC.

#### 2. Bepaling van de effecten van robotisering op de arbeidsbelasting

Voor een aantal (hoofd)vormen van robotisering zijn de potentiële effecten op de arbeidsbelasting in kaart gebracht.

Activiteiten:

##### › casuïstiek

In vier concrete praktijksituaties zijn de effecten van de implementatie van een specifieke robotvorm op de arbeidsbelasting bestudeerd. De geïmplementeerde robotvormen waren:

- industriële kooirobot;
- cognitief support systeem;
- digitalisering van een administratief proces;
- robotarm.

Bij de eerste drie cases is met de ALERT-methodiek de verandering in kaart gebracht door de intrede van de betreffende robotvorm. De ALERT-methode onderscheidt diverse aspecten van belasting (figuur 1). De blootstelling aan belasting wordt in ALERT gescoord in zes categorieën: dagelijks meerdere keren; dagelijks een enkele keer; wekelijks; maandelijks; jaarlijks; (bijna) nooit. Tijdens een werkbezoek aan de betreffende bedrijven is door expert-observatie voor de verschillende aspecten nagegaan wat de blootstelling was in de gerobotiseerde/geautomatiseerde situatie. Vervolgens is via een groepsinterview gevraagd naar de blootstelling in de oude, niet geautomatiseerde situatie.

In de vierde case zijn gegevens verzameld via gesprekken met het management, een stafmedewerker Research & Development (R&D) en een ergotherapeut, en een rondleiding langs enkele gerobotiseerde taken. Daarnaast bood een rapport van het bedrijf relevante informatie over de verandering van werkeisen (in kaart gebracht via de MELBA-methode).

Fysiek	Fysisch	Psychosociaal	Perceptief-cognitief
Energetisch Krachtuitoefening hele lichaam Krachtuitoefening armen handen Werkhoudingen Trillingen	Chemische stoffen Biologische agentia Geluid/lawaai Warmte/koude Veiligheid	Taakeisen Regelproblemen Agressie en geweld Emotionele belasting Werktijden Steun Autonomie	Opnamevermogen Concentratievermogen Informatieverwerking Handelingsvermogen

Figuur 2.1 Aspecten binnen vier domeinen van de arbeidsbelasting (methode ALERT)

- › **beoordelingssessie**  
De in de vier cases verzamelde data zijn besproken in bijeenkomsten met deskundigen vanuit het EMGO/VUmc en TNO op de verschillende domeinen van de arbeidsbelasting. Doel van deze sessies was om tot een gezamenlijk oordeel te komen over de verandering in de arbeidsbelasting per case per domein. De resultaten van de casuïstiek zijn daarna besproken met de begeleidingscommissie (10 mei 2016). Reacties en adviezen vanuit de begeleidingscommissie zijn meegenomen in de verdere verwerking van de informatie. Eén van die adviezen betrof de aansluiting bij de instrumenten FML/CBBS. Daartoe zijn de ALERT-aspecten aangevuld met aspecten vanuit de FML/CBBS. Waar mogelijk zijn aspecten samengevoegd om het overzicht meer hanteerbaar te maken;
- › **aanvullingen aan de hand van literatuur en raadpleging experts**  
De resultaten van de casuïstiek zijn eerst omgezet naar een samenvatting van de effecten op de arbeidsbelasting voor twee hoofdvormen van robotisering: robotiseringsvormen ter fysieke ondersteuning en robotiseringsvormen ter perceptief-cognitieve ondersteuning. Dit overzicht is vervolgens aangevuld na raadpleging van enkele experts op het gebied van robotisering en met inzichten vanuit de literatuur.

## 2.3 Vaststellen gevolgen veranderde arbeidsbelasting voor disbalansen (fase 2)

Aan de hand van de geconstateerde veranderende arbeidsbelasting is in fase 2 bestudeerd op welke manier door robotisering het risico verandert op een eventuele disbalans tussen arbeidsbelasting en belastbaarheid. We hebben hierbij de Leidraad Werkvoorzieningen voor de Arbeidsdeskundige (AKC 2014) gevolgd, die zeven disbalansen hanteert, namelijk: motorisch, visueel, auditief, verbaal, cognitief, energetisch en organisch.

### Activiteiten

- › **Beschouwing van disbalansen**  
We zijn nagegaan of er aanvullingen nodig waren op de in de Leidraad genoemde disbalansen, gezien de geconstateerde veranderingen in arbeidsbelasting. Na overleg met de begeleidingscommissie is de behoefte aan aanvulling vastgesteld en zijn enkele aanvullingen doorgevoerd.

- › **Inschatting van de effecten op mensen met een beperking**  
De gevolgen van robotisering voor de arbeidsbelasting zijn vervolgens uitgedrukt in kansen en bedreigingen van robotisering voor specifieke groepen mensen met een arbeidsbeperking (bijvoorbeeld fysieke, verstandelijke of sensorische beperking). Deze groepen zijn op basis van de verschillende soorten disbalansen gekozen. Zo wordt inzichtelijk welke robotiseringsvormen een bedreiging vormen in termen van disbalans en welke robotiseringsvormen juist kansen bieden voor specifieke groepen.
- › **Toetsing bij de begeleidingscommissie**  
De resultaten van voorgaande stappen zijn in de vorm van een conceptrapportage ter toetsing voorgelegd aan de begeleidingscommissie. Daarbij is tevens gevraagd naar de implicaties die zij zien voor het arbeidsdeskundig handelen, de instrumenten die zij daarvoor gebruiken en de opleidingen (met het oog op de derde onderzoeksvraag over gevolgen voor het vak van de arbeidsdeskundige).

## 2.4 Vastellen gevolgen voor het vak van de arbeidsdeskundige

Met de input van arbeidsdeskundigen is kort beschreven wat de ontwikkelingen betekenen voor het arbeidsdeskundig handelen en het instrumentarium van de arbeidsdeskundige. Hiermee is een advies opgesteld over welke kennis, vaardigheden en instrumenten nog ontwikkeld moeten worden om de arbeidsdeskundige toe te rusten voor de in de toekomst nog verder gerobotiseerde arbeidsmarkt. Deze vraag hebben we beantwoord in nauwe samspraak met de arbeidsdeskundigen/opleiders.

## 3 Definitie en differentiatie robotisering

### 3.1 Definitie

Met robotisering wordt in het algemeen het proces aangeduid waarbij steeds meer werkzaamheden worden uitgevoerd door robots in plaats van door menselijke arbeid. Wat er precies onder dit begrip valt, hangt vooral af van hoe ruim we de 'robot' definiëren.

Het AKC is vooral breed geïnteresseerd in hoe de arbeid en de werkeisen veranderen (en hoe daarop in te spelen) door allerlei vormen van nieuwe technologie. Daarom hanteren we hier een brede definitie.

Onderstaande stellingen geven weer wat we in dit rapport verstaan onder robotisering.

- › Robotisering omvat 'ontwikkelingen van programmeerbare of zelflerende hardware (robots) en software (ICT), die er in het werkveld toe leiden dat taken van mensen geheel of gedeeltelijk worden overgenomen'.
- › Hierbij gaat het om fysieke, waarnemings- en/of cognitieve taken, die worden overgenomen door bijvoorbeeld fysieke robots, vision-systemen en cognitieve support systemen (beslissingssoftware).
- › Toepassing vindt plaats in de volle breedte van het arbeidsveld: van digitalisering van administratieve processen bij bijvoorbeeld banken tot installatie van industriële robots in de maakindustrie.

### 3.2 Diversiteit aan toepassingen robotisering

De verscheidenheid aan toepassingen van robotisering die we onder deze brede definitie kunnen scharen, is groot en groeiende.

De gelijktijdige technologische ontwikkelingen op het gebied van sensortechnologie, big data, cloud computing en kunstmatige intelligentie maken dat robots steeds beter kunnen waarnemen, nadenken, interpreteren en beslissingen nemen, de fysieke uitvoering op zich kunnen nemen en daarop kunnen reflecteren. Zo ontstaat er een pallet aan robotvormen die specifieke arbeidstaken of combinaties van arbeidstaken van de mens kunnen overnemen. Hieronder volgt een beschrijving van slechts enkele vormen van robotisering.

In de industrie kennen we al sinds de jaren zeventig van de vorige eeuw de traditionele industriële robots of zogenaamde knikarm-robots. De vraag naar deze industriële robots blijft nog steeds groeien. Deze robots staan in fabrieken of magazijnen opgesteld in een afgeschermd omgeving en zijn veelal geprogrammeerd voor de uitvoering van een beperkt aantal taken met grote snelheid, een hoge precisie en betrouwbaarheid. Voor bijvoorbeeld laswerkzaamheden of het spuiten van onderdelen in de maakindustrie of het stapelen van producten op pallets kunnen dergelijke robots worden ingezet. De samenwerking van de mens met dergelijke robots is hier in feite beperkt: mens en robot zijn betrokken bij verschillende processtappen, strikt gescheiden in tijd en fysieke ruimte (Kolfshoten & Grooten, 2015).

Een zelfde scheiding zien we ook in de logistiek, in gerobotiseerde magazijnen, waar geautomatiseerde 'goods-to-man systemen' gebruikt worden om producten uit de magazijnstellingen op te halen en te transporteren naar vaste werkstations. Op deze werkstations zijn het mensen die de resterende handelingen verrichten voor het samenstellen van orders of het verpakken hiervan.

Intensiever wordt de mens-robot samenwerking bij de zogenaamde collaborative robots (ofwel cobots). Dit is een nieuwe generatie robots die haar weg naar praktische toepassing aan het vinden is. De cobot heeft de kooi verlaten. Hij staat op de werkvloer naast de mens en is met sensoren en kunstmatige intelligentie in staat om taken van de mens over te nemen en 'als een soort collega' met de mens samen te werken. De eerste cobots in de industrie zien we nu vooral bij relatief eenvoudige taken (zoals het beladen en ontladen van machines) waarbij de menselijke interactie niet veeleisend is. Deze ontwikkeling is veelbelovend en biedt potentiële voordelen ten opzichte van traditionele robots. Ze nemen weinig ruimte in, zijn relatief goedkoop, kunnen snel nieuwe taken leren en zijn daarmee flexibel inzetbaar. Het lijkt slechts een kwestie van tijd voordat nieuwe toepassingsvormen geïmplementeerd zullen worden. Hierbij zal de samenwerking met de mens intensiever worden. Taken op het gebied van waarnemen, informatieverwerking, beslissen en fysiek uitvoeren zullen 'naar beste inzicht' verdeeld en mogelijk in de tijd aangepast worden aan wisselende omstandigheden ('dynamische taakallocatie').

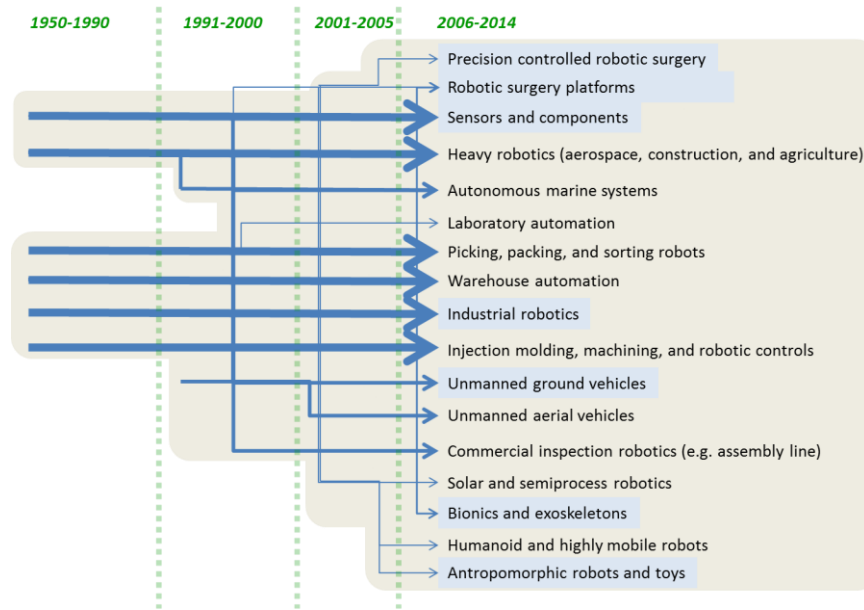
Verder neemt in veel sectoren de toepassing toe van robots die op afstand werken en door mensen worden gemonitord en/of aangestuurd. Deze vorm van robotica (tele-operatie) zien we bijvoorbeeld bij de inspectie en reiniging van objecten die moeilijk toegankelijk zijn voor de mens. Denk aan de inspectie van olie- en gasleidingen of de reiniging van tanks. Hier is de samenwerking van de mens met de robot intensief, waarbij duidelijk is dat de arbeidsinhoud drastisch is veranderd. Ook in de robotchirurgie is sprake van tele-operatie. Medisch specialisten worden hierdoor in staat gesteld invasieve handelingen te verrichten met een hoge mate van precisie en op geringe of grote afstand (vanuit een ander ziekenhuis) operaties uit te voeren (Kolfshoten & Grooten, 2015).

Tot slot, in de administratieve banen bij banken, verzekeringsmaatschappijen, overheid, etc., en waar informatieverwerking en besluitvormingsprocessen 'eenvoudig' gedigitaliseerd kunnen worden, zullen banen verdwijnen. Anderzijds is de verwachting dat er kenniswerk overblijft voor mensen, waarbij de aard van het kenniswerk wel zal veranderen. Denk aan leerkrachten, financieel adviseurs, verkopers, managers, artsen, etc. Zij worden in hun werk allemaal meer en meer ondersteund via support systemen die gebaseerd zijn op de continue toegankelijkheid tot big data en krachtige analysetechnieken. Niettemin blijven deze functies ook noodzakelijk, vooral waar sociale interactie, overtuigingskracht en vertrouwen en creatief 'out of the box' denken vereist zijn. In dit geval is sprake van mens-robot samenwerking waarbij robotisering de menselijke arbeid niet vervangt maar juist kan versterken en ondersteunen (zie ook Went e.a., 2015).

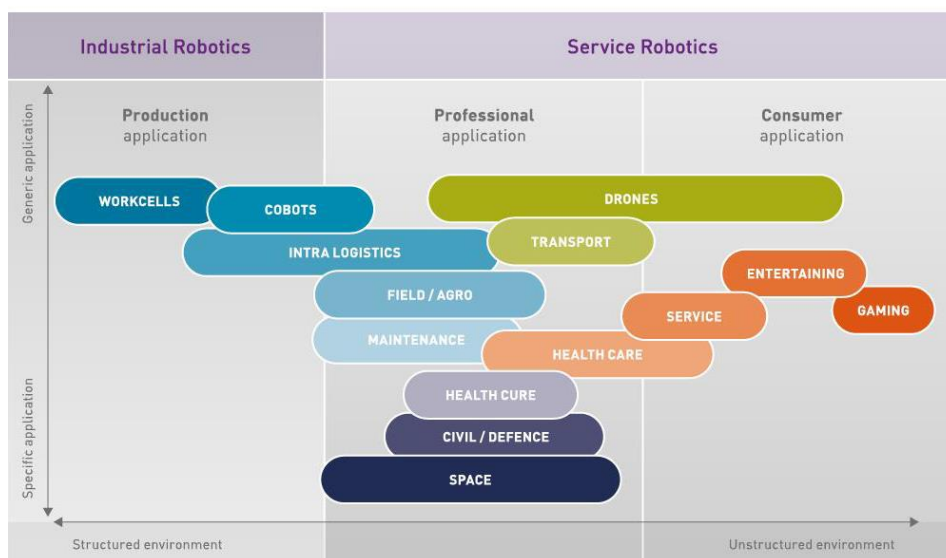
### 3.3 Differentiatie in robotvormen

De verscheidenheid aan vormen van robotisering maakt duidelijk dat de vraag naar 'het effect van robotisering' niet eenduidig te beantwoorden is. Op deze (toenemende) verscheidenheid willen we in dit project enige grip krijgen. De vraag is wat een handig indelings- of differentiatieprincipe is dat ons de juiste kapstok biedt om de specifieke vragen te beantwoorden zoals gesteld over de effecten, kansen en bedreigingen van robotisering.

In de literatuur en op internet worden verschillende indelingen van robotvormen gepresenteerd. Figuur 3.1 toont twee voorbeelden.



### WORLD OF ROBOTICS



Figuur 3.1 Bestaande indelingen in robotvormen

Boven: indeling gehanteerd door de Boston Consulting Group 2014 waarin vooral de ontwikkeling in de tijd van vormen van robotica is weergegeven. Deze indeling is niet gebaseerd op de wijze waarop de mens ondersteund wordt door de robot en sluit daarom niet goed aan bij de vraagstellingen van dit project.<sup>1</sup>

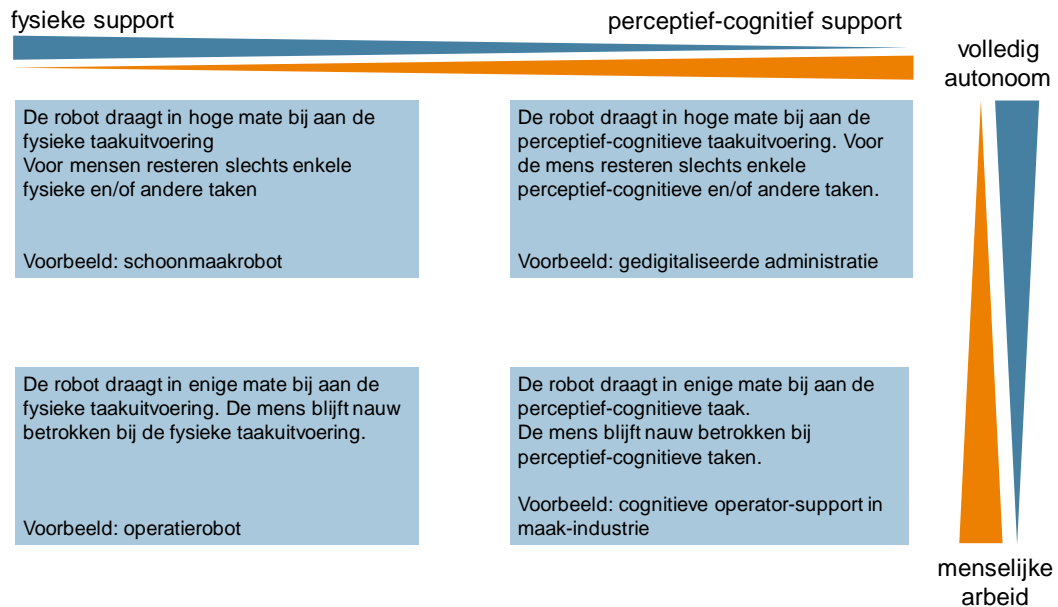
Onder: indeling in industriële robots versus service robots beschreven in een rapport van de Brabantse Ontwikkelingsmaatschappij 2014. De meeste ontwikkeling zit in de service-robots, dat wil zeggen de robots die niet autonoom opereren, maar in samenwerking met de mens. Dit zijn de voor dit project interessante robotvormen, maar de wijze van de robotondersteuning ontbreekt ook in deze indeling.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Meer uitleg is te vinden op:

[https://www.bcgperspectives.com/content/interactive/business\\_unit\\_strategy\\_growth\\_evolution\\_of\\_robotics/](https://www.bcgperspectives.com/content/interactive/business_unit_strategy_growth_evolution_of_robotics/)

<sup>2</sup> [http://www.saphari.eu/index.php?option=com\\_content&view=article&id=54&Itemid=102](http://www.saphari.eu/index.php?option=com_content&view=article&id=54&Itemid=102)

Deze differentiaties zijn in het algemeen opgesteld vanuit het perspectief van de technologie en/of het applicatiegebied en niet vanuit het perspectief van de gebruiker ('wat betekent de robotvorm in termen van werkeisen?'). In dit project voor het AKC staat het perspectief van de gebruiker centraal, met andere woorden: 'wat betekent de robotisering voor de medewerker?'. Twee dimensies zijn daarbij relevant, namelijk de mate waarin taken worden overgenomen door een robotvorm en de aard van de taken die worden overgenomen (zie figuur 3.2).



Figuur 3.2 Indeling van vormen van robotisering. In deze figuur staat de aard van robotondersteuning op de horizontale as: een robot kan de fysieke taakuitvoering uit handen nemen ofwel 'fysiek support' geven. Een robot kan ook gaan waarnemen, denken en beslissen ofwel 'perceptief-cognitief support' geven. Beide vormen van support komen ook vaak gelijktijdig voor! In dezelfde figuur staat de mate van robotisering oftewel de robotiseringsgraad op de verticale as. Op beide dimensies, verticaal en horizontaal, is sprake van een glijdende schaal. Elke robotvorm kunnen we ergens in dit schema plaatsen. Ter illustratie in de figuur, de omschrijving van vier soorten robot met een voorbeeld

## 4 Gevolgen van robotisering voor de arbeidsbelasting

### 4.1 Introductie

In dit hoofdstuk gaat het over de vraag naar de effecten van robotisering op de arbeidsbelasting. Deze vraag laat zich níet eenduidig beantwoorden vanwege de volgende redenen:

- › het effect op de arbeidsbelasting wordt bepaald door de robotvorm. De diversiteit hierin is zoals gezegd groot;
- › het effect op de arbeidsbelasting is sterk afhankelijk van de specifieke robotvorm, de instellingen daarvan en de context van de applicatie, met name: wat waren de arbeidstaken en werkeisen voorafgaand aan de implementatie van de robotvorm en wat zijn ze erna (Benders e.a., 2015)? Bij invoering van een bepaalde robotvorm door verschillende bedrijven kunnen de taken die de mens uitvoert, zowel voor de invoering als erna heel verschillend zijn;
- › het begrip arbeidsbelasting is een breed begrip waarbij we diverse velden van de arbeidsbelasting moeten onderscheiden. In dit rapport onderscheiden we vier vormen van arbeidsbelasting, namelijk fysieke belasting, fysische belasting, perceptief-cognitieve belasting en psychosociale belasting.

Een eenduidig antwoord op de vraag ‘wat is het effect van robotisering op de arbeidsbelasting’ is dus niet te geven. De vraag die we wel trachten te beantwoorden is: ‘met welke effecten op arbeidsbelasting moeten we rekening houden bij robotvormen die (vooral) fysieke ondersteuning geven en bij robotvormen die perceptief-cognitieve ondersteuning geven?’. Daarvoor is enerzijds informatie gehaald uit de meer beschrijvende literatuur over effecten van specifieke robots in een specifieke context (§ 4.2). Anderzijds zijn via casuïstiek de gevolgen van robotisering op arbeidsbelasting in kaart gebracht, en aangevuld met de informatie uit de literatuur en expertoordelen (§ 4.3).

### 4.2 Literatuur over robotisering en arbeidsbelasting

Uiteraard worden in de engineering-literatuur vele en zeer uiteenlopende robotvormen beschreven. Ook zijn er studies waarin gekeken is naar de effecten van specifieke applicaties van robots in een specifieke context. In tabel 4.1 staan enkele voorbeelden.

In de meeste effectstudies staan de effecten op menselijk presteren centraal. Effecten op de arbeidsbelasting komen veel minder aan bod. Effecten die gevonden worden zijn, zoals gezegd, context- en applicatieafhankelijk.

Het uitvoeren van een systematische review is ondoenlijk en ook in dit verband weinig zinvol. Wat we wel meer in algemene termen kunnen zeggen vanuit de literatuur/praktijkkennis, is dat de effecten op diverse aspecten van arbeidsbelasting zeer verschillend kunnen zijn. Robotvormen die de mens fysiek ondersteunen, doordat ze fysiek zwaar werk, repeterend werk of werk in ongemakkelijke werkhoudingen overnemen, resulteren uiteraard in een verlaging van de fysieke belasting. Tegelijkertijd moeten we bedacht zijn op robotvormen die de arbeid ‘uitkleden’, waardoor de fysieke belasting in feite toeneemt in de vorm van repeterend en monotoon werk. Een voorbeeld vormt de orderpicker. Deze haalde in het traditionele magazijn zelf de spullen op in het magazijn en verzamelde de orders. In het gerobotiseerde magazijn ziet hij/zij de producten daarentegen automatisch naar zich toe komen om op een vaste plek de resterende pak-en-plaats handeling te verrichten. Fysiek zwaar werk afgewisseld met lopen of heftruck rijden is daarbij vervangen door monotoon en zeer repeterend werk. De gevolgen van robotisering voor de cognitieve belasting zijn ook niet eenduidig.



Door digitalisering van relatief eenvoudige cognitieve processtappen neemt mogelijk voor de mens de frequentie toe van de meer ingewikkelde, resterende beslismomenten. Een voorbeeld van toegenomen cognitieve belasting is de operator in de maakindustrie die nu meerdere machines tegelijkertijd moet monitoren. Het kan ook de andere kant op. In de hoogwaardige assemblage zien we voorbeelden van geautomatiseerde vormen van instructie en controle, waardoor de kans op fouten door de assemblagemedewerker afneemt.

Tabel 4.1 Enkele voorbeelden van studies naar specifieke robotvormen en effecten op de arbeidsbelasting

Studie	Context	Robotvorm	Effect*
Radkowski, 2015	assemblage	cognitieve ondersteuning door middel van Augmented Reality	toename in 'zelfvertrouwen' met betrekking tot het maken van fouten
Ruther e.a., 2013	onderhoud van medische instrumenten in ziekenhuis	cognitieve ondersteuning door middel van geprojecteerde werk instructies	afname in menselijke fouten
Sugi e.a., 2008	handmatige assemblage	geautomatiseerde toevoer van onderdelen door middel van 'self moving trays'	toename in productiviteit
Bayo-Moriones, 2010	productie-industrie	diverse 'Advanced Manufacturing Technologies' (o.a. computer-aided design, robotics, automated material planning, total quality management (TQM))	<ul style="list-style-type: none"> <li>• toename in taakvariatie</li> <li>• toename in autonomie</li> <li>• toename in complexiteit van het werk</li> </ul>
Kato e.a., 2010 Arai e.a., 2010	assemblage	<ul style="list-style-type: none"> <li>• fysieke ondersteuning door mobiele manipulator robots</li> <li>• informatie ondersteuning door een assemblagetafel met ingebouwde horizontaal-georiënteerde LCD TV</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hogere snelheid van een naderende robot en een kleinere afstand tot de robot verhoogt de emotionele druk.</li> <li>• meer tekst-instructie verhoogt zowel de cognitieve als emotionele druk</li> </ul>

\* We hebben hierbij weliswaar gezocht naar literatuur over effecten van robotisering op fysieke, psychosociale, perceptief-cognitieve en fysische (omgevings)belasting. In de meeste studies wordt echter vooral gerapporteerd over de effecten op menselijk presteren.

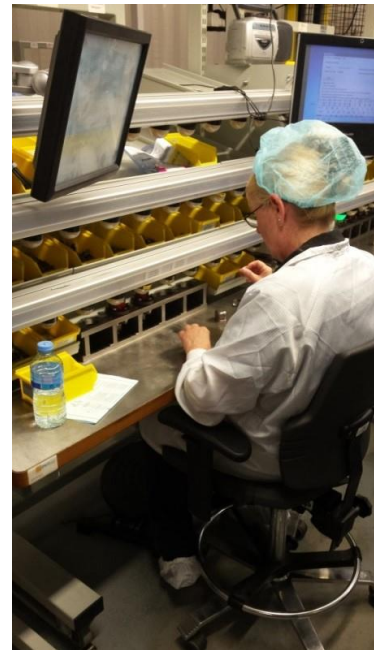
### 4.3 Gevolgen robotisering op de arbeidsbelasting - op basis van casuïstiek

Om inzicht te krijgen in de gevolgen van robotisering op de arbeidsbelasting in de praktijk, zijn vier bedrijven met verschillende vormen van robotisering bezocht. Het gaat om de volgende cases.

Case 1. Een voorbeeld van fysieke robotondersteuning (met hoge automatiseringsgraad) is een industriële kooirobot in een keuringslaboratorium van een metaalbedrijf. Voordat producten naar de klant gaan, worden ze gekeurd op sterkte. Een kooirobot (volledig afgeschermd robot) zorgt ervoor dat de samples, die daarvoor uit de producten worden genomen, precies de juiste afmetingen hebben. Voorheen werd dit door machinebankwerkers gedaan op verschillende machines. Aanleiding voor de ontwikkeling en invoering van de kooirobot was dat de productiestromen zijn toegenomen. Het huidige systeem met robot

werkt sneller, kan dag en nacht doorwerken en maakt minder fouten dan bij de ‘handmatige’ uitvoering.

Case 2. Een voorbeeld van een perceptief-cognitieve ondersteuning is een pick-to-light systeem bij een assemblagetaak. Lampjes geven aan welk onderdeel op welk moment moet worden gepakt. Ook geven visuele instructies op een beeldscherm gedetailleerd aan hoe de onderdelen gemonteerd moeten worden. Voorheen las de operator van een tekening af in welke volgorde en met welke werkwijze de onderdelen moesten worden geassembleerd. De operator moest dan zelf de juiste onderdeeltjes op het juiste moment pakken en bedenken op welke wijze deze gemonteerd moesten worden. Het nieuwe systeem is ingevoerd om de toenemende vraag naar het betreffende product aan te kunnen met hetzelfde aantal medewerkers.



Case 2. Pick-to-light systeem voor perceptief-cognitieve ondersteuning bij een assemblagetaak

Case 3. Digitalisering van een administratief proces in een overheidsinstelling is een voorbeeld van perceptief-cognitieve ondersteuning (waarbij de automatiseringsgraad hoog is). Het gaat hier om het controleren en vaststellen van jaarrekeningen. Voorheen was dit een geheel papieren proces. Tegenwoordig is het proces grotendeels gedigitaliseerd en vindt het dus nagenoeg geheel met de computer plaats. De motivatie om over te stappen op een digitaal systeem was ‘meegaan met de tijd’ en een snellere afhandeling.

Case 4. Toepassing van een robotarm in een ‘beschutte werkplaats’ is een voorbeeld van fysieke robotondersteuning. In de productieomgeving van dit bedrijf in België werken mensen met beperkingen en het is in die zin te vergelijken met een bedrijf binnen de Nederlandse sociale werkvoorziening. Eén van de gerobotiseerde taken in dit bedrijf is het verlijmen van twee onderdelen van een kunststofproduct. Deze taak kon geen van de medewerkers goed uitvoeren, omdat het hele precieze (fijnmotorische) en complexe handelingen tegelijk vroeg: de tube vasthouden, het product in de juiste positie draaien en de lijm er heel gedoseerd op spuiten. Dankzij ondersteuning door de robotarm kan het product geleverd blijven worden aan de klant. Daarnaast heeft dit bedrijf momenteel verschillende andere vormen van robotondersteuning (te weten pick-to-light; visuele instructiesystemen) al in proefopstelling staan, met het doel deze binnenkort in te zetten in de productie. Ook heeft dit bedrijf lasrobots en geautomatiseerde magazijnen met afgeschermd kooirobots in bedrijf.

#### 4.3.1 *Gevolgen voor fysieke werkeisen*

In bijlage 1 staan de resultaten van de analyse van effecten op de arbeidsbelasting van de eerste drie cases. De vierde case omvatte verschillende voorbeelden van robotondersteuning. Een uitgebreide analyse per ondersteuningsvorm was binnen dit onderzoek niet mogelijk. Daarom is deze case gebruikt om de resultaten te toetsen en aan te vullen. In tabel 4.2 t/m 4.5 zijn de resultaten voor deze vier cases samengevat voor achtereenvolgens de fysieke werkeisen, de psychosociale werkeisen, de perceptief-cognitieve werkeisen en de fysieke (omgevings)werkeisen. De aspecten binnen die vier domeinen zijn waar mogelijk samengevoegd, en aangevuld en/of samengevoegd met aspecten uit de FML/CBBS.

In tabel 4.2 t/m 4.5 zijn de gevolgen voor fysieke ondersteuning (tweede en derde kolom) gebaseerd op case 1, gevolgen voor perceptief-cognitieve ondersteuning (vierde en vijfde kolom) op case 2 en 3. Informatie uit het vierde bedrijf betrof beide vormen van ondersteuning en is dus in beide kolommen gebruikt. Bovendien zijn de resultaten getoetst aan en aangevuld met het oordeel van twee deskundigen op het gebied van robotisering en arbeidsbelasting.

Tabel 4.2 Effect van robotondersteuning op fysieke werkeisen. De werkeisen zijn afkomstig uit ALERT, aangevuld met items uit FML/CBBS (vetgedrukt).

↑ betekent: werkeisen worden hoger; ↓ betekent: werkeisen worden lager; = betekent: werkeisen blijven gelijk

Fysieke werkeisen		Fysieke ondersteuning		Perceptief-cognitieve ondersteuning
Energetische inspanning	↓↑=	Inspanning vermindert doordat fysieke taken (inpak-/transporttaken) overgenomen worden; bij bevoorrading (bijvoorbeeld bij kooirobot of cobot) kan inspanning stijgen als de robot moet blijven draaien; in andere gevallen weinig verandering	=	Geen verandering verwacht
Langdurig zitten zonder afwisseling met staan/lopen	↓↑	Zitten neemt vaak toe als fysiek zware taken worden overgenomen. Zitten kan afnemen bij bevoorrading en toenemen bij montagetaken + operator support (PTL)	↑	Langdurig zitten kan toenemen bij toename van werken met de computer en door meer eenzijdige resttaken in de productie
<b>Gebruik van de benen: Lopen, trappenlopen, klimmen</b>	↓↑=	Lopen neemt af als fysieke taken (bijvoorbeeld inpak- en transporttaken) overgenomen worden; als het tempo van bevoorrading omhoog gaat (bijvoorbeeld kooirobot) neemt lopen juist toe; in andere gevallen is er weinig verandering; voor trappenlopen en klimmen zal er weinig veranderen	=↓	Geen verandering behalve voor afwisseling van houding: door meer beeldschermwerk en meer eenzijdige resttaken is de houding minder gevarieerd
Gebruik van de benen: geknield/gehurkt werken	↓↑	kan afnemen als de robot bijvoorbeeld onderhoudstaken overneemt, en toenemen als de medewerkers zelf zorgen voor machineonderhoud	=	Geen verandering verwacht
Gebruik van de benen: langdurig staan	↓↑	Afhankelijk van de taken die worden overgenomen	=	Geen verandering verwacht

Fysieke werkeisen		Fysieke ondersteuning		Perceptief-cognitieve ondersteuning
<b>Gebruik van de nek:</b> met gebogen nek/hoofd werken, <b>hoofdbewegingen maken, het hoofd in een bepaalde stand houden</b>	↓↑	Afhankelijk van de taken die worden overgenomen	↑	Door toename van computerwerk/meer eenzijdige resttaken kan de nek meer statisch belast worden; bij instructies vanaf scherm kan de nekhouding ongunstig veranderen
<b>Houding en beweging rug: gebogen of getordeerd werken (statische houdingen), (frequent) buigen</b>	↓↑	Afhankelijk van de taken die worden overgenomen; bij overname van taken als orderpicken, metaalbewerking, assemblage- of inpaktaken kan de rugbelasting verminderen	=	Geen verandering verwacht
<b>Gebruik armen:</b> met geheven bovenarmen werken/ <b>boven schouderhoogte/frequent reiken</b>	↓↑	Zie vorige punt: hoge armbelasting zal vaak afnemen; afhankelijk van de resttaken kan het armgebruik eenzijdiger/repeterender worden, tenzij deze taken juist worden overgenomen	↑ =	In productieomgeving maken perceptuele/cognitieve taken plaats voor fysieke taken, waardoor (repeterend) armgebruik toe kan nemen; in de kantooromgeving geen verandering verwacht
<b>(vaak zware lasten)</b> tillen, dragen <b>(vaak zware lasten)</b> duwen of trekken	↓=	bij vervanging van bijv. inpak/transport taken (gerobotiseerd magazijn) of palletiseren zal de krachttuioefening sterk verminderen, in andere gevallen weinig verandering	=	Geen verandering verwacht
Ongunstige onderarm/polsstanden	↓↑	Afhankelijk van de taken die worden overgenomen: sterk belastende taken kunnen worden overgenomen, maar de belasting kan ook toenemen als er meer repeterend werk overblijft	↑	In productieomgeving maken perceptuele/cognitieve taken plaats voor fysieke taken, waardoor repeterende belasting/ongunstige polsstanden met hogere frequentie kunnen voorkomen. Ook toename van werken met de computer leidt tot meer ongunstige onderarm/polsstanden

Fysieke werkeisen		Fysieke ondersteuning		Perceptief-cognitieve ondersteuning
<b>Trillingsbelasting:</b> hele lichaams- of hand-armtrillingen	↓	Afname hele lichaamstrillingsbelasting in geval van gerobotiseerd magazijn (minder op heftrucks rijden); afname van hand-armtrillingsbelasting als robots taken met aangedreven gereedschap vervangen Sommige robots veroorzaken mogelijk zelf meer trillingen.	=	Geen verandering verwacht
Vaak kleine/middelgrote krachten met de armen/handen <b>Repetitieve/fijnmotorische hand- en vingerbewegingen maken; werken met toetsenbord en muis; schroefbewegingen; Speciale handgrepen</b>	↓ ↑	Afname van fijnmotorische precisietaken die voor mensen moeilijk zijn uit te voeren (geldt m.n. voor kooirobots en cobots) Potentiële toename van eenzijdig en mogelijk ook repeterend werk, hoewel die ook juist goed overgenomen kunnen worden door robots. Toename van werken met beeldschermen.	↑	In de productieomgeving maken perceptuele/cognitieve taken vaak plaats voor fysieke taken, waardoor de repeterende belasting kan toenemen, alsmede daarbij optredende krachten en houdingen, bijvoorbeeld bij assemblage, orderpicken. Voor fijnmotorisch handelen zijn er geen veranderingen te verwachten. Kantoor: werken met de computer en dus met toetsenbord/muis neemt toe.

**Bij zowel fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning** moet rekening worden gehouden met een toename van beeldschermwerk, meer eenzijdige, statische of repeterende belasting, meer zitten en minder staan en lopen.

**Bij robotvormen die fysieke ondersteuning geven**, zijn, zoals eerder gezegd, de consequenties voor de werkeisen sterk afhankelijk van de context. Wel valt te verwachten dat robots vaak worden ingezet om fysiek zware of sterk repeterende (en daarmee ook voorspelbare) taken over te nemen. In die gevallen zal het werk minder kracht of minder sterk repeterende belasting en minder energetische inspanning vragen. Wat repeterend werk betreft moeten we echter ook bedacht zijn op een tegenovergesteld effect, namelijk (in het geval van robotisering van zwaar werk) een verschuiving naar licht werk dat juist veel repeterender en monotoner is. Daarbij zien we vaak een verschuiving van fysieke naar cognitieve taken. Bij robotisering van fysiek werk met trillingen zien we de trillingsbelasting afnemen.

**Bij robots die fijnmotorische taken overnemen** zien we de precisie-eisen en de spierbelasting die dat met zich mee brengt afnemen.

**Bij robotvormen die perceptief-cognitieve ondersteuning geven**, liggen gevolgen voor de fysieke eisen van het werk misschien niet voor de hand. Toch zien we verschuivingen optreden. We zien bijvoorbeeld dat als perceptief-cognitieve ondersteuning wordt gegeven de tijd voor het 'denken en besluiten' afneemt, waardoor meer tijd kan worden besteed aan

fysieke handelingen. Dit betekent meer repeterend en statisch werk. Ook zien we soms meer werken met de computer, wat kan leiden tot meer armgebruik, ongunstige onderarm/polsstanden en repeterende belasting.

#### 4.3.2 Gevolgen voor psychosociale werkeisen

Tabel 4.3 Effect van robotondersteuning op psychosociale werkeisen. De werkeisen zijn afkomstig uit ALERT, aangevuld met items uit FML/CBBS (vetgedrukt).

↑ betekent: werkeisen worden hoger; ↓ betekent: werkeisen worden lager; = betekent: werkeisen blijven gelijk

Psychosociale werkeisen		Fysieke ondersteuning		Perceptief-cognitieve ondersteuning
Werkdruk: snel moeten werken, veel werk in weinig tijd, pieken, hectisch werk; <i>veelvuldige deadlines en productiepieken, hoog werktempo</i>	↑↓	De werkdruk/pekdruk neemt toe omdat de robot 'niet stil mag staan': er is altijd nieuwe invoer nodig. Als de robot draait kunnen andere taken worden gedaan. Aan de andere kant: bij robots met grotere veiligheidsrisico's, zal de snelheid lager zijn dan maximaal. Dan betekent meer robots minder werkdruk.	= ↑	De werkdruk/pekdruk blijft gelijk of neemt toe doordat het systeem een hogere productiesnelheid dicteert.
Veelvuldige verstoringen en onderbrekingen in het werk/het werk loopt anders dan gepland	↑↓	De kans op verstoringen van het werk neemt toe. Verstoringen moeten zo snel mogelijk verholpen worden; dit kan de werkdruk verhogen. Omvang is afhankelijk van kwaliteit van robot. Werk is niet anders dan gepland vanwege hoge mate van standaardisatie.	↑	De kans op verstoringen neemt toe doordat meer met de computer gewerkt wordt en met verschillende systemen (problemen met de server of internet; storingen in systemen).
Snelheid afhankelijk van tempo collega's <i>of de robot</i>	= ↑	De snelheid van werken wordt minder afhankelijk van de snelheid van collega's maar (mogelijk) meer van de robotsnelheid, vooral bij cobots.	=	Voor afhankelijkheid van collega's geen veranderingen verwacht; wel kan de snelheid van werken bepaald worden door een systeem als dit storingen vertoont (zie vorige punt).
Tegenstrijdige belangen/eisen in het werk	↓	Als het gaat om nauwkeurig werken vs. Snelheid kan de robot hieraan positief bijdragen door deze taken over te nemen	↓	Nog steeds snelheid versus nauwkeurigheid, maar kans op fouten maken wordt kleiner.
Agressie, geweld, intimidatie in het werk, <b>omgaan met conflicten, emotionele problemen van anderen hanteren</b>	=	Contextafhankelijk; mogelijk omhoog doordat er minder directe samenwerking is met collega's	=	Geen verandering verwacht
<b>Veelvuldig contact met patiënten of klanten</b>	↓	Juist minder contact, operators zijn vaak meer werkplekgebonden	=	(meer, als deze taken overblijven)

Psychosociale werkeisen		Fysieke ondersteuning		Perceptief-cognitieve ondersteuning
<b>Samenwerken/sociale omgang tijdens of rondom werk</b>	↓↑	Directe samenwerking met collega's zal afnemen. Bij cobots is samenwerking juist meer van belang.	=	Geen verandering verwacht
<b>Contact met collega's mogelijk</b> ; Onvoldoende sociale/functionele steun collega's; <b>terugvallen op collega's niet mogelijk*</b> ; Taken kunnen overdragen/ruilen met collega's*	↓↑	Minder sociale en functionele steun collega's, doordat men met minder mensen werkt en fysiek over een groter gebied verspreid aan het werk is; geldt ook voor cobots Samenwerking moet goed geregeld zijn zodat robots/cobots kunnen blijven draaien	=	Geen verandering verwacht
Volcontinu/ploegen-of oproepdiensten; voor 7 uur/na 22 uur	↑↑	Doordat robots ook 's nachts kunnen doorwerken (wat vaak nodig zal zijn om de terugverdiendtijd te verkorten) zal mogelijk vaker in ploegendiensten gewerkt worden om te zorgen voor aan-/afvoer.	=	Geen verandering verwacht
Beducht zijn voor gevaarlijke situaties/persoonlijk risico	↑↓	Het veiligheidsrisico kan toenemen als de bewegende delen onvoldoende zijn afgeschermd (cobot); een kooirobot zal doorgaans goed zijn afgeschermd. Ook kan een robot juist gevaarlijke taken overnemen (lasrobot, kooirobot). Verandering van medewerkers (ook in shifts) kan leiden tot minder bekendheid van mogelijke problemen.	=	Geen verandering verwacht
Werk vereist weinig creativiteit/ <b>Voorspelbare werksituaties</b>	↓↑	Afname: de robot en cobot bepalen voor een groot deel wanneer en hoe het werk moet worden uitgevoerd waardoor creativiteits-eisen afnemen. Toename bij werk waarbij creativiteit vereist is: creatieve taken lenen zich niet goed voor automatisering waardoor deze overblijven voor de mens	↓↑	Afname: De robot bepaalt voor een groot deel wanneer en hoe het werk moet worden uitgevoerd en ook hoe fouten moeten worden hersteld, waardoor creativiteitseisen afnemen. Toename bij werk waarbij creativiteit vereist is: creatieve taken lenen zich niet goed voor automatisering waardoor deze overblijven voor de mens.

Psychosociale werkeisen		Fysieke ondersteuning		Perceptief-cognitieve ondersteuning
Geen gelegenheid voor ontwikkeling nieuwe vaardigheden/onvoldoende opleidingsmogelijkheden/Geen/nauwelijks doorgroeimogelijkheden	↑↓	Robotisering kan een bedreiging zijn voor vakmanschap maar vereist ook nieuwe vaardigheden, dus biedt ontwikkelingsmogelijkheden naar de technische/ICT-kant (bijvoorbeeld ontwerpen en beheren van computersystemen en robots); het gevraagde opleidingsniveau stijgt dan	↑↓	Robotisering kan een bedreiging zijn voor traditioneel vakmanschap maar een kans voor ontwikkeling naar de technische/ICT-kant (nieuw vakmanschap: computervaardigheden, kennis van softwarepakketten; ontwerpen en beheren van computersystemen en robots).
Kort-cyclisch/monotoon werk: taken en handelingen zijn weinig gevarieerd	↑↓	In de cases zijn gerobotiseerde taken minder gevarieerd (monotooner), tenzij juist het kort-cyclische werk wordt overgenomen (hier leent robotisering zich juist goed voor)	↑	Taken en handelingen zijn minder gevarieerd en meer kort-cyclisch; doordat een instructiesysteem sneller duidelijk maakt welke handelingen nodig zijn en een inspectiesysteem de controle sneller laat verlopen.
Autonomie (zelf kunnen bepalen hoe, in welke volgorde en in welk tempo wordt gewerkt)	↓	Minder autonomie (vooral in volgorde en tempo) omdat de robot/cobot de volgorde en het tempo grotendeels bepaalt, tenzij de operator mag gaan programmeren en/of systeem beheren	↓	Men heeft minder (gevoel van) autonomie omdat de systemen in grote mate bepalen hoe (welke handelingen, welke volgorde) het werk moet worden uitgevoerd. Het tempo kan men zelf bepalen maar dit zal doorgaans vanuit de organisatie hoog moeten zijn.

\* Samengevoegd.

In het algemeen geldt ook voor psychosociale werkeisen dat het effect van robotisering afhangt van de wijze waarop het werk eromheen wordt georganiseerd. Werkeisen op het gebied van creativiteit, en sociale omgang met anderen lenen zich minder goed voor automatisering, zodat deze aan belang zullen winnen.

**Bij zowel fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning** kan de werkdruk toenemen, indien het systeem het tempo dicteert. De fysieke robot moet vaak blijven draaien om de investering terug te verdienen. Daardoor zijn steeds invoer en uitvoer van producten nodig. Ook neemt de kans op verstoringen toe, hoewel bij sommige vormen ook juist onzekerheden worden weggehaald. Het werk kan meer monotoon/kortcyclisch worden, tenzij deze taken juist worden overgenomen door de robot. En er kan een afname verwacht worden van tegenstrijdige eisen, vereiste creativiteit, (gevoel van) autonomie en vereist vakmanschap. Tegelijk biedt het mogelijkheden om nieuwe dingen te leren (bijvoorbeeld ICT-vaardigheden). Anderzijds valt in het algemeen te verwachten dat door toenemende roboti-



sering taken die bijvoorbeeld invoelingsvermogen of creativiteit vergen, aan belang zullen winnen omdat deze zaken lastig te automatiseren zijn (Chui e.a., 2015).

**Bij robots die fysieke ondersteuning bieden**, kan het werk een meer solitair karakter krijgen: de mogelijkheid voor samenwerking neemt dan sterk af doordat er minder collega's in de buurt zijn en/of minder klantcontacten (terwijl de noodzaak voor goede samenwerking juist van belang kan zijn om de robot goed te laten functioneren en vanwege veiligheid (cobot). Ook zal vaker in ploegdiensten worden gewerkt omdat het systeem blijft draaien.

**Bij perceptief-cognitieve ondersteuning** blijft het grootste deel van de psychosociale werkeisen gelijk. De sociale omgang tijdens werk neemt af.

#### 4.3.3 *Gevolgen voor perceptief-cognitieve werkeisen*

Tabel 4.4 Effect van robotondersteuning op perceptief-cognitieve werkeisen. De werkeisen zijn afkomstig uit ALERT, aangevuld met items uit FML/CBBS (vetgedrukt).

↑ betekent: werkeisen worden hoger; ↓ betekent: werkeisen worden lager; = betekent: werkeisen blijven gelijk

Perceptief-cognitieve werkeisen		Fysieke ondersteuning		Perceptief-cognitieve ondersteuning
Visuele waarneming: kleine details met belangrijke betekenis die moeten kunnen worden gezien	=↑	Afhankelijk van de taken die worden overgenomen; op het bedieningsscherm van de robot staan vaak belangrijke gegevens die goed moeten kunnen worden waargenomen	=↓	De eisen op dit punt zullen omlaag gaan als het visuele ondersteuning betreft; anders geen verandering verwacht
Auditieve waarneming: belangrijke geluidssignalen gemaskeerd door versturende signalen/zachte geluiden moeten kunnen worden gehoord	=↑	Doordat het geluidsniveau omhoog gaat zou men hier meer mee te maken kunnen krijgen.	=	Geen verandering verwacht
Je moet je kunnen afsluiten voor irrelevante informatie/ <b>geen afleiding door activiteiten van derden</b>	=↓	Geen verandering verwacht; bij cobot kan dit afnemen bijvoorbeeld als precisietaken worden overgenomen	=↓	Geen verandering verwacht/bij cobot kan dit afnemen bijvoorbeeld als precies aflezen van tekening wordt overgenomen door operator support die juiste onderdeel en doellocatie aanwijst (assemblagetaak)
Er moet vaak gewisseld tussen taken (schakelen)	=	Er zal verandering optreden in het takenpakket, maar er is geen algemeen effect aan te geven; geldt ook voor cobot	=	Geen verandering verwacht
De <b>aandacht moet verdeeld</b> tussen meerdere taken (tegelijk)	↑↓	Er zal verandering optreden in het takenpakket, maar er is geen algemeen effect aan te geven; bij een cobot neemt dit af als deeltaken worden overgenomen	↑↓	Er zal verandering optreden in het takenpakket, maar er is geen algemeen effect aan te geven

Perceptief-cognitieve werkeisen		Fysieke ondersteuning		Perceptief-cognitieve ondersteuning
De aandacht niet kunnen laten verslappen (auto rijden/ <b>gevaarlijke machines bedienen</b> )	↑↓	Taken waarbij de aandacht niet mag verslappen nemen af als ze door de robot overgenomen worden maar zullen ook vaak toenemen (je mag nooit je aandacht laten verslappen bij werken met een robot, vooral bij cobots waar echt interactie is tussen mens en robot)	↓	Taken waarbij de aandacht niet mag verslappen nemen af omdat deze juist vaak door de robot overgenomen worden
Er wordt een sterk beroep gedaan op het werkgeheugen/ <b>herinneren</b>	=↓	Geen verandering bij fysieke ondersteuning door robotisering; bij cobot kan dit afnemen	↓	Neemt vaak af bij operator support (bij assemblagetaak)
Veel en vaak nieuwe dingen moeten kunnen leren	↑↓	Er moeten steeds vaker en meer nieuwe dingen geleerd worden. Dit betreft vooral het bedienen van nieuwe (robot)systemen en het kunnen oplossen van storingen. Bij werken met cobot neemt dit vaak juist af	↑	Er moeten steeds vaker en meer nieuwe dingen geleerd worden. Dit betreft vooral het bedienen van nieuwe (robot)systemen en het kunnen oplossen van storingen
Probleemoplossend vermogen Snel gegevens moeten kunnen zoeken en verbanden leggen, snel beslissingen kunnen nemen; snel kunnen reageren op signalen die duiden op risico	↑= ↑↓	Er wordt een groter beroep op probleemoplossend vermogen gedaan vanwege verstoringen aan de machine. Dit betreft met name software matige verstoringen i.p.v. mechanische/technische/elektronische verstoringen. Maar dit hoeft niet altijd heel snel. Bij (storingsvrije) cobot geen verandering, een afname van probleemoplossend vermogen wanneer foutengevoelige taken over worden genomen, maar toename van snel kunnen reageren door werken met een bewegende machine (vanwege veiligheidsaspect)	↓= ↓	Deze eisen worden minder hoog als de computer daarin ondersteuning biedt (hangt van robottype af); Bij perceptuele ondersteuning verwachten we geen verandering; bij cognitieve ondersteuning wordt er minder beroep gedaan op het werkgeheugen (je hoeft de volgorde van het assemblageproces niet te onthouden).

**Bij zowel fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning** zullen er hogere eisen worden gesteld aan het leren van nieuwe dingen en in het probleemoplossend vermogen om mogelijke verstoringen op te lossen (tenzij de perceptief-cognitieve ondersteuning deze taak overneemt). De eisen die gesteld worden aan concentratie/je kunnen afsluiten, blijven gelijk of nemen af als precisietaken worden overgenomen.

**Bij fysieke ondersteuning** kan het zijn dat de eisen aan visuele waarneming toenemen (kleine details aflezen van een bedieningsscherm). De eisen aan auditieve waarneming nemen toe als de robotisering gepaard gaat met meer lawaai. Als taken met veiligheidsrisico's, zoals machinale bewerkingen, worden overgenomen door een robot, zal het minder noodza-

kelijk zijn om 'de aandacht niet te laten verslappen'. Voor de overige aspecten wordt geen verandering verwacht of kunnen veranderingen beide richtingen op zijn.

**Bij perceptief-cognitieve ondersteuning** zijn op de meeste perceptief-cognitieve werkeisen geen veranderingen verwacht. Bij visuele ondersteuning nemen de eisen wat betreft visuele waarneming af. Wel is te verwachten dat er een verarming optreedt van de cognitieve uitdaging van het werk/probleemoplossend vermogen, tenzij de operator ICT-taken krijgt. Ook wordt er minder beroep gedaan op het geheugen.

#### 4.3.4 Gevolgen voor fysieke werkeisen

Tabel 4.5 Effect van robotondersteuning op fysieke werkeisen. De werkeisen zijn afkomstig uit ALERT, aangevuld met items uit FML/CBBS (vetgedrukt).

↑ betekent: werkeisen worden hoger; ↓ betekent: werkeisen worden lager; = betekent: werkeisen blijven gelijk

Fysieke werkeisen		Fysieke ondersteuning		Perceptief-cognitieve ondersteuning
Chemische stoffen (giftig, bijtend, irriterend); <b>huidcontact</b>	=↓	Geen verandering verwacht Bij cobot kan dit afnemen (i.c. lijm)	=	Geen verandering verwacht
Biologische agentia (veel direct contact met (hoog-risico) mensen)	=	Geen verandering verwacht	=	Geen verandering verwacht
Ioniserende/radioactieve of optische straling, elektromagnetische velden	=	Geen verandering verwacht	=	Geen verandering verwacht
(Hinderlijk) lawaai	↑	De robot geeft meer hinderlijk lawaai dan oude machines (oordoppen nodig).	↑ = =	voor productieomgeving: de robot geeft meer hinderlijk lawaai dan oude machines; voor kantooromgeving: niet
<b>Hitte, koude, tocht</b>	=↑	Voor productieomgeving: systemen zullen meer hitte produceren, bovendien zal vaker in een clean-room worden gewerkt met bedekkende kleding/muts. Hierdoor stijgt de hittebelasting. Voor kantooromgeving niet	=↑	Voor productieomgeving: systemen zullen meer hitte produceren, bovendien zal vaker in een clean-room worden gewerkt met bedekkende kleding/muts. Hierdoor stijgt de hittebelasting. Voor kantooromgeving niet
Kans op vallen, struikelen, snijden, branden.	↓	Het veiligheidsrisico kan toemenen als de bewegende delen onvoldoende zijn afgeschermd, maar een robot zal doorgaans goed beveiligd zijn; een kooirobot is goed afgeschermd. Ook kan een robot juist gevaarlijke taken overnemen (lasrobot, kooirobot).	=	Geen verandering verwacht

Fysische werkeisen		Fysieke ondersteuning		Perceptief-cognitieve ondersteuning
Kans op vrijkomen van gevaarlijke hoeveelheden giftige damp/gas <b>Stof, rook, gassen en dampen</b>	=	Geen verandering verwacht (tenzij het gaat om lasrobots of omdat ze zelf uitlaatgassen produceren)	=	Geen verandering verwacht
<b>Beschermende middelen</b>	↑↓	Robot kan zorgen voor meer (hinderlijk) lawaai, waardoor oordoppen nodig zijn. De risico's op verwondingen zijn juist kleiner, zodat geen handschoenen nodig zijn.	↑ =	voor productieomgeving: robot kan zorgen voor meer (hinderlijk) lawaai, waardoor oordoppen nodig zijn. voor kantooromgeving: niet

Voor de meeste fysische werkeisen verwachten we geen veranderingen door fysieke of perceptief-cognitieve ondersteuning. **Bij beide vormen van ondersteuning** kunnen het lawaai en de temperatuur toenemen. Voor het lawaai kan gehoorbescherming nodig zijn. Daarentegen neemt de kans op verwondingen juist weer af waardoor handschoenen niet meer nodig zijn.

#### 4.4 Samenvatting gevolgen voor de arbeidsbelasting

De literatuur en vooral de casuïstiek leert in elk geval dat de effecten van robotvormen op de arbeidsbelasting divers en zelfs tegengesteld kunnen zijn. Toch zijn er wel tendensen aan te geven voor veranderingen in de arbeidsbelasting waarmee de arbeidsdeskundige rekening zou moeten houden.

Deze hebben we samengevat in tabel 4.6.

Tabel 4.6 Samenvatting in staalkaart - mogelijke verschuivingen in werkeisen bij de invoering van fysieke en perceptief-cognitieve robot ondersteuning op werkeisen (bron: casuïstiek en literatuur)

Werkeisen	Fysieke robotondersteuning	Voor zowel fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning	Perceptief-cognitieve robotondersteuning
Fysieke werkeisen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• (sterk afhankelijk van context)</li> <li>• Minder kracht</li> <li>• Minder of meer repeterende bewegingen</li> <li>• Minder energetische inspanning</li> <li>• Minder trillingsbelasting</li> <li>• Minder fijnmotorische taken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meer eenzijdige statische belasting</li> <li>• Meer zitten</li> <li>• Minder staan en lopen</li> <li>• Meer beeldschermwerk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meer armgebruik</li> <li>• Meer ongunstige onderarm/polsstanden</li> <li>• Meer repeterende bewegingen</li> </ul>
Psychosociale werkeisen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minder mogelijkheid tot samenwerken</li> <li>• Meer noodzaak tot goede samenwerking met collega en robot</li> <li>• Meer in ploegendiensten werken</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkdruk neemt toe, systeem dicteert tempo</li> <li>• Kans op verstoringen neemt toe/in andere gevallen onzekerheden minder</li> <li>• Meer monotoon/kort-cyclisch werk (tenzij overgenomen door robot)</li> <li>• Minder tegenstrijdige eisen in het werk</li> <li>• Minder vereiste creativiteit</li> <li>• Minder gevoel van autonomie</li> <li>• Minder vereist vakmanschap</li> <li>• Meer mogelijkheden om nieuwe dingen te leren</li> <li>• Sociale omgang tijdens werk neemt af</li> <li>• Ook verwachting dat taken die veel invoelingsvermogen of creativiteit vragen blijven bestaan.</li> </ul>	Nagenoeg onveranderd
Perceptief-cognitieve werkeisen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hogere eisen aan visuele waarneming</li> <li>• Hogere eisen aan auditieve waarneming (in geval meer omgevingsgeluid door robot)</li> <li>• Minder taken waarbij aandacht niet mag verslappen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hogere eisen aan leren nieuwe dingen</li> <li>• Hogere eisen aan probleemoplossend vermogen</li> <li>• Minder benodigde concentratie indien (fysieke of perceptieve) precisietaken worden overgenomen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minder eisen aan visuele waarneming indien ondersteund door robot</li> <li>• Minder cognitieve uitdaging in het werk</li> <li>• Minder beroep op geheugen</li> </ul>
Fysische werkeisen	Nagenoeg onveranderd	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meer lawaai (evt. gehoorbescherming nodig)</li> <li>• Meer warmtebelasting</li> <li>• Minder kans op verwondingen (minder beschermingsmiddelen nodig)</li> </ul>	Nagenoeg onveranderd

Werkeisen die ontbreken in ALERT en de FML/CBBS maar die van belang lijken bij werken met robots zijn:

- › meer digitale informatie kunnen interpreteren;
- › interpreteren en geven van schriftelijke informatie;

- › kunnen omgaan met computers, tablets of smartphones ofwel hardware, software of applicaties/internet.

## 5 Kansen en bedreigingen van robotisering voor mensen met en zonder beperkingen

Uit hoofdstuk 4 blijkt dat als gevolg van fysieke en perceptief-cognitieve robotondersteuning de fysieke, psychosociale, perceptief-cognitieve en fysieke werkeisen in meer of mindere mate veranderen. Deze veranderde werkeisen kunnen tot disbalansen leiden. Voor mensen met beperkingen kan gelden dat specifieke disbalansen een nog groter probleem worden als gevolg van de robotisering. Maar het is ook denkbaar dat robotisering juist kansen biedt voor deze mensen, omdat disbalansen juist opgeheven kunnen worden. In dit hoofdstuk brengen we zowel de kansen als bedreigingen in kaart voor mensen met en zonder beperkingen.

In tabel 5.1 komt alle informatie samen. Voor ieder type disbalans is gekeken welke veranderingen in werkeisen, zoals voortgekomen uit hoofdstuk 4, relevant zijn. Indien nodig is hierin opnieuw een onderscheid gemaakt in veranderde werkeisen als gevolg van fysieke dan wel perceptief-cognitieve robotondersteuning. In de derde kolom staat vervolgens voor mensen met en zonder beperkingen weergegeven wat de kansen en bedreigingen zijn.

Onderscheid wordt gemaakt in zeven disbalansen waarvoor volgens de Leidraad Werkvoorzieningen (AKC, Leidraad Werkvoorzieningen; in te zien via:

<https://www.arbeidsdeskundigen.nl/kennis/document/akc/412>) passende voorzieningen kunnen worden ingezet. In het huidige project is gebleken dat de ontwikkelingen op het gebied van robotisering vragen om een aangepaste definitie van een aantal disbalansen en de toevoeging van een achtste disbalans. De verbale disbalans kan het beste worden aangepast naar een "communicatieve disbalans". Als gevolg van robotisering blijft de vaardigheid te communiceren onverminderd van belang. Het gaat echter dan niet alleen om verbaal kunnen communiceren, maar ook om het communiceren in geschreven taal. Steeds vaker moeten gegevens worden ingevoerd in digitale systemen, ook in beroepen waar dat voorheen niet aan de orde was (bijvoorbeeld in de metaalbewerking).

Ook is het van belang om de definitie van de cognitieve disbalans aan te passen. Voorheen werd deze omschreven als een verstoring in het vermogen informatie te interpreteren. Het lijkt van belang om hierbij aan te geven dat het hierbij ook gaat om digitale informatie. Daarnaast wordt informatie niet alleen gesproken of op schrift weergegeven, maar moet steeds vaker met een computer of ander digitaal hulpmiddel gecommuniceerd worden.

Tot slot lijkt het van belang de psychosociale disbalans toe te voegen. Als gevolg van de robotisering zal de sociale context van werk danig kunnen veranderen alsook de vereisten aan psychische mogelijkheden om te gaan met werkdruk en piekbelasting.

Hieronder staat de aangepaste lijst van disbalansen weergegeven:

1. motorische disbalans: een verstoorde motorische functie;
2. visuele disbalans: een verstoring in het gezichtsvermogen;
3. auditieve disbalans: een verstoring in de geluidswaarneming;
4. communicatieve disbalans (verbale disbalans): een verstoring in het uiten van de mondelinge taal en geschreven taal (laaggeletterdheid);
5. cognitieve disbalans: een verstoring in het vermogen (digitale) informatie (uit het dagelijks leven) te interpreteren (leesvaardigheden, laaggeletterdheid), inclusief een verstoring in het omgaan met computers, tablets of smartphones ofwel hardware, software of applicaties;
6. energetische disbalans: een verstoring in de fysiologische respons van het lichaam door het leveren van arbeid door het lichaam;
7. organische disbalans: een verstoorde reactie op stoffen in de omgeving;
8. psychosociale disbalans: een verstoring in het psychische of sociale functioneren.

Tabel 5.1 Kansen en bedreigingen voor mensen met en zonder beperkingen geordend naar type disbalans die kan optreden

Disbalansen/mensen met beperkingen	Relevante veranderingen in werkeisen als gevolg van robotisering	Kans en bedreigingen voor mensen met en zonder beperkingen
<p><b>1. Motorische disbalans</b> <b>6. Energetische disbalans</b></p> <p><b>Werknemer met motorische beperkingen</b></p> <p>Voorbeeld: werknemer met klachten aan het bewegingsapparaat, werknemer met dwarslaesie, aangeboren lichamelijke beperking, reuma, etc.</p> <p><b>Werknemer met energetische beperkingen</b></p> <p>Voorbeeld: werknemer met een chronische longaan-doening</p>	<p><b>Voor fysieke robotondersteuning geldt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minder kracht</li> <li>• Minder/meer repeterende bewegingen</li> <li>• Minder energetische inspanning</li> <li>• Minder trillingsbelasting</li> <li>• Minder fijn-motorische taken</li> <li>• Minder kort-cyclische taken</li> </ul> <p><b>Voor zowel fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning geldt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meer eenzijdige statische belasting</li> <li>• Meer zitten</li> <li>• Minder staan en lopen</li> <li>• Meer beeldschermwerk</li> </ul> <p><b>Voor perceptief-cognitieve robotondersteuning geldt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meer armgebruik</li> <li>• Meer ongunstige onderarm/polsstanden</li> <li>• Meer repeterende bewegingen</li> </ul>	<p><b>Werknemer zonder motorische beperking:</b></p> <p>KANS: De kans op een motorische disbalans en energetische disbalans wordt kleiner omdat een <b>fysieke robot</b> heel gericht fysiek zware of moeilijke taken kan overnemen: tillen en verplaatsen van zware lasten, taken met trillend gereedschap, taken met een hoge mate van precisie of taken die sterk repetitief zijn.</p> <p>BEDREIGING: Tegelijkertijd kan de kans op een motorische disbalans ook toenemen omdat de resttaken na invoer <b>van fysieke robot ondersteuning</b> “naast de robot” vaak minder gevarieerd zijn en daarmee een meer eenzijdige statische belasting, meer repeterend werk en meer zittend werk tot gevolg kunnen hebben.</p> <p>BEDREIGING: De kans op een motorische disbalans lijkt tevens groter na het invoeren van <b>perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> omdat de hoeveelheid beeldschermwerk aanzienlijk toe kan nemen, gepaard gaande met meer armgebruik, meer ongunstige onderarm/polsstanden en meer repeterende bewegingen.</p> <p><b>Werknemer met motorische beperking:</b></p> <p>KANS: Mensen met motorische beperkingen kunnen m.b.v. <b>fysieke robotondersteuning</b> (cobot/robot) taken uitvoeren die voorheen niet mogelijk waren; bijvoorbeeld het uitvoeren van taken met minder spierkracht (gebruik exoskelet), het vergroten van precisie door onderdrukken van tremor of een precisietaak door cobot/robot laten uitvoeren. Momenteel wordt zelfs gewerkt aan de inzet van exoskeletten om mensen met een dwarslaesie te laten lopen.</p> <p>KANS: Werk dat voorheen een aanzienlijke hoeveelheid staan of lopen vergde zal meer zittend uitgevoerd gaan worden, werk kan vaker vanaf één specifieke locatie worden uitgevoerd. Dit biedt kansen voor mensen die problemen hebben met staan of lopen.</p>



Disbalansen/mensen met beperkingen	Relevante veranderingen in werkeisen als gevolg van robotisering	Kans en bedreigingen voor mensen met en zonder beperkingen
<p><b>2. Visuele disbalans</b></p> <p><b>Werknemer met visuele beperking</b></p> <p>Voorbeeld: werknemer die slechtziend is, werknemer die blind is</p>	<p><b>Voor fysieke robot ondersteuning geldt:</b> Hogere eisen aan visuele waarneming</p> <p><b>Voor perceptief-cognitieve robotondersteuning geldt:</b> Meer beeldschermwerk</p> <p><b>Voor perceptief-cognitieve robotondersteuning geldt:</b> Minder eisen aan visuele waarneming indien ondersteund door robot</p>	<p><b>Werknemer zonder visuele beperking:</b> KANS: Door <b>perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> gericht in te zetten kunnen visuele eisen in het werk aanzienlijk verminderen, de robot kan ingezet worden om bijvoorbeeld een deel van een visuele inspectietaak over te nemen.</p> <p>BEDREIGING: Bij zowel de <b>fysieke robotondersteuning</b> als de <b>perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> zal meer met beeldschermen worden gewerkt en in het laatste geval ook vaker met meerdere beeldschermen tegelijkertijd. Dit vraagt specifieke adviezen ten aanzien van de inrichting van de werkplek. Vaker zal een beeldschermbril benodigd zijn. Daarnaast zal het ook vaker nodig zijn software zo te ontwerpen dat op details ingezoomd kan worden terwijl eenvoudig ook het totale overzicht in beeld gebracht kan worden.</p> <p><b>Werknemer met visuele beperking:</b> KANS: <b>fysieke robotondersteuning en perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> bieden erg veel kansen voor werknemers met visuele beperkingen. Zo is de spraaksoftware sterk in ontwikkeling en kan alles wat op een scherm visueel wordt weergegeven ook auditief worden weergegeven. Daarnaast kan de perceptief-cognitieve robotondersteuning ook kansen bieden in de vorm van navigatiesoftware en mensen ondersteunen in het vinden van bijvoorbeeld een goed toegankelijke route.</p> <p>BEDREIGING: Op meer werkplekken zal interactie met een beeldscherm benodigd zijn en minder interactie met mensen. Dit kan een bedreiging voor mensen met een visuele beperking betekenen als de voorzieningen niet op orde zijn.</p>

Disbalansen/mensen met beperkingen	Relevante veranderingen in werkeisen als gevolg van robotisering	Kans en bedreigingen voor mensen met en zonder beperkingen
<p><b>3. Auditieve disbalans</b></p> <p><b>Werknemer met een auditieve beperking</b></p> <p>Voorbeeld: werknemer die slechthorend is, werknemer die doof is</p>	<p><b>Voor zowel fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning geldt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meer lawaai (evt. gehoorbescherming nodig)</li> <li>• Hogere eisen aan auditieve waarneming (in geval meer omgevingsgeluid door robot)</li> </ul>	<p><b>Werknemer zonder beperking:</b></p> <p>BEDREIGING: Door fysieke en perceptief-cognitieve robotondersteuning zullen met name in de industriële setting meer robots actief zijn waardoor de lawaaibelasting op de werkplek aanzienlijk hoger kan zijn en gehoorbescherming nodig is.</p> <p><b>Werknemer met auditieve beperking:</b></p> <p>KANS: Op meer werkplekken zal interactie met een beeldscherm nodig zijn en minder interactie met mensen. Dit kan een kans bieden voor mensen met een auditieve beperking die dan minder afhankelijk zijn van mensen die op een duidelijke wijze met hen kunnen communiceren. Robotondersteuning kan ook ingezet worden op plekken waar het van belang is dat bepaalde geluiden worden opgevangen. Deze kunnen bijvoorbeeld vertaald worden in lichtsignalen die aan de werknemer met een auditieve beperking getoond worden.</p>
<p><b>4. Communicatieve disbalans</b></p> <p><b>Werknemer met een communicatieve disbalans</b></p> <p>Voorbeeld: werknemer die laaggeletterd is, werknemer die digibeet is.</p>	<p><b>Voor fysieke robot ondersteuning geldt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minder mogelijkheid tot samenwerken</li> <li>• Meer noodzaak tot goede samenwerking met robot/collega's</li> </ul> <p><b>Voor zowel fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning geldt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sociale omgang tijdens werk neemt af</li> <li>• Meer digitale informatie kunnen interpreteren?</li> <li>• Groter beroep op interpreteren en geven van schriftelijke informatie</li> <li>• Hogere eisen aan het kunnen omgaan met computers, tablets of smartphones ofwel hardware, software of applicaties/internet</li> </ul>	<p><b>Werknemer zonder communicatieve beperking:</b></p> <p>BEDREIGING: ook eisen voor een werknemer zonder communicatieve beperking kunnen fors omhoog gaan wat kan leiden tot een communicatieve disbalans. Zo kan het onvermogen om te gaan met digitale systemen of hulpmiddelen teveel tijd vergen, waardoor de werkdruk verhoogd wordt.</p> <p><b>Werknemer met communicatieve beperking:</b></p> <p>BEDREIGING: door <b>fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> moet steeds meer gecommuniceerd gaan worden middels digitale hulpmiddelen; hardware (tablets, smartphones) en software (apps). Dit vraagt van de werknemer niet alleen dat hij/zij goed schriftelijke informatie kan verwerken, maar ook dat hij/zij weet waar bepaalde informatie te vinden is of juist gegeven moet worden in digitale hulpmiddelen/systemen. Kortom de eisen aan communicatieve vaardigheden worden steeds hoger.</p> <p>KANS: steeds meer informatie zal via digitale hulpmiddelen gegeven worden. Hier bestaat de mogelijkheid de informatie aan te reiken passend bij het begripsvermogen van de werknemer.</p>

Disbalansen/mensen met beperkingen	Relevante veranderingen in werkeisen als gevolg van robotisering	Kans en bedreigingen voor mensen met en zonder beperkingen
<p><b>5. Cognitieve disbalans</b></p> <p><b>Werknemer met cognitieve beperkingen</b></p> <p>Voorbeeld: werknemer met verstandelijke beperking, oudere werknemer, niet aangeboren hersenletsel, ADHD, autisme, etc.</p>	<p><b>Voor fysieke robot ondersteuning geldt:</b> Minder taken waarbij aandacht niet mag verslappen</p> <p><b>Voor zowel fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning geldt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hogere eisen aan leren nieuwe dingen</li> <li>• Hogere eisen aan probleemoplossend vermogen</li> <li>• Minder benodigde concentratie indien precisietaken worden overgenomen</li> </ul> <p><b>Voor perceptief-cognitieve robotondersteuning geldt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minder cognitieve uitdaging in het werk</li> <li>• Minder beroep op geheugen</li> </ul>	<p><b>Werknemer zonder cognitieve beperking:</b> KANS: zowel <b>fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> brengen hogere eisen met zich mee wat betreft het leren van nieuwe dingen en probleemoplossend vermogen. Dit biedt kansen voor de werknemer zonder cognitieve beperkingen om voldoende uitdaging in het werk te behouden.</p> <p>BEDREIGING: <b>fysieke en perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> verhoogt de kans op verstoringen waardoor hogere eisen gesteld worden aan het probleemoplossend vermogen van de werknemer. Indien de eisen hoger zijn dan de capaciteiten kan dit tot een cognitieve disbalans leiden.</p> <p>BEDREIGING: <b>perceptief-cognitieve ondersteuning</b> kan tot gevolg hebben dat het werk minder uitdagend wordt omdat het werk meer “voorgekookt” wordt bijvoorbeeld door het doorlopend tonen van instructies, waardoor ook het beroep op het werkgeheugen minder is. Echter de kunst is de perceptief-cognitieve ondersteuning zo af te stemmen op het individu dat deze alleen de benodigde informatie weergeeft.</p> <p><b>Werknemer met cognitieve beperking:</b> KANS: met name de <b>perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> biedt tal van kansen voor werknemers met cognitieve beperkingen. Cognitieve ondersteuning kan eenvoudig door middel van IT middelen op maat geboden worden. Zo kunnen digitale planningssystemen aangeboden worden of cognitive support systemen waarin werkinstructies op maat worden aangeboden, die door sensoren op de werkplek volledig afgestemd kunnen worden op het moment van de taak. Voordeel van digitale werkinstructies is dat deze zo vaak als nodig is herhaald kunnen worden.</p> <p>BEDREIGING: door <b>fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> neemt de kans op verstoringen toe en dus ook het beroep op probleemoplossend vermogen. Dit kan er toe leiden dat het beroep op cognitieve vaardigheden groter is dan de werknemer kan bieden. Daarnaast zal vaker iets nieuws moeten worden geleerd door een verwachte continue optimalisatie van systemen en processen.</p> <p>Dit kan een bedreiging vormen voor mensen van wie die vaardigheden toch al niet zo groot zijn.</p> <p>KANS: taken waarbij de aandacht niet mag verslappen (zoals machinebediening) zullen steeds meer vervangen worden door <b>fysieke ondersteuning</b>, dit biedt kansen voor die mensen die moeite hebben de aandacht tijdens een taak gedurende langere tijd vast te houden.</p>

Disbalansen/mensen met beperkingen	Relevante veranderingen in werkeisen als gevolg van robotisering	Kans en bedreigingen voor mensen met en zonder beperkingen
<p><b>7. Organische disbalans</b></p> <p><b>Werknemer met een organische disbalans</b></p> <p>Voorbeeld: werknemer met allergieën of eczeem</p>	<p><b>Voor fysieke robot ondersteuning geldt:</b> Minder contact met gevaarlijke stoffen</p> <p><b>Voor zowel fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning geldt:</b> Meer warmtebelasting</p>	<p><b>Werknemer zonder organische beperking:</b> KANS: <b>fysieke robotondersteuning</b> kan heel gericht ingezet worden om contact met biologische agentia of toxische stoffen te voorkomen. Hierdoor kunnen taken die voorheen niet zonder risico door werknemer nu op een veiliger wijze worden uitgevoerd.</p> <p>BEDREIGING: door de inzet van <b>fysieke of perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> zal vaker in de nabijheid van grote machines worden gewerkt en/of in een omgeving die ingericht is als cleanroom inclusief het dragen van beschermende kleding, dit leidt vermoedelijk tot een hogere warmtebelasting.</p> <p>Werknemer met organische beperking: KANS: de inzet van <b>fysieke robotondersteuning</b> kan kansen bieden voor de werknemer die niet in contact mag komen met bepaalde stoffen. Taken waarin dit het geval is kunnen bijvoorbeeld overgenomen worden door een cobot/robot.</p>

Disbalansen/mensen met beperkingen	Relevante veranderingen in werkeisen als gevolg van robotisering	Kans en bedreigingen voor mensen met en zonder beperkingen
<p><b>8. Psychosociale disbalans</b></p> <p><b>Werknemer met een psychosociale disbalans</b></p> <p>Voorbeeld: werknemer met verstandelijke beperking, niet aangeboren hersenletsel, autisme ect.</p>	<p><b>Voor fysieke robot ondersteuning geldt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minder mogelijkheid tot samenwerken</li> <li>• Meer noodzaak tot goede samenwerking met robot/collega</li> <li>• Meer in ploegendiensten werken</li> </ul> <p><b>Voor zowel fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning geldt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Werkdruk neemt toe, systeem dicteert tempo</li> <li>• Kans op verstoringen neemt toe/in andere gevallen onzekerheden minder</li> <li>• Meer monotoon/kort-cyclisch werk (tenzij overgenomen door robot)</li> <li>• Minder tegenstrijdige eisen in het werk</li> <li>• Minder vereiste creativiteit</li> <li>• Minder gevoel van autonomie</li> <li>• Minder vereist vakmanschap</li> <li>• Meer mogelijkheden om nieuwe dingen te leren</li> <li>• Sociale omgang tijdens werk neemt af</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ook verwachting dat taken die een hoge mate van invoelingsvermogen of creativiteit vragen juist blijven bestaan.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Minder kans op verwondingen (minder PBM's nodig)</li> </ul>	<p><b>Werknemer zonder psychosociale beperking:</b></p> <p>KANS: de verwachting is dat werk wat een hoge mate van creativiteit of invoelingsvermogen vraagt blijft bestaan omdat de mens dit soort taken nog steeds beter dan de robot uit kan voeren.</p> <p>BEDREIGING: door inzet van <b>fysieke robotondersteuning</b> zal de mogelijkheid tot samenwerken en de sociale omgang met collega's verminderen. Voor werknemers met behoefte aan sociale interactie zal dit een bedreiging betekenen. Daarnaast is de verwachting dat meer in ploegendiensten gewerkt gaat worden. Van het werken in ploegendiensten is bekend dat dit de gezondheid nadelig kan beïnvloeden.</p> <p>BEDREIGING: voor <b>fysieke en perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> geldt dat de werkdruk toeneemt alsook de verwachting dat als gevolg van frequentere verstoringen de werkstress toeneemt. Tegelijkertijd wordt het als nadelig gezien dat het werk monotoner lijkt te worden, er minder autonomie heerst en het vereiste vakmanschap minder is.</p> <p>KANS: dat er minder vakmanschap nodig is biedt ook kansen voor werknemers die niet een specifieke vorm van vakmanschap beheersen, maar digitaal/cognitief voldoende onderlegd zijn om het werk uit te voeren; bijvoorbeeld iemand met voldoende IT-mogelijkheden kan prima een CNC machine bedienen, terwijl deze persoon wellicht geen conventionele freesmachine kan bedienen.</p> <p><b>Werknemer met psychosociale beperking:</b></p> <p>KANS: door inzet van <b>fysieke robotondersteuning</b> zal de mogelijkheid tot samenwerken en de sociale omgang met collega's verminderen. Voor werknemers met een psychosociale beperking die moeite hebben met sociale interactie levert dit kansen op. De inzet van perceptief-cognitieve robotondersteuning kan ook kansen bieden door job coaching voor een deel via een tablet/device te laten plaats vinden.</p> <p>BEDREIGING: voor mensen met een psychosociale beperking die juist erge behoefte hebben aan sociale interactie kunnen de <b>fysieke en perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> op de werkplek juist een bedreiging zijn. Doordat er minder mensen bijvoorbeeld aanwezig zijn op de werkplek kan het zijn dat zij zich meer verloren voelen en moeilijker adequaat ondersteund kunnen worden.</p>

In tabel 5.1 is gekeken naar de kansen en bedreigingen, met name vanuit de analyse dat functies na (semi-)automatisering grotendeels intact worden gehouden. Echter de grootste kansen zijn vermoedelijk te behalen door niet vanuit een “oude situatie” te redeneren, maar de situatie “fris” te bekijken; welke taken kun je het beste door een mens of door een robot/systeem laten doen? Het antwoord op deze vraag is afhankelijk van het type werknemer dat je in gedachten neemt; is dat de werknemer zonder of met beperkingen? Zo kan een simpele inpaktaak eenvoudig gerobotiseerd worden, maar wellicht ook kansen bieden voor een werknemer met een beperking.

## 6 Gevolgen van robotiseren voor arbeidsdeskundig handelen en instrumentarium

### 6.1 Wat betekent robotisering voor het arbeidsdeskundig handelen?

Uit ons onderzoek blijkt dat robotisering kan leiden tot uiteenlopende veranderingen in arbeidsbelasting oftewel werkeisen (zie § 4.3) en dat daardoor kansen en bedreigingen ontstaan voor mensen met en mensen zonder beperkingen (hoofdstuk 5). Met deze veranderingen, kansen en bedreigingen, zoals in dit rapport geïnventariseerd, veranderen ook het werkveld en de actiemogelijkheden van de arbeidsdeskundige.

We zien de volgende gevolgen voor het arbeidsdeskundig handelen:

#### 1. in het kader van preventie

Het is de verwachting dat steeds meer werkprocessen in steeds hogere mate gedigitaliseerd of gerobotiseerd worden, waardoor de werkeisen danig kunnen veranderen. Deze veranderde werkeisen kunnen leiden tot een verschuiving in de disbalansen binnen bepaalde functieprofielen. Het is van belang dat de arbeidsdeskundige de veranderingen in werkeisen als gevolg van robotisering kan herkennen en weet hoe deze doorspelen in het ontstaan van disbalansen. De arbeidsdeskundige kan deze kennis toepassen voor preventie van disbalansen in groepen werkenden of op individueel niveau voor een werkende die een beginnende disbalans ervaart. Zo kan de arbeidsdeskundige adviezen geven over de juiste robotvorm, zoals (een combinatie van) cognitieve of fysieke ondersteuning, en over welke taken je door robots of juist door werknemers laat doen (taakallocatie), zodanig dat werkeisen op de capaciteiten van de werknemers worden afgestemd en disbalansen worden voorkomen;

#### 2. in het kader van verzuim, arbeidsongeschiktheid en re-integratie

Voor een individu met beginnende disbalansen of verzuim in een gerobotiseerde omgeving of bij arbeidsongeschiktheid en re-integratie naar een nieuwe functie kan de arbeidsdeskundige meedenken over hoe de werkende in een bepaalde omgeving zo goed mogelijk ondersteund kan worden. Dit kan bijvoorbeeld door het benutten van (aanvullende) robotondersteuning of een aanpassing in het takenpakket of organisatie van het werk. Daarvoor moet de arbeidsdeskundige de mogelijke effecten van specifieke robotvormen op werkeisen kunnen herkennen en vergelijken met de functionele mogelijkheden van de cliënt.

Hiervoor is het noodzakelijk dat de arbeidsdeskundige:

1. de aard en mate van robotondersteuning kan herkennen;
2. de veranderingen in werkeisen door de aanwezige robotvorm kan herkennen;
3. gevolgen voor mensen met beperkingen en zonder beperkingen (mogelijke disbalansen die kunnen ontstaan) kan herkennen;
4. inzicht heeft in de kansen en bedreigingen als gevolg van de aanwezige robotisering voor mensen met specifieke beperkingen en mensen zonder beperkingen;
5. de kansen die de robotisering biedt kan benutten en de bedreigingen kan wegnemen:
  - › binnen de bestaande robotisering, bijvoorbeeld door adviseren over instellingen van de robot/cobot/cognitieve ondersteuning/digitalisering;
  - › door de inzet van aanvullende technische voorzieningen die mogelijk zijn door robotisering;
  - › (zowel bij bestaande als nieuwe robotisering) door aanpassingen in de organisatie van het werk zoals taakallocatie: herverdeling van taken tussen robot en mens.

## 6.2 Wat heeft de arbeidsdeskundige daarvoor nodig?

Voor bovenstaande activiteiten zien we een behoefte ontstaan voor de arbeidsdeskundige aan onderstaande kennis, instrumenten en opleidingen.

### Kennis

De arbeidsdeskundige heeft inzicht en kennis nodig over:

- › veelvoorkomende specifieke robotvormen in bepaalde sectoren en de (te verwachten) effecten van de verschillende robotvormen op de werkeisen;
- › de bedreigingen die robotisering met zich meebrengt door verschuiving in werkeisen, zowel voor mensen met als voor mensen zonder beperkingen;
- › de kansen die robotisering biedt voor mensen met en zonder beperkingen:
  - door verschuiving in werkeisen;
  - door verdere benutting van de specifieke robotiseringsvorm, zoals aanpassing in de instellingen van de robot/cobot qua snelheid/precisie, aanpassing van instructies op cognitive support system, maar ook een aanpassing in de organisatie van het werk en welk deel bijvoorbeeld door cobot en door mens wordt gedaan (taakallocatie);
  - door toevoegen van aanvullende voorzieningen die door robotisering mogelijk zijn.

### Instrumenten

In het huidige project zijn inzicht en kennis gegeven van diverse robotvormen en de effecten op werkeisen op generiek niveau. Hierdoor zijn algemene verschuivingen in de werkeisen inzichtelijk gemaakt. Om de arbeidsdeskundige in zijn werk te ondersteunen is behoefte aan meer specifieke instrumenten of hulpmiddelen. Het gaat dan om instrument(en) om:

- › (verandering in) werkeisen in een gerobotiseerde arbeidssituatie in kaart te kunnen brengen;
- › de functionele mogelijkheden van een cliënt voor een gerobotiseerde arbeidssituatie in kaart te brengen;
- › specifieke voorzieningen te vinden voor re-integratie van cliënten met een beperking (instrument dat passende robotondersteuning bij specifieke beperkingen aangeeft);
- › tot een optimale verdeling van taken tussen robot en mens te komen (taakallocatie).

### Opleidingen en kennisdeling

Om bovenstaande kennis en instrumenten te implementeren in het arbeidsdeskundig handelen zullen deze actief gedeeld moeten worden. Mogelijkheden daarvoor zijn bijvoorbeeld:

- › delen van de kennis van het huidige project door middel van AKC website (kennisdossier "Robotisering"), bijeenkomsten (AKC college) en publicaties (AD visie en TBV);
- › ontwikkelen van een module voor onderwijs waarin de bovengeschetste onderwerpen aan bod komen:
  - inzicht en kennis van robotvormen en effect op werkeisen;
  - leren werken met instrumentarium en database;
  - oefenen via een oefenmodule op de website of in de praktijk, via praktijkbezoeken.

## 6.3 Welke ontwikkelingen zijn hiervoor nodig (ingrediënten voor de roadmap)?

Om de arbeidsdeskundige te voorzien in bovenstaande kennis en instrumenten zien we de volgende stappen die gezet zouden moeten worden. Deze stappen of ontwikkelingen bouwen voort op de kennis uit dit project en vormen gezamenlijk de ingrediënten voor een mo-



gelijke roadmap voor de komende jaren. De timing en de volgorde van deze stappen/ontwikkelingen zijn afhankelijk van de prioriteitstelling van het AKC.

### Instrumentontwikkeling

Mogelijke ontwikkelingen met betrekking tot instrumenten/hulpmiddelen zijn:

- › ontwikkelen van een operationele database waarin gedetailleerde informatie met betrekking tot robotisering, werkeisen en kansen en bedreigingen toegankelijk wordt gemaakt. Door middel van een stappenplan of stroomschema kan een grote hoeveelheid informatie handzaam en op maat gepresenteerd worden. Enkele eerste ideeën voor de opbouw van een dergelijke database zijn:
  - inbouwen van een stroomschema dat de mogelijkheid biedt om (1) vanuit specifieke sectoren en robotvormen naar effect op disbalansen te kunnen kijken, (2) om vervolgens naar de kansen en bedreigingen te kunnen kijken en (3) naar de voorzieningen die daarin een rol zouden kunnen spelen. Andersom de mogelijkheid bieden om vanuit beperkingen te kijken en daarbij de mogelijke voorzieningen te vinden binnen bepaalde sectoren;
  - starten met de ontwikkeling door een “Top 10” te formuleren van specifieke robotvormen die momenteel al veel voorkomen in verschillende sectoren zoals bijvoorbeeld pick-and-place robots in de industrie, cognitive support systems en pick-to-light systemen in de industrie of logistieke sector, oogrobots in de landbouw of operatie robots in de zorg. Voor deze specifieke top 10 aan robotvormen de verschuiving in werkeisen en kansen en bedreigingen in kaart brengen, inclusief de aanpassingsmogelijkheden die de AD in deze situatie kan benutten;
  - toevoegen van “best practices”: (1) situaties waarin door gebruik te maken van robots/cobots/cognitive support systemen mensen met een beperking passend in arbeid geplaatst zijn en (2) situaties van inclusiviteit van arbeid waarin door middel van weloverwogen keuzes taken aan robot en mens zijn toebedeeld en zo passende arbeid is gecreëerd;
  - een inventarisatie van mogelijke voorzieningen voor specifieke (veelvoorkomende) groepen met een arbeidsbeperking. Deze kunnen in kaart worden gebracht door experts en door technische bedrijven in contact te brengen met vertegenwoordigers van de doelgroep;
  - de database zou vervolgens door AKC/de arbeidsdeskundigen zelf in stand gehouden kunnen worden en verder uitgebreid, bijvoorbeeld door de arbeidsdeskundige casuïstiek en best practices aan te laten leveren;
- › instrument voor taakallocatie ontwikkelen: herkennen en benutten van mogelijkheden om instellingen van robots aan te passen: nagaan welke instrumenten hiervoor bestaan en welke aanpassingen nodig zijn om deze bruikbaar te maken voor de arbeidsdeskundige;
- › uitbreiden van de Leidraad Werkvoorzieningen met voorzieningen die door robotisering mogelijk worden;
- › FML/CBBS passend maken voor de specifieke eisen die bij robotisering gelden;
- › een scan ontwikkelen waarmee snel en adequaat de werkeisen in kaart kunnen worden gebracht; nagaan bij welke bestaande scans/checklists aangesloten kan worden.

### Kennisontwikkeling

Om over bovenstaande kennis en instrumenten te kunnen beschikken is kennisontwikkeling nodig over:

- › effecten van robotondersteuning op werkeisen (in plaats van performancematen zoals productiviteit en fouten);
- › effecten van specifieke (veel voorkomende) robotvormen op de arbeidsbelasting;

- › de mogelijkheden die robotisering biedt voor specifieke voorzieningen (kansen) maar ook bedreigingen;
- › kosten en baten van het inzetten van kansrijke robotvormen.

### Opleidingen

Zoals in de vorige paragraaf aangegeven zullen kennis en instrumenten actief gedeeld moeten worden. Dan kan bijvoorbeeld door:

- › het delen van de kennis van het huidige project door middel van AKC website (kennisdossier “Robotisering”), bijeenkomsten (AKC college) en publicaties (AD visie en TBV);
- › het ontwikkelen van een module voor onderwijs en nascholing en waar mogelijk integreren binnen bestaande opleidingen van de eerder genoemde onderwerpen:
  - inzicht en kennis van robotvormen en effect op werkeisen en kansen en bedreigingen voor werknemers met en zonder beperkingen;
  - leren werken met instrumentarium en database;
  - oefenen via een oefenmodule op de website of in de praktijk, via praktijkbezoeken.

### Prioriteiten roadmap

Samengevat: de kennisroadmap voor de beroepsgroep van de arbeidsdeskundige zou wat ons betreft moeten bestaan uit twee parallelle trajecten.

- › Meer kennis is nodig over de technische mogelijkheden en praktische haalbaarheid om nieuwe technologie af te stemmen op specifieke groepen mensen met beperkingen. Dit vraagt om praktijkonderzoek (onder andere verzamelen van ‘best practices’) waarin expertise op het gebied van ‘mens, arbeid en disbalans’ en op het gebied van ‘nieuwe technologie’ ten volle wordt benut.
- › Bestaande en nieuwe kennis over robotisering moet bij de arbeidsdeskundige terecht komen en daarbij toegankelijk en toepasbaar worden gemaakt. Dit vraagt om
  - verspreiding van de kennis, bijvoorbeeld via kennisdossiers van het AKC;
  - aandacht voor ‘robotisering’ in het opleidingsplan van de beroepsgroep;
  - aanvullingen op het bestaande instrumentarium van de arbeidsdeskundige.

## 7 Conclusies

Robotisering omvat uiteenlopende robotvormen die in meer of mindere mate allerlei taken van mensen overnemen. We onderscheiden twee hoofdgroepen: robots die fysieke ondersteuning geven en robots die perceptief-cognitieve ondersteuning geven.

Beide robotvormen hebben effect op diverse aspecten van de arbeidsbelasting. Deze kunnen positief en negatief zijn en sterk afhankelijk van de specifieke robot en de context (hoofdstuk 4, tabel 4.6). Doorslaggevend is wat de taken en arbeidseisen vòòr en wat de taken en arbeidseisen nà invoering van de robot waren.

De verschuivingen in arbeidsbelasting geven kansen en bedreigingen in termen van gezondheidsrisico's, werktevredenheid en duurzame inzetbaarheid (hoofdstuk 5, tabel 5.1). Bedreigingen ontstaan als de veranderende werkeisen van dien aard zijn dat mensen met of zonder beperkingen een verhoogd risico op een disbalans kunnen lopen. Kansen zien we als robots juist die taken kunnen overnemen waar mensen problemen mee hebben.

Voor de nabije toekomst is het van belang dat is de arbeidsdeskundige:

- › de aard en mate van de robotondersteuning kan herkennen;
- › de verschuiving in arbeidsbelasting in kaart kan brengen;
- › bedreigingen en de kansen voor mensen met beperkingen kan benoemen;
- › in staat is bedreigingen weg te nemen of te reduceren en kansen te benutten.

Wat dat laatste betreft, zou de arbeidsdeskundige bijvoorbeeld de kennis moeten hebben over de (programmerings)mogelijkheden die specifieke robotvormen bieden om deze optimaal af te stemmen op individuele cliënten. Ook zou de arbeidsdeskundige deze kennis moeten kunnen aanwenden.

### Wat is nodig?

- › Meer kennis is nodig over de technische mogelijkheden en haalbaarheid om technologie af te stemmen op mensen met beperkingen. Dit vraagt om praktijkonderzoek waarin expertise over 'mens, arbeid en disbalans' en 'nieuwe technologie' ten volle wordt benut.
- › Bestaande en nieuwe kennis over robotisering moet bij de arbeidsdeskundige terecht komen en toegankelijk en toepasbaar worden gemaakt. Dit vraagt om
  - verspreiding van de kennis, bijvoorbeeld via kennisdossiers van het AKC;
  - aandacht voor 'robotisering' in het opleidingsplan van de beroepsgroep;
  - aanvullingen op het bestaande instrumentarium van de arbeidsdeskundige.

### Samengevat

- › Robotisering leidt tot verschuivingen in arbeidsbelasting, die zowel kansen en bedreigingen met zich mee brengen voor mensen zonder en met arbeidsbeperkingen.
- › Waar de robots of ICT-systemen juist die taken kunnen overnemen waar mensen met beperkingen moeite mee hebben, ontstaan kansen. Deze kansen worden tot op heden niet of nauwelijks benut.
- › De arbeidsdeskundige dient de aard en mate van robotondersteuning en de mogelijke verschuivingen in arbeidsbelasting te (her)kennen en de kansen en bedreigingen te kunnen benutten en reduceren.
- › Bovenstaande vraagt om de ontwikkeling van nieuwe toepasbare kennis en het overdragen van bestaande en nieuwe toepasbare kennis aan arbeidsdeskundigen.

## Referenties

AKC, *Leidraad Werkvoorzieningen*; in te zien via:

<https://www.arbeidsdeskundigen.nl/dossiers/loonwaarde/leidraden/document/akc/412>

Arai, T., Kato, R., & Fujita, M. (2010). Assessment of operator stress induced by robot collaboration in assembly. *CIRP Annals - Manufacturing Technology*, 59(1), 5–8.  
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007850610000442>

Bayo-Moriones, A., Bello-Pintado, A., & Merino-Díaz-de-Cerio, J. (2010). The effects of integrated manufacturing on job characteristics. *New Technology, Work and Employment*, 25(1), 63-79.

Benders, J., Dhondt, S., & Van Hoogtem, G. (2015). Gereedschap is belangrijk, maar wat doe je ermee? Technologie, functie-ontwerp en het niveau van toekomstige Banen. *TvA*, 31(2), 142-146.

Brynjolfsson, E., & McAfee, A. (2014). *The Second Machine Age: Work Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: W. W. Norton & Company.

Chui, M., Manyika, J., & Miremadi, M. (2015). Four fundamentals of workplace automation. *Mc Kinsey Quarterly*, november.  
<http://www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/four-fundamentals-of-workplace-automation>

Frey, C.B., & Osborne, M. (2013). *The Future of Employment: How susceptible are jobs to computerisation?* Oxford: Oxford Martin Programme on Technology and Employment.

Kato, R., Fujita, M., & Arai, T. (2010). Development of advanced cellular manufacturing system with human-robot collaboration. *RO-MAN, IEEE, Issue Date: 13-15 Sept*.  
<http://ieeexplore.ieee.org/xpls/icp.jsp?arnumber=5598700>

Kolfschoten, R., & Grooten, M. (2015). *Robotics: Ondersteunen, Assisteren en Samenwerken*. Tilburg: Brabantse Ontwikkelings Maatschappij.

Radkowski, R., Herrema, J., & Oliver, J. (2015). Augmented Reality-Based Manual Assembly Support With Visual Features for Different Degrees of Difficulty. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 31(5), 337-349.  
<http://doi.org/10.1080/10447318.2014.994194>

Reif, R., Günter, W., Schwerdtfeger, B., & Klinker, G. (2010). Evaluation of an Augmented Reality Supported Picking. *Computer Graphics Forum*, 29(1), 2-12.  
<http://doi.org/10.1111/j.1467-8659.2009.01538.x>

Rüther, S., Hermann, T., Mracek, M., Kopp, S., & Jochen, S. (2013). An Assistance System for Guiding Workers in Central Sterilization Supply Departments. In *Proceedings of the 6th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*.  
<http://doi.org/10.1145/2504335.2504338>.

SER (2016). *Mens en technologie: samen aan het werk. SER-Verkenning*. Den Haag: Sociaal-Economische Raad.

Stahl, J.E., Egan, M.T., Goldman, J.M., Tenney, D., Wiklund, R.A., Sandberg, W.S., Gazelle, S., & Rattner, D.W. (2005). Introducing new technology into the operating room: Measuring the impact on job performance and satisfaction. *Surgery*, 137(5), 518-526.

Sugi, M., Matsumura, I., Tamura, Y., Ota, J., & Arai, T. (2008). Quantitative evaluation of physical assembly support in human supporting production system "attentive workbench." *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation* (pp. 3624-3629). <http://doi.org/10.1109/ROBOT.2008.4543766>

Van den Berge, W., & Ter Weel, B. (2015). *Baanpolarisatie in Nederland*. Den Haag: CPB. CPB Policy Brief 2015/13.

Van Est R., & Kool, L. (2015). *Werken aan de robotsamenleving; visies en inzichten uit de wetenschap over de relatie technologie en werkgelegenheid*. Den Haag: Rathenau instituut.

Went, R., Kremer, M., & Knottnerus, A. (red.). (2015). *De robot de baas: De toekomst van werk in het tweede machinetijdperk*. Amsterdam: Amsterdam University Press.

# Bijlage 1 Gevolgen van robotisering voor de arbeidsbelasting: samenvatting casuïstiek

## Case 1. Kooirobot in een metaalbedrijf (fysieke ondersteuning)

### *De taak*

De taak die is geautomatiseerd, betreft het voorbereiden van samples van producten waarop diverse tests moeten worden uitgevoerd (onder andere kerfslagproef). Deze voorbereidende taak bestaat uit de volgende handelingen:

- › blokjes op maat zagen voor invoer in de kooirobot (KBC = Kerfslag Bewerkings Centrum);
- › lijst ophalen, dan ziet de medewerker wat er uit moet;
- › op computer sticker maken;
- › blokjes schoonblazen en vegen;
- › stickers opplakken in het midden (anders slecht te lezen);
- › blokjes in grote aantallen tegelijk in de machine leggen;
- › af en toe frezen vervangen.

Men werkt in een tweeploegendienst, vroeg en laat (6-14 en 14-22).

### *Wat is er veranderd?*

Aanleiding voor de robotisering was dat de productiestromen groter zijn geworden. Voorheen werd deze taak handmatig uitgevoerd, met ondersteuning door verschillende machines. De nieuwe automatisering bestaat uit een kooirobot. Heel af en toe gebeurt het werk nog handmatig. Dit werk werd voorheen uitgevoerd door elf mensen; nu zijn er nog zeven mensen werkzaam. Er is afwisseling met andere taken: onder andere grote schaafmachine voor trekproef.

### *Effecten op ervaren belasting*

Lang staan ('voel je wel aan het eind van de dag in je enkels').


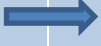

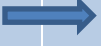
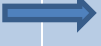
### *Effecten op productiviteit (fouten en output) en vaardigheden*

Het KBC is enerzijds een grote verbetering: er treden minder fouten op en het werkt sneller. Maar deze robotisering gaat wel gepaard met inleveren van vakmanschap (metaalbewerking zoals schaven, frezen, etc.). Ook heeft het invoeren van de robot consequenties voor wat mensen moeten kunnen. Vroeger duurde het lang voor je het leuke werk kon gaan doen, nu is er niet veel deskundigheid nodig; uitzendkrachten kunnen al snel alle taken uitvoeren. Een beetje technisch inzicht en achtergrond (liefst metaalachtergrond, CNC-machines) zijn voldoende.

### *Beoordeling invloed robotisering op werkeisen*

De beoordeling van de werkeisen staat per type werkeisen in onderstaande tabellen. Een verschuiving naar rechts betekent hogere werkeisen in de huidige, gerobotiseerde/geautomatiseerde situatie dan in de oude, handmatige taakuitvoering.

Psychosociale arbeidsbelasting	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
Werkdruk: snel moeten werken, veel werk in weinig tijd, pieken <sup>1</sup>			→				Toegenomen omdat de machine niet stil mag staan dus er is altijd aanvoer nodig; als de machine draait kun je weer andere taken uitvoeren; vaak overwerk in weekend, aanbod is groter geworden (los van robot); deel komt ook uit jezelf (eigen gedrag);
Verstoringen tijdens het werk/werk loopt anders dan gepland <sup>2</sup>			→				Nieuwe machine gaf in het begin veel storingen maar werkt nu goed (weinig verstoringen); door toename aanbod loopt het werk soms anders, alles heeft haast!
Snelheid afhankelijk van tempo collega's		←					Nee, gaat soepel, maar straks misschien wel afhankelijk van aanvoer door nieuwe machine
Tegenstrijdige belangen/eisen						▢	Het moet snel en precies, vroeger en nu
Onvoldoende/gebrekkige (hulp)middelen		←					Frezen worden geslepen door bedrijf, maar soms zijn ze te laat (niet voor KBC taak, ook in oude situatie werden beitels wel goed bijgehouden)
Agressie, geweld, intimidatie <sup>3</sup>	▢						Geen direct contact met klanten
Volcontinu/ploegen- of oproepdiensten; voor 7 uur/na 22 uur <sup>4</sup>						▢	Tweeploegendienst
Beducht zijn voor gevaarlijke situaties			←				Zal verminderd zijn, bij de oude situatie speelt veiligheid bij gebruik van machines wel, terwijl bij de robot bewegende delen zijn afgeschermd
Werk vereist weinig creativiteit				←			Meer geworden, vooral wat betreft de afstemming van verschillende taken (voorbereiding, blokjes afzagen, computerwerk, etiketteren) op elkaar (planning)
Geen gelegenheid om nieuwe vaardigheden te ontwikkelen	▢						Je krijgt wel instructies voor nieuwe machines (ff snel); nu wel meer aandacht aan besteed dan vroeger
Onvoldoende opleidingsmogelijkheden	▢						Goed geregeld vanuit het bedrijf (handigst is werktuigbouw) [maar bedrijfsafhankelijk]
Geen/nauwelijks door-groeimogelijkheden	▢						Afhankelijk van functie, evt. doorgroeien naar werkvoorbereider of op een andere afdeling in Tatasteel

Psychosociale arbeidsbelasting	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
Taken en handelingen zijn weinig gevarieerd/ kort-cyclisch werk <sup>2</sup>							(Helpt van de dag dezelfde taken van korter dan 10 min.) Je wisselt wel iedere dag van werkplek, maar bent zelf een beetje robot; het is steeds hetzelfde, vooral vroeger met handmatige kerfslagvoorbereiding; oplossen storingen geeft voldoening
Onvoldoende sociale/ functionele steun collega's <sup>2</sup>							Toename risico verwacht doordat er met minder mensen wordt gewerkt en men meer fysiek verspreid is
Onvoldoende taken kunnen overdragen/ruilen met collega's							Makkelijker doordat het minder specialistisch werk is, maar er zijn minder collega's beschikbaar
Onvoldoende autonomie <sup>5</sup>							Nu minder autonomie (vooral in volgorde en tempo) omdat een deel volledig geautomatiseerd is
Onvoldoende mogelijkheid voor werkonderbreking							idem

<sup>1</sup> Verschillende werkdruk factoren samengevoegd: snel werken, veel werk in te weinig tijd, pieken en hectisch werk.



<sup>2</sup> Twee factoren samengevoegd.

<sup>3</sup> Verschillende factoren samengevoegd: lastige klanten, collega's/hinderlijke intimidatie/ongewenste seksuele aandacht.

<sup>4</sup> Drie factoren samengevoegd: ploegendiensten, oproepdiensten en voor 7 of na 22 uur werken.

<sup>5</sup> Verschillende vormen van autonomie zijn samengevoegd: niet zelf kunnen bepalen hoe, in welke volgorde en in welk tempo wordt gewerkt.



Fysische omgeving	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Wanneer? Oorzaken?
Chemische stoffen (giftig, bijtend, irriterend)	III						Niet bij deze taak (bij KBC koelwater dat ook smeer bevat, maar was voorheen ook)
Biologische agentia (veel direct contact met (hoogrisico) mensen)	III						Nee, niet veel (direct) contact met (hoogrisico) mensen
Ioniserende/radioactieve of optische straling, elektromagnetische velden	?						
(Hinderlijk) lawaai							KBC geeft meer hinderlijk lawaai dan oude machine (oordoppen nodig)
> 30° of < 13° meer dan 1 uur/dag of grote temp. verschillen	III						
Kans op vallen, struikelen, snijden, branden...							KBC: geen mogelijkheid om met je handen bij bewegende delen te komen; in oude situatie kon dat wel
Kans op vrijkomen van gevaarlijke hoeveelheden giftige damp/gas	III						

Perceptief-cognitieve belasting	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
Kleine details met belangrijke betekenis die moeten kunnen worden gezien <sup>1</sup>				➔			In oude situatie meer schuifmaten, bij KBC: bij opmeten frezen, bij beeldscherm KBC, is meer geworden Zie vorige punt
Moeten kunnen reageren op informatie in het perifere gezichtsveld	▬						Nee
Belangrijke geluidssignalen gemaskeerd door versturende signalen	▬						Als er iets fout gaat valt er wel een iets, is een harde klap dus dat hoor je wel (zelfde beleven)
Zachte geluiden moeten kunnen worden gehoord	▬						
Je moet je kunnen afsluiten voor irrelevante informatie	▬						
Er moet vaak gewisseld tussen taken (schakelen)					▬		Ja, maar ook andere taken dan KBC gerelateerd en is niet veranderd; nu wel een machine er bij gekregen
De aandacht moet verdeeld tussen meerdere taken (tegelijk)					▬		Zie hierboven
De aandacht niet kunnen laten verslappen (auto rijden)				➔			Ook wel taken waarbij je iets minder alert hoeft te zijn, nu misschien iets minder probleem dan voorheen
Er wordt een sterk beroep gedaan op het werkgeheugen	▬						Nee
Veel en vaak nieuwe dingen moeten kunnen leren	➔						Vaak nieuwe dingen leren; dat wordt steeds meer
Snel gegevens moeten kunnen zoeken en verbanden kunnen leggen	➔						Als er iets mis gaat, bijvoorbeeld KBC heeft product verloren
Snel beslissingen moeten kunnen nemen	▬						
Snel moeten kunnen reageren op signalen die duiden op risico	▬						

<sup>1</sup> Twee factoren zijn samengevoegd: details van meetinstrumenten en van computerscherm moeten aflezen.

Fysieke belasting	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
> 1 uur werk men buiten adem raakt en moet zweten	■						
Langdurig zitten zonder afwisseling met staan/lopen	←						
Zwaar tillen of dragen, duwen of trekken	■						
Vaak kleine/middelgrote krachtoefeningen met de armen/handen					←		Oud: bij machinale bewerking
Met gebogen nek/hoofd werken					←		Idem
Met gebogen romp werken			←				Optillen van kratten
Met geheven bovenarmen werken				←			
Geknield/gehurkt werken	■						
Lang staan					→		Voorheen gebeurde het zittend maar kreeg je last van je rug, nu bijna alles staand (alleen voor stickers uitdraaien zitten)
Ongunstige onderarm/polsstanden				■			
Hele lichaams- of hand-armtrillingen?	■						

## Case 2. Pick-to-light systeem bij een toeleveringsbedrijf voor de automobielindustrie (perceptief-cognitieve ondersteuning)

### De taak

De bestudeerde taak is de assemblage van een onderdeelje van een schokdemper (FSD). In de oude, handmatige situatie las men vanaf een tekening de wijze waarop het product in elkaar moest worden gezet. De onderdeeljes lagen in aparte vakjes in een grote bak die voor hen op tafel lag. De medewerkers assembleerden het hele product zelf en doen dat met het pick-to-light systeem nog steeds. De medewerkers vinden het een mooi product om te maken en geven de oude en nieuwe situatie een 7 of 8; de één heeft voorkeur voor de handmatige uitvoering, dat vond ze leuker om te doen omdat je het product helemaal zelf opbouwt; voor de ander maakt het niet uit.

### Wat is er veranderd?

Door de sterk groeiende vraag was er noodzaak om het proces te automatiseren. Dat is in twee stappen gebeurd, eerst naar 'halfautomatisch' door invoering van een pick-to-light sys-

teem met instructies op een scherm en vervolgens naar 'volautomatisch' door invoering van een kooirobot. Beide zijn opgesteld in een clean room.

De halfautomatische taak wordt door twee personen uitgevoerd, in de oude situatie waren dat er meer. Bovendien is de taak in twee delen gesplitst waarbij men parallel naast elkaar werkt. Het pick-to-light systeem bestaat uit een monitor die visuele informatie geeft over de handelingen die moeten worden uitgevoerd. Dit vervangt de tekening in de oude situatie. De onderdeeljes liggen in bakjes die voor de medewerker staan opgesteld. Een groen lampje gaat aan bij het onderdeel dat gepakt moet worden waardoor de volgorde van handelingen wordt aangegeven. De assemblage gebeurt nog steeds handmatig. Het halffabricaat gaat van medewerker 1 naar medewerker 2 en het eindproduct voert medewerker 2 in in een kooirobot die olie toevoegt en het product test. De twee medewerkers voeren vooral deze taak uit en helpen bij uitzondering ook bij andere taken (bijvoorbeeld helpen bijvullen). De één werkt in dagdienst, de ander in dag- en avonddienst (twee ploegendienst), in dat geval werkt men lang achter elkaar alleen dag of alleen avonddienst. Dit is niet veranderd bij de invoering van pick-to-light. Bij de volautomatische uitvoering zijn alleen de invoer en uitvoer niet geautomatiseerd.

#### *Effecten op ervaren belasting*

Men ervaart geen klachten door het werk maar vermeldt wel: 'iedereen heeft wel eens last van schouders en nek'.

#### *Effecten op productiviteit (fouten en output) en vaardigheden*

Het pick-to-light systeem zal de kans op fouten verkleinen. De automatisering brengt andere eisen met zich mee wat betreft kennis en vaardigheden, namelijk meer technische vaardigheden voor oplossen van storingen.

#### *Beoordeling invloed robotisering op werkeisen*

De beoordeling van de werkeisen staat per type werkeisen in onderstaande tabellen. Een verschuiving naar rechts betekent hogere werkeisen in de huidige, gerobotiseerde/geautomatiseerde situatie dan in de oude, handmatige taakuitvoering. Hoe meer kolommen de pijl beslaat hoe groter het verschil tussen de oude en nieuwe situatie.

Psychosociale arbeidsbelasting							Toelichting
	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	
Werkdruk: snel moeten werken, veel werk in weinig tijd, pieken					→		Nu met zn. 2-en, dus je moet het bij zien te houden (was bij oud niet); de hoeveelheid werk is iets toegenomen
Verstoringen tijdens het werk/werk loopt anders dan gepland	→						Verstoringen vallen wel mee, lampjes die af en toe niet uitgaan maar zijn ze aan gewend (kunnen ze zelf oplossen/autonomie); het komt wel meerdere keren per dag voor dat er tussendoor ineens iets getest moet worden.
Snelheid afhankelijk van tempo collega's		→					Toegenomen door tweedeling van de taak; in oude situatie mogelijk wel door aanleveren van onderdelen

Psychosociale arbeidsbelasting	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
Tegenstrijdige belangen/eisen						▬	Kwaliteit en snelheid maar geen grote gevolgen (robot test en haalt foute producten er uit)
Agressie, geweld, intimidatie	▬						
Volcontinu/ploegen- of oproepdiensten; voor 7 uur/na 22 uur						▬	
Beducht zijn voor gevaarlijke situaties	➡						Interactie met robot bij invoering in kooirobot, maar dit zal goed beveiligd zijn
Werk vereist weinig creativiteit						▬	Nauwelijks in oud + nieuw (volgorde ligt in beide situaties vast, maar bij semi automatisch mogelijk nog minder creativiteit)
Geen gelegenheid om nieuwe vaardigheden te ontwikkelen						▬	Nu niet aan de orde maar bij volautomatisch wel zelf leren verstoringen oplossen
Onvoldoende opleidingsmogelijkheden						▬	
Geen/nauwelijks door-groeimogelijkheden						▬	
Taken en handelingen zijn weinig gevarieerd/kort-cyclisch werk					➡		Zij vindt het wel gevarieerd, maar wij vinden nieuw minder gevarieerd
Onvoldoende sociale/functionele steun collega's				▬			Meer mogelijkheid bij pick-to-light voor sociale steun doordat er door 2 mensen naast elkaar gewerkt wordt, maar voorheen werd er door meer mensen aan dit product gewerkt
Onvoldoende taken kunnen overdragen/ruilen met collega's							Hoe meer automatisering, hoe meer specialistische taken, dus mogelijk lastiger om te ruilen van taken
Onvoldoende autonomie				➡			Hoe meer automatisering hoe minder autonomie/ meer gestandaardiseerd, volgorde wordt door pick-to-light bepaald; het tempo kun je nog wel zelf bepalen, net als in de oude situatie
Onvoldoende mogelijkheid voor werkonderbreking	▬						

Fysische omgeving	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Wanneer? Oorzaken?
Chemische stoffen (giftig, bijtend, irriterend)	■						
Biologische agentia (veel direct contact met (hoogrisico) mensen)	■						
Ioniserende/radioactieve of optische straling, elektromagnetische velden	■						
(Hinderlijk) lawaai	■						We beoordelen alleen pick-to-light, maar het volledig geautomatiseerde systeem (kooirobots) veroorzaakt veel hinderlijk lawaai
> 30° of < 13° meer dan 1 uur/dag of grote temp. verschillen							Bij semi-en volautomatisch heel warm (ondanks ventilatoren) in de zomer ook vanwege kleding; warmer dan vroeger
Kans op vallen, struikelen, snijden, branden...	■						
Kans op vrijkomen van gevaarlijke hoeveelheden giftige damp/gas	■						

Perceptief-cognitieve belasting	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
Kleine details met belangrijke betekenis die moeten kunnen worden gezien		■					Op scherm schriftelijke instructies, maar je volgt lampjes en op den duur ook dat niet meer; het zijn kleine producten en onderdelen maar dat is niet veranderd
Moeten kunnen reageren op informatie in het perifere gezichtsveld	■						Nee
Belangrijke geluidsignalen gemaskeerd door versturende signalen	■						Nee
Zachte geluiden moeten kunnen worden gehoord	■						Nee
Je moet je kunnen afsluiten voor irrelevante informatie	■						
Er moet vaak gewisseld tussen taken (schakelen)	■						
De aandacht moet verdeeld tussen meerdere taken (tegelijk)	■						Goed je aandacht er bij houden maar niet 2 taken tegelijk
De aandacht niet kunnen laten verslappen (auto rijden)	■						
Er wordt een sterk beroep gedaan op het werkgeheugen	■						Nee oud: aan de hand van de tekening en nu aan de hand van pick-to-light (pick-to-light kan wel es uitvallen maar komt weinig voor)
Veel en vaak nieuwe dingen moeten kunnen leren	■						Niet vaak
Snel gegevens moeten kunnen zoeken en verbanden kunnen leggen	■						
Snel beslissingen moeten kunnen nemen	■						
Snel moeten kunnen reageren op signalen die duiden op risico	■						Stoppen en onderhoud bellen (meestal is er dan iets met de robot) - problemen worden snel opgelost

Fysieke belasting	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
> 1 uur werk men buiten adem raakt en moet zweten	III						
Langdurig zitten zonder afwisseling met staan/lopen					III		
Zwaar tillen of dragen, duwen of trekken	III						
Vaak kleine/middelgrote krachtoefeningen met de armen/handen					III		Niet veranderd
Met gebogen nek/hoofd werken					III		
Met gebogen romp werken	III						
Met geheven bovenarmen werken				→			Door de opstelling van de bakjes met onderdelen in het pick-to-light systeem is er meer sprake van armheffing; deze opstelling is afhankelijk van het aantal onderdelen en de keuzes die worden gemaakt voor opstelling
Geknield/gehurkt werken	III						
Lang staan	III						Hoeft niet bij deze taak
Ongunstige onderarm/polsstanden				III			Zal niet meer geworden zijn
Hele lichaams- of hand-armtrillingen?	III						

### Case 3. Automatisering administratieve werkprocessen (perceptief-cognitieve ondersteuning)

#### De taak

De taak is het checken en vaststellen van jaarrekeningen van organisaties. Voorheen was er een papieren systeem met een spreadsheet (verschillende programma's). Sinds acht jaar werkt men met een elektronisch systeem, waardoor het proces sterk is geautomatiseerd. De taak vergt veel vergelijken van gegevens (bedragen) in de computer, soms vanuit verschillende systemen. Daarnaast moeten er gegevens worden ingevoerd. Incidenteel moet er een print worden gemaakt of met de rekenmachine iets worden uitgerekend.

#### Wat is er veranderd?

Jaaroverzichten haalde je uit een ander systeem. Alleen de brieven waren digitaal. Je werkte meer met het toetsenbord, onder andere om het spreadsheet zelf in te vullen. Voorheen was het ongeveer vier uur beeldschermwerk per dag; nu zes uur. Voorheen werkte je met één



scherm (tweede scherm is erbij gekomen sinds de documenten gescand zijn). Kijken op het scherm is niet veranderd; de schermen zijn wel groter geworden. Men is tevreden met het nieuwe systeem: 7,5.

De werktijden zijn gangbare kantoortijden (niet veranderd). Er zijn geen vaste starttijden, maar iedereen heeft wel z'n eigen schema. Pauzes kan men zelf bepalen. Het werk wordt nu met dertien à veertien personen gedurende een deel van het jaar uitgevoerd; in andere periodes zijn er andere werkzaamheden. Vroeger waren er veel meer mensen voor dit werk. Ook moet binnenkomende post worden afgehandeld.

#### *Effecten op ervaren belasting*

Beeldschermbril voor het werk gekregen, sommigen hebben aparte stoelen. Leuk is het uitzoekwerk, dingen verrekenen. Lastig is als er verschillende crediteurennummers zijn, dan moet je zoeken wat ze hebben gekregen. Ook andere organisaties die subsidie gekregen hebben.

#### *Effecten op productiviteit (fouten en output) en vaardigheden*

Efficiency, bezuinigingen, met de tijd mee gaan, 1.673 per jaar, met 8 mensen. Voorheen boekhoudkundige achtergrond vereist. Nu HBO-denkniveau.

#### *Beoordeling invloed robotisering op werkeisen*

De beoordeling van de werkeisen staat per type werkeisen in onderstaande tabellen. Een verschuiving naar rechts betekent hogere werkeisen in de huidige, gerobotiseerde/geautomatiseerde situatie dan in de oude, handmatige taakuitvoering.

Psychosociale arbeidsbelasting	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
Werkdruk: snel moeten werken, veel werk in weinig tijd, pieken <sup>1</sup>	■						Niet veranderd
Verstoringen tijdens het werk/werk loopt anders dan gepland <sup>2</sup>	→						Wel veranderd: meer met systemen te maken; Je wil bladeren maar systeem zit vast; (soms problemen met centrale systeem)
Snelheid afhankelijk van tempo collega's	■						Externe info waar je op moet wachten, maar je kunt met andere taak door
Tegenstrijdige belangen/eisen					■		Inherent aan het werk (consequentie dat het een jaar later wordt opgemerkt); het moet nauwkeurig maar snel
Onvoldoende/gebreekte (hulp)middelen							
Agressie, geweld, intimidatie <sup>3</sup>	■						Contact meestal via mail, niet aan de orde.
Volcontinu/ploegen- of oproepdiensten; voor 7 uur/na 22 uur <sup>4</sup>	■						

Psychosociale arbeidsbelasting	(bijna) nooit	maandlijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
Werk vereist weinig creativiteit	■						
Geen gelegenheid om nieuwe vaardigheden te ontwikkelen		■				■	Niet altijd standaard/geprotocolleerd, soms maatwerk: dan is er creativiteit in zoektermen nodig voor het zoeken van de juiste informatie,
Onvoldoende opleidingsmogelijkheden	■						Niet aan de orde.
Geen/nauwelijks door-groeimogelijkheden	■						Voldoende, cursussen jaarrekeningen, accountancy; NV
Taken en handelingen zijn weinig gevarieerd/kort-cyclisch werk <sup>2</sup>					■		Niet in de functie zelf, wel coördinator (2, kwaliteitsparaaf/helpt complexe zaken), nog hoger: manager; NV
Onvoldoende sociale/functionele steun collega's <sup>2</sup>	■						
Onvoldoende taken kunnen overdragen/ruilen met collega's	■						?
Onvoldoende autonomie <sup>5</sup>				■			Veel geprotocolleerd; hier nog veel op papier dus afwijkingen kunnen wel genoteerd
Onvoldoende mogelijkheid voor werkonderbreking	■						

<sup>1</sup> Verschillende werkdruk factoren samengevoegd: snel moeten werken, veel werk in te weinig tijd, pieken en hectisch werk.

<sup>2</sup> Twee factoren samengevoegd.

<sup>3</sup> Verschillende factoren samengevoegd: lastige klanten, collega's/hinderlijke intimidatie/ongewenste seksuele aandacht.

<sup>4</sup> Drie factoren samengevoegd: ploegendiensten, oproepdiensten en voor 7 of na 22 uur werken.

<sup>5</sup> Verschillende vormen van autonomie zijn samengevoegd: niet zelf kunnen bepalen hoe, in welke volgorde en in welk tempo wordt gewerkt.

Op het gebied van fysieke omgeving zijn er geen verkeisen!

Perceptief-cognitieve belasting	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
Kleine details met belangrijke betekenis die moeten kunnen worden gezien <sup>1</sup>						☐☐☐	Werken met 2 beeldschermen; Veel beeldschermbrillen, vaak klein gescand, je kunt het wel groter maken maar niet altijd scherp; Kleine details beter te zien op papier, dus verslechterd
Moeten kunnen reageren op informatie in het perifere gezichtsveld	☐☐☐						Nee
Belangrijke geluidssignalen gemaskeerd door versturende signalen	☐☐☐						
Zachte geluiden moeten kunnen worden gehoord	☐☐☐						
Je moet je kunnen afsluiten voor irrelevante informatie	☐☐☐						
Er moet vaak gewisseld tussen taken (schakelen)						☐☐☐	Ja, maar niet veranderd
De aandacht moet verdeeld tussen meerdere taken (tegelijk)						☐☐☐	Ja, maar niet veranderd
De aandacht niet kunnen laten verslappen (auto rijden)	☐☐☐						
Er wordt een sterk beroep gedaan op het werkgeheugen					☐☐☐		
Veel en vaak nieuwe dingen moeten kunnen leren	☐☐☐						Ja, jaarlijks nieuwe thema's (subsidies?) Hier niet aan de orde maar in algemeen misschien vaker nieuwe systemen leren
Snel gegevens moeten kunnen zoeken en verbanden kunnen leggen	☐☐☐						Nee (Goed kijken of er op andere afdeling voorschotten zijn teruggehaald)
Snel beslissingen moeten kunnen nemen						☐☐☐	
Snel moeten kunnen reageren op signalen die duiden op risico	☐☐☐						

<sup>1</sup> Twee factoren zijn samengevoegd: details van meetinstrumenten en van computerscherm moeten aflezen.

Fysieke belasting	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
> 1 uur werk men buiten adem raakt en moet zweten	■						
Langdurig zitten zonder afwisseling met staan/lopen					➔		Vaak prints ophalen, maar wel kort
Zwaar tillen of dragen, duwen of trekken	■						
Vaak kleine/middelgrote krachtoefeningen met de armen/handen					➔		Meer beeldschermwerk (dus binnen de dag verschoven)
Met gebogen nek/hoofd werken					■		Iets meer in oude situatie (dus verschuiving binnen deze categorie)
Met gebogen romp werken	■						
Met geheven bovenarmen werken	■						
Gekniel/gehurkt werken	■						
Lang staan	■						
Ongunstige onderarm/polsstanden					➔		Beeldschermwerk; nu meer (6 uur), veel met de muis, veel scrollen en klikken met de muis, weinig gebruik van functietoetsen
Hele lichaams- of hand-armtrillingen?	■						