



# Robotisering en de gevolgen voor arbeidsbelasting en het arbeidsdeskundig vak



# Inhoudsopgave

■	Voorwoord	3
■	Samenvatting	5
■	1 Inleiding	7
■	2 Aanpak van het onderzoek	9
■	3 Definitie en differentiatie robotisering	12
■	4 Gevolgen van robotisering voor de arbeidsbelasting	16
■	5 Kansen en bedreigingen van robotisering voor mensen met en zonder beperkingen	30
■	6 Gevolgen van robotiseren voor arbeidsdeskundig handelen en instrumentarium	39
■	7 Conclusies	44
■	Referenties	46
■	Bijlage 1 Gevolgen van robotisering voor de arbeidsbelasting: samenvatting casuïstiek	48
■	Bijlage 2 Begeleidingsgroep	62

## Auteurs

M. Douwes  
 M.A. Huysmans  
 K.O. Kraan  
 M.P. de Looze

# Voorwoord

Arbeidsdeskundigen krijgen bij de beoordeling van arbeidsbelasting en de advisering over de balans tussen belasting en belastbaarheid en advisering over passend werk steeds vaker te maken met robotvormen. Vast staat dat er met deze nieuwste technologie heel veel mogelijk is. Wat dit voor de werkende mens gaat betekenen – en specifiek voor mensen met beperkingen – daar gaat dit onderzoekscapitool over.

De arbeidsdeskundige beroepsgroep wil meer inzicht krijgen in wat er gaat gebeuren als robots en ICT-systemen taken gaan overnemen. Wat gebeurt er met de taken die mensen uitvoeren en daarmee met hun arbeidsbelasting? Wat betekent dit voor mensen met beperkingen? Behoren zij tot de mensen die vooral de nadelen van robotisering en digitalisering ondervinden? Of biedt nieuwe technologie hen juist kansen, en zo ja, hoe gaan we die kansen dan grijpen?

De gevolgen van digitale en aanverwante technologieën voor de samenleving en de economie zijn ingrijpend. Niet alleen voor arbeidstaken, maar ook voor de arbeidsomgeving. Dit biedt kansen voor innovatie, werkgelegenheid en maatschappelijke welvaart. Maar het kan ook leiden tot een toenemende tweedeling tussen mensen die profiteren van de nieuwe technologie – vooral mensen met een hoge opleiding – en mensen die hiervan nadelige effecten ondervinden.

Om ons heen zien we een grote verscheidenheid aan robots en ICT-systemen. Te denken valt aan industriële kooirobots, pak-en-plaatsrobots, cobots, inspectierobots, drones, zelfrijdende auto's, digitalisering van administratieve processen, operator supportsystemen, oogstrobots, melkrobots, robots voor schoonmaak en onderhoud, zorgrobots en operatierobots. Deze opsomming laat zien dat indeling van robotvormen nodig is voor het bepalen van de impact op de arbeidstaken van de mens. Die impact is in dit rapport gebaseerd op de **aard** van robotondersteuning en de **mate** waarin robotondersteuning optreedt.

Hoe de arbeidsbelasting door robotisering verandert in de praktijk is verder sterk afhankelijk van het type robot en de (arbeids)context waarin de robot wordt toegepast. De mogelijke verschuivingen in arbeidsbelasting zijn in deze studie voor twee hoofdvormen van robotisering onderzocht: (1) voor robots die vooral fysieke ondersteuning geven en (2) voor robots die vooral perceptueel-cognitieve ondersteuning bieden. De conclusie is dat beide vormen van robotisering kunnen leiden tot toe- en afnames op het gebied van arbeidsbelasting.

Het vaststellen van de toe- en afname van arbeidsbelasting kan gebeuren op basis van analyse van wat de taken en arbeidseisen vóór en wat de taken en arbeidseisen ná invoering van de robot of ICT-systemen zijn. Hoe de arbeidsbelasting verandert, hangt dus niet alleen af van de robotvorm, maar ook van de organisatie van het werk en de taakverdeling tussen robot en mens (taakallocatie).

Met dit onderzoekscahier kunnen arbeidsdeskundigen de kansen van robotisering voor specifieke groepen met beperkingen beter benoemen. Het gaat er natuurlijk ook om deze kansen te benutten. De arbeidsdeskundige kan hierbij een cruciale rol vervullen, zowel in het kader van preventie als in het kader van re-integratie. De arbeidsdeskundige zal hiervoor de kennis en vaardigheden moeten verwerven om:

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

Aanvullende kennis over de (programmerings)mogelijkheden van robots is nodig om deze optimaal af te kunnen stemmen op individuele cliënten. Zover zijn we nog niet. Dit onderzoek is in elk geval een mooie eerste stap.

Mogelijke vervolgstappen richten zich op:

- Meer kennis opdoen over de technische mogelijkheden en praktische haalbaarheid om nieuwe technologie af te stemmen op specifieke groepen mensen met beperkingen.
- De kennis over robotisering voor arbeidsdeskundigen beter te ontsluiten via kennisdossiers of andere vormen van doelgerichte verspreiding.
- Het onderwerp robotisering in de opleiding tot en nascholing van de arbeidsdeskundige een plek geven.
- Het bestaande instrumentarium van de arbeidsdeskundige aan te vullen.

In de onderzoekprogrammering van het Arbeidsdeskundig Kennis Centrum (AKC) voor 2017/2018 worden keuzes gemaakt over deze vervolgstappen. Voor de arbeidsdeskundige beroepsgroep staat robotisering met dit nieuwe AKC-cahier in elk geval op de agenda.

*Monique Klompé, voorzitter bestuur AKC  
Nijkerk, juni 2017*

# 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.

De arbeidsdeskundige beroepsgroep heeft de volgende vragen gesteld:

- 1 Wat is het gevolg van robotisering voor de arbeidsbelasting?
- 2 Wat is het effect van deze 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, literatuur, een expertraadpleging en input van de arbeidsdeskundige beroepsgroep geeft dit rapport antwoord op bovenstaande vragen.

## Definitie robotisering

Robotisering vatten we in dit project ruim op. Het omvat uiteenlopende robotvormen die in meer of mindere mate allerlei taken van mensen overnemen, zoals robots, cobots (collaboratieve robots) en operator supportsystemen, 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 arbeidsbelasting of werkeisen. Deze kunnen fors verschillen, zowel positief als negatief, en sterk afhangen van de specifieke robot en de context waarin ze worden toegepast. Doorslaggevend hierbij is wat de taken en arbeidseisen waren vóór en ná invoering van de robot of het ICT-systeem. De mogelijke verschuivingen in arbeidsbelasting waarmee de arbeidsdeskundige rekening moet houden zijn geïnventariseerd in tabel 4.6 (hoofdstuk 4).

## Kansen en bedreigingen

De verschuivingen in arbeidsbelasting, in positieve en in negatieve richting, leiden tot zowel kansen als 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 geïnventariseerd voor mensen met en zonder beperkingen. Dit is gedaan voor verschillende disbalansen, waarbij de genoemde disbalansen in de *Leidraad Werkvoorzieningen* ([www.arbeidsdeskundigen.nl/kennis/document/akc/412](http://www.arbeidsdeskundigen.nl/kennis/document/akc/412)) het uitgangspunt vormden. De door robotisering veranderende werkeisen kunnen van dien aard zijn dat mensen met of zonder beperkingen een verhoogde kans op disbalansen lopen. Daarnaast zien we kansen, met name als 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;
- de 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 kennis moeten hebben van de (programmerings)mogelijkheden van specifieke robotvormen, om deze optimaal af te kunnen stemmen op individuele cliënten.

### **Roadmap**

Wat moet er gebeuren om goed voorbereid te zijn op de toekomst, waarin meer mensen in een meer gerobotiseerde/gedigitaliseerde omgeving aan het werk 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' én op het gebied van '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.

### **Conclusies**

- Robotisering leidt tot verschuivingen in arbeidsbelasting, die zowel kansen als bedreigingen met zich mee brengen voor mensen zonder en met arbeidsbeperkingen.
- Waar robots of ICT-systemen 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 moet de aard en mate van robotondersteuning en de mogelijke verschuivingen in arbeidsbelasting kunnen (her)kennen, de kansen kunnen benutten en de bedreigingen kunnen reduceren.
- Bovenstaande vraagt om de ontwikkeling van nieuwe toepasbare kennis en het overdragen van bestaande en nieuwe toepasbare kennis aan arbeidsdeskundigen.

# 1 Inleiding

## 1.1

### Arbeidsdeskundig handelen in een robotiserende arbeidsmarkt

De technologie ontwikkelt zich zeer snel, vaak nog sneller dan verwacht. Het leidt tot allerlei nieuwe robotapplicaties, 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 voor allerlei nieuwe robottoepassingen zorgt. Wat eruit 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: waarnemen, nadenken, interpreteren en beslissingen nemen, de fysieke uitvoering op zich nemen en daarop 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 als er een hoge mate van creatief (out-of-the-box) denken nodig is 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 ontwikkelingen (robotisering/digitalisering) veranderen de arbeid en de arbeidsmarkt (Van Est & Kool, 2015; Berge & Ter Weel, 2015; Brynjolfsson & McAfee, 2014; Frey & Osborne, 2013). Nog maar enkele jaren geleden werd vooral een negatief toekomstbeeld geschetst: 'De robots pakken ons werk af!' Dat beeld is in de meer recente rapporten (Went e.a., 2015; SER, 2016) veel genuanceerder. Door robotisering neemt de werkgelegenheid in specifieke beroepsgroepen sterk af, maar deze rapporten benadrukken vooral dat robotisering heel veel banen gaat beïnvloeden, doordat steeds meer mensen met robotsystemen gaan samenwerken. Werk verandert veel vaker dan het verdwijnt. Daarbij moeten we ook af van het negatieve beeld dat robotisering 'ons overkomt' en dat er 'niets aan te doen valt'. Het rapport *De Robot de Baas* (Went e.a., 2015) pleit voor een proactieve opstelling: om de vruchten te plukken van de robotisering moeten we de robotisering zelf gaan vormgeven, waarbij we het vooral moeten zoeken in de optimale samenwerking van mens en robot.

De arbeidsdeskundige beroepsgroep heeft in 2016 de vraag opgeworpen wat de trend van robotisering gaat betekenen voor de arbeidsdeskundige beroepsgroep. Duidelijk is dat de eisen die arbeid stelt aan arbeidskrachten en de eventuele risico's op het ontstaan van disbalans aan het veranderen zijn. Dit geldt zowel voor de algehele beroepsbevolking als voor mensen met specifieke mogelijkheden en beperkingen. Maar hoe zien die veranderingen in de arbeidsbelasting eruit? En welke kansen en bedreigingen brengt dit met zich mee voor verschillende groepen van de beroepsbevolking? En wat betekent dit voor het professioneel handelen van de arbeidsdeskundige? Dat zijn vragen die dit onderzoekshandboek 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 arbeidsdeskundige beroepsgroep te formuleren.

De hoofdvraag van de beroepsgroep is:

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

Deze hoofdvraag laat zich vertalen in drie deelvragen:

- 1 Wat is het gevolg van robotisering voor de arbeidsbelasting?
- 2 Wat is het effect van deze veranderende 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 arbeidsdeskundig vak (ingrediënten voor een roadmap)?

## 1.3

### Leeswijzer

**Hoofdstuk 2** geeft de aanpak van het onderzoek weer. Daarna beschrijven we in **hoofdstuk 3** 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 cahier sluit af met de 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 arbeidsdeskundigen. Deze begeleidingsgroep is driemaal bijeen geweest om de vorderingen van het onderzoek en de vervolgstappen te bespreken. Zie bijlage 2 voor de leden van de begeleidingsgroep.

### 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 zijn er te 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 de beroepsgroep.

##### 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 hebben we de effecten van de implementatie van een specifieke robotvorm op de arbeidsbelasting bestudeerd. De geïmplementeerde robotvormen waren:

- industriële kooirobot;
- cognitief supportsysteem;
- 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 2.1). 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 expertobservatie 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, met een stafmedewerker Research & Development (R&D) en met een ergotherapeut, en via een rondleiding langs enkele gerobotiseerde taken. Daarnaast bood een rapport van het bedrijf relevante informatie over de verandering van werk-eisen (in kaart gebracht via de MELBA-methode).

FYSIEK	FYSISCH	PSYCHOSOCIAAL	PERSPECTIEF-COGNITIEF
Energetisch	Chemische stoffen	Taakeisen	Opnamevermogen
Krachtuitoefening hele lichaam	Biologische agentia	Regelproblemen	Concentratievermogen
Krachtuitoefening armen en handen	Geluid/lawaai	Agressie en geweld	Informatieverwerking
Werkhoudingen	Warmte/koude	Emotionele belasting	Handelingsvermogen
Trillingen	Veiligheid	Werktijden	
		Steun	
		Autonomie	

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

#### ■ Beoordelingssessie

De in de vier cases verzamelde data zijn besproken in bijeenkomsten met deskundigen van 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 en per domein.

De resultaten van de casuïstiek zijn op 10 mei 2016 besproken met de begeleidingscommissie. Reacties en adviezen van 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 van 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 voor fysieke ondersteuning en robotiseringsvormen voor perceptief-cognitieve ondersteuning. Dit overzicht is aangevuld na raadpleging van enkele experts op het gebied van robotisering en met inzichten uit de literatuur.

### 2.3

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

Aan de hand van de geconstateerde veranderende arbeidsbelasting hebben we in fase 2 van dit onderzoek bestudeerd op welke manier door robotisering het risico verandert op een eventuele disbalans tussen arbeidsbelasting en belastbaarheid. We hebben hierbij de *Leidraad Werkvoorzieningen* (AKC, 2014) gevolgd, die zeven disbalansen hanteert: 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 de voorgaande stappen zijn in de vorm van een conceptrapportage ter toetsing voorgelegd aan de begeleidingscommissie. Daarbij hebben we de begeleidingscommissie ook gevraagd naar de implicaties die de leden zien voor het arbeidsdeskundig handelen, voor de instrumenten die zij daarvoor gebruiken en voor de opleidingen (met het oog op de derde onderzoeksvraag over gevolgen voor het vak van de arbeidsdeskundige).

### 2.4

#### Vaststellen gevolgen voor het vak van de arbeidsdeskundige (fase 3)

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

## 3 Definitie en differentiatie robotisering

### 3.1

#### Definitie

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

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

De volgende 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 supportsystemen (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 zorgen ervoor dat robots steeds beter kunnen waarnemen, nadenken en interpreteren, beslissingen kunnen nemen, de fysieke uitvoering op zich kunnen nemen en daarop ook kunnen reflecteren. Zo ontstaat er een palet aan robotvormen die specifieke arbeidstaken of combinaties van arbeidstaken van de mens kunnen overnemen. Hieronder geven we een beschrijving van 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 groeit nog steeds. 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. Dergelijke robots worden ingezet voor bijvoorbeeld laswerkzaamheden of het spuiten van onderdelen in de maakindustrie of voor het stapelen van producten op pallets. De samenwerking van de mens met dit soort robots is in feite beperkt: mens en robot zijn betrokken bij verschillende processtappen, strikt gescheiden in tijd en fysieke ruimte (Kolfshoten & Grooten, 2015).

Eenzelfde scheiding zien we in de logistiek, in gerobotiseerde magazijnen, waar ze geautomatiseerde 'goods-to-man-systemen' gebruiken om producten uit 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-robotsamenwerking bij de zogenaamde collaboratieve robots (oftewel 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' 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. Cobots nemen weinig ruimte in, zijn relatief goedkoop, zijn in staat om snel nieuwe taken te leren en zijn daarmee flexibel inzetbaar. De implementatie van nieuwe toepassingsvormen lijkt slechts een kwestie van tijd. De samenwerking met de mens wordt dan intensiever. Taken op het gebied van waarnemen, informatieverwerking, beslissen en fysiek uitvoeren worden naar beste inzicht verdeeld en mogelijk in de tijd aangepast aan wisselende omstandigheden ('dynamische taakallocatie').

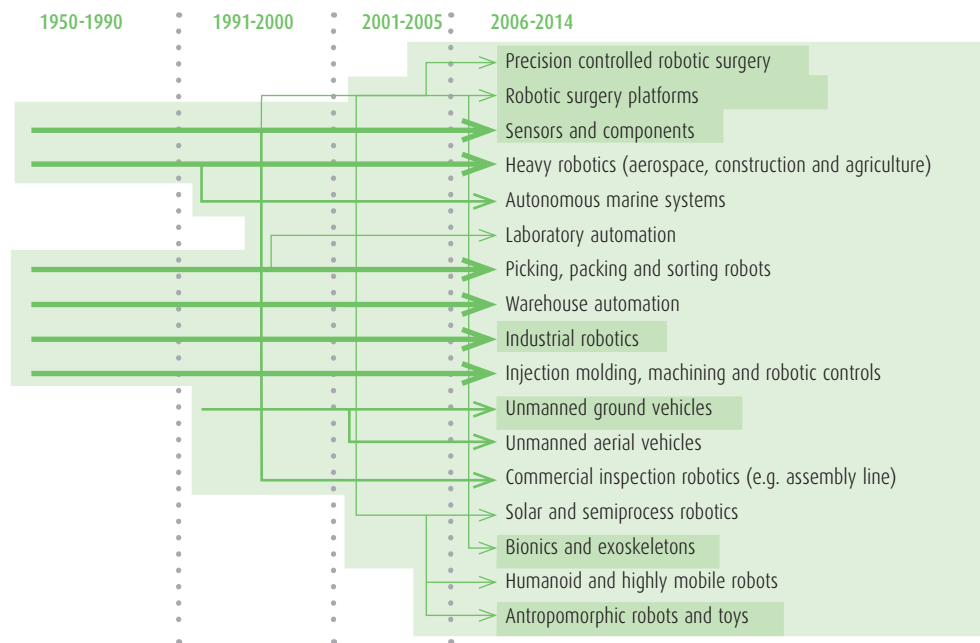
Verder neemt in veel sectoren de toepassing toe van robots die op afstand werken en waar mensen dit monitoren en/of aansturen. Deze vorm van robotica (tele-operatie) zien we bijvoorbeeld bij de inspectie en reiniging van objecten die moeilijk toegankelijk zijn voor de mens. Denk aan de inspectie van 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 kunnen hierdoor invasieve handelingen verrichten met een hoge mate van precisie. Ook kunnen ze hierdoor op geringe of grote afstand (vanuit een ander ziekenhuis) operaties uitvoeren (Kolf-schoten & Grooten, 2015).

Tot slot gaan in de administratieve sector – bijvoorbeeld bij banken, verzekeringsmaatschappijen en overheid, en waar informatieverwerking en besluitvormingsprocessen 'eenvoudig' te digitaliseren zijn – banen verdwijnen. Tegelijkertijd is de verwachting dat er altijd kenniswerk overblijft voor mensen, waarbij de aard van het kenniswerk wel gaat veranderen. Denk aan leerkrachten, financieel adviseurs, verkopers, managers en artsen. Zij worden in hun werk allemaal meer en meer ondersteund via supportsystemen die gebaseerd zijn op de continue beschikbaarheid van big data en krachtige analysetechnieken. Niettemin blijven deze functies 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

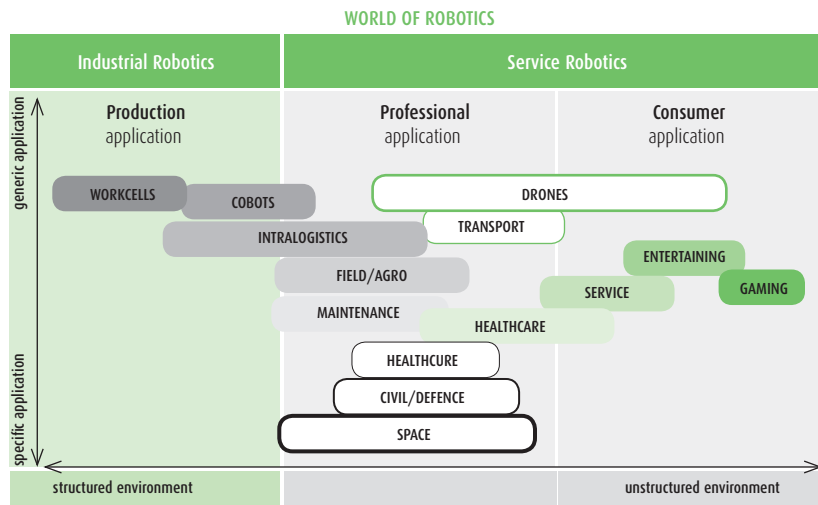
De verscheidenheid aan vormen van robotisering maakt duidelijk dat de vraag naar ‘het effect van robotisering’ niet eenduidig te beantwoorden is. Op deze (toenemende) verscheidenheid willen we in dit project enige grip krijgen. De vraag is wat een handig indelings- of differentiatieprincipe is dat ons de juiste kapstok biedt om de specifieke vragen over de effecten, kansen en bedreigingen van robotisering te beantwoorden. In de literatuur en op internet worden verschillende indelingen van robotvormen gepresenteerd. Figuur 3.1 toont twee voorbeelden.



**Figuur 3.1a** Bestaande indelingen in robotvormen

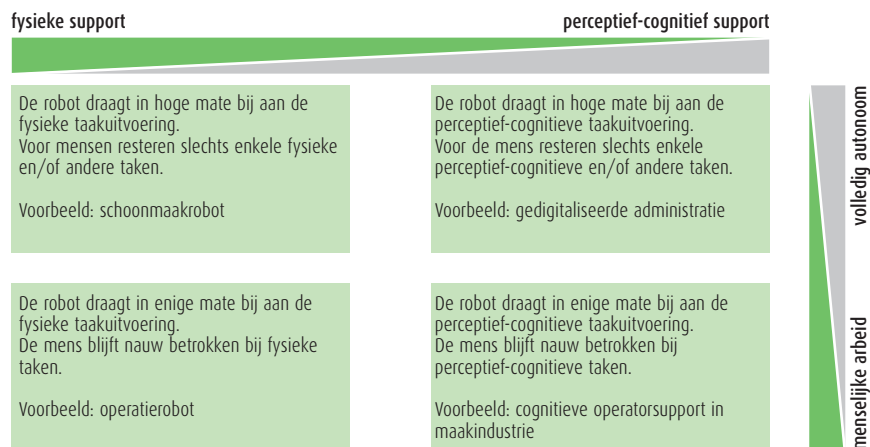
*Indeling gehanteerd door de Boston Consulting Group 2014, waarin vooral de ontwikkeling in de tijd van vormen van robotica is weergegeven. Deze indeling is niet gebaseerd op de wijze waarop de mens door de robot wordt ondersteund en sluit daarom niet goed aan bij de vraagstellingen van dit project.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

<sup>1</sup> [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/)



**Figuur 3.1b** Bestaande indelingen in robotvormen  
*Indeling in industriële robots versus service-robots, beschreven in een rapport van de Brabantse Ontwikkelingsmaatschappij (2014). De meeste ontwikkeling zit in de service-robots: de robots die niet autonoom opereren, maar in samenwerking met de mens. Dit zijn de voor dit project interessante robotvormen, maar tegelijkertijd ontbreekt in deze indeling de wijze van robotondersteuning.<sup>2</sup>*

Deze verschillende indelingen van robotvormen zijn over 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 AKC-onderzoek 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 die overgenomen taken (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, oftewel 'fysieke support' geven. Een robot kan ook gaan waarnemen, denken en beslissen, oftewel 'perceptief-cognitief support' geven. Beide vormen van support komen 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 is in deze figuur ook de omschrijving van vier soorten robots met een voorbeeld opgenomen.*

<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)

## 4 Gevolgen van robotisering voor de arbeidsbelasting

### 4.1

#### Introductie

Dit hoofdstuk behandelt de effecten van robotisering op de arbeidsbelasting. Deze effecten zijn om de volgende redenen niet eenduidig in kaart te brengen:

- 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 en de instellingen daarvan. Verder is met name de context van de applicatie van belang: 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, waarbinnen diverse velden te onderscheiden zijn. In dit onderzoekscapitool gaan we in op vier vormen van arbeidsbelasting: fysieke belasting, fysische belasting, perceptief-cognitieve belasting en psychosociale belasting.

Een eenduidig antwoord op de vraag wat het effect is van robotisering op de arbeidsbelasting is dus niet te geven. Wel proberen we de volgende vraag te beantwoorden: 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 hebben we enerzijds informatie gehaald uit de meer beschrijvende literatuur over effecten van specifieke robots in een specifieke context (paragraaf 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 (paragraaf 4.3).

### 4.2

#### Literatuur over robotisering en arbeidsbelasting

Uiteraard beschrijft de engineering-literatuur vele en zeer uiteenlopende robotvormen. Ook is in studies gekeken 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. De effecten die we hebben gevonden, zijn – zoals gezegd – context- en applicatieafhankelijk.

Het uitvoeren van een systematische review is ondoenlijk en in dit verband ook weinig zinvol. Wat we wel in meer algemene termen kunnen zeggen op basis van 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 – leiden uiteraard tot 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 van dat laatste effect 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 de producten automatisch naar zich toe komen om op een vaste plek de resterende pak-en-plaatshandeling te verrichten. Fysiek zwaar werk afgewisseld met lopen of heftruck rijden, is daarbij vervangen door monotoon en zeer repeterend werk.

De effecten van robotisering op cognitieve belasting zijn ook niet eenduidig. Door digitalisering van relatief eenvoudige cognitieve processtappen neemt voor de mens mogelijk 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’ (onder andere computer-aided design, robotics, automated material planning, total quality management).	- Toename in taakvariatie. - Toename in autonomie. - Toename in complexiteit van het werk.
Kato e.a., 2010 Arai e.a., 2010	Assemblage.	- Fysieke ondersteuning door mobiele manipulator robots. - Informatieondersteuning door een assemblagetafel met een ingebouwde horizontaalgeoriënteerde LCD TV.	- Hogere snelheid van een naderende robot en een kleinere afstand tot de robot verhoogt de emotionele druk. - Meer tekstinstructie verhoogt zowel de cognitieve als emotionele druk.

\* We hebben hierbij ook gezocht naar literatuur over effecten van robotisering op fysieke, psychosociale, perceptief-cognitieve en fysieke (omgevings)belasting. De meeste studies rapporteren echter vooral over de effecten op het 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, vindt keuring op sterkte plaats. Een kooirobot (een 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 een toename van de productie-stromen. Het huidige systeem met robot werkt sneller, kan dag en nacht doorwerken en maakt minder fouten dan bij de handmatige uitvoering.



*Pick-to-light-systeem voor perceptief-cognitieve ondersteuning bij een assemblagetaak*

#### 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 te monteren. 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 hij deze moest monteren. Het nieuwe systeem is ingevoerd om de toenemende vraag naar het betreffende product aan te kunnen met hetzelfde aantal medewerkers.

#### 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. Het is in die zin te vergelijken met een bedrijf binnen de Nederlandse sociale werkvoorziening. Een 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 om hele precieze (fijnmotorische) en complexe handelingen tegelijk vroeg: de tube vasthouden, het product in de juiste positie draaien en de lijm er heel gedoseerd opspuiten. Dankzij ondersteuning door de robotarm kan het bedrijf dit product blijven leveren aan de klant. Daarnaast heeft

dit bedrijf op dit moment verschillende andere vormen van robotondersteuning (te weten pick-to-light; visuele instructiesystemen) al in een proefopstelling staan, met het doel deze binnenkort in te zetten in de productie. Ook werkt dit bedrijf met lasrobots en geautomatiseerde magazijnen met afgeschermd kooirobots.

4.3.1

**Gevolgen voor fysieke werkeisen**

De resultaten van de analyse van effecten op de arbeidsbelasting van de eerste drie cases zijn opgenomen in bijlage 1. 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 tot en met 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 tot en met 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) zijn gebaseerd op case 2 en 3. Informatie uit het vierde bedrijf betrof beide vormen van ondersteuning en is dan ook 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- en transporttaken) worden overgenomen; bij bevoorrading (bijvoorbeeld bij kooirobot of cobot) kan inspanning toenemen 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 bij het overnemen van fysiek zware taken. 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.



Fysieke werkeisen		Fysieke ondersteuning		Perceptief-cognitieve ondersteuning
<b>Gebruik van de benen: lopen, traplopen, klimmen.</b>	↓↑=	Lopen neemt af bij het overnemen van fysieke taken (bijvoorbeeld inpak- en transporttaken); als het tempo van de bevoorrading omhoog gaat (bijvoorbeeld kooirobot), neemt lopen juist toe; in andere gevallen is er weinig verandering; voor traplopen 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.
<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 een scherm kan de nekhouding ongunstig veranderen.
<b>Houding en beweging rug:</b> gebogen of getordeerd werken (statische houdingen), (frequent) buigen.	↓↑	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 juist deze taken 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) tillen, dragen.</b> <b>(Vaak zware lasten) duwen of trekken.</b>	↓=	Bij vervanging van bijvoorbeeld inpak- en transporttaken (gerobotiseerd magazijn) of palletiseren zal de krachttutoefening 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 een toename van 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 met name voor kooirobots en cobots). Potentiële toename van eenzijdig en mogelijk ook repeterend werk, hoewel dit ook juist goed is over te nemen 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 en 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. De verwachting is wel dat robots vaak fysiek zware of sterk repeterende (en daarmee ook voor-spelbare) taken gaan overnemen. 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 rekening houden met 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 een afname van de precisie-eisen en de spierbelasting die dit met zich mee brengt.

**Bij robotvormen die perceptief-cognitieve ondersteuning geven**, liggen gevolgen voor de fysieke eisen van het werk misschien niet voor de hand. Toch treden er verschuivingen op. We zien bijvoorbeeld dat bij perceptief-cognitieve ondersteuning de tijd voor het ‘denken en besluiten’ afneemt, waardoor er meer tijd is voor 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; <b>veelvuldige deadlines en productiepieken, hoog werktempo.</b>	↑↓	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. Dat betekent meer robots en 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 worden verholpen; dit kan de werkdruk verhogen. Omvang is afhankelijk van de kwaliteit van de robot. Werk is niet anders dan gepland vanwege hoge mate van standaardisatie.	↑	De kans op verstoringen neemt toe, doordat meer met de computer wordt gewerkt en met verschillende systemen (problemen met de server of internet; storingen in systemen).
Snelheid afhankelijk van tempo collega's <b>of van de robot.</b>	= ↑	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 worden bepaald door een systeem als dit storingen vertoont (zie vorige punt).
Tegenstrijdige belangen/eisen in het werk.	↓	Als het gaat om nauwkeurig werken versus snelheid kan de robot hieraan positief bijdragen door deze taken over te nemen.	↓	Nog steeds snelheid versus nauwkeurigheid, maar de kans op fouten maken neemt af.
Agressie, geweld, intimidatie in het werk, <b>omgaan met conflicten, emotionele problemen van anderen hanteren.</b>	=	Contextafhankelijk; mogelijk omlaag 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.



Fysieke 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 doorwerken (wat vaak nodig zal zijn om de terugverdiendtijd te verkorten) zal er mogelijk vaker in ploegendiensten worden gewerkt 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 met 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 creativiteitseisen 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.
Geen gelegenheid voor ontwikkeling van nieuwe vaardigheden/onvoldoende opleidingsmogelijkheden/geen of nauwelijks door-groeimogelijkheden.	↑↓	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).

Fysieke werkeisen		Fysieke ondersteuning		Perceptief-cognitieve ondersteuning
Kort-cyclisch/monotoon werk: taken en handelingen zijn weinig gevarieerd.	↑↓	In de cases zijn gerobotiseerde taken minder gevarieerd (monotoner), tenzij juist het kort-cyclische werk wordt overgenomen (hier leent robotisering zich namelijk 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.	↓	Er is minder (gevoel van) autonomie, omdat de systemen in grote mate bepalen hoe (welke handelingen, welke volgorde) het werk moet worden uitgevoerd. Het tempo is wel zelf te bepalen, maar dit zal doorgaans hoog 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 is steeds invoer en uitvoer van producten nodig. Ook neemt de kans op verstoringen toe, hoewel sommige vormen ook juist onzekerheden weghalen. Het werk kan meer monotoon/kort-cyclisch worden, tenzij de robot juist deze taken overneemt. En er valt een afname te verwachten van tegenstrijdige eisen, (gevoel van) autonomie en vereist vakmanschap. Als de robot/cobot grotendeels de uitvoering van het werk bepaalt, neemt op dit gebied ook de vereiste creativiteit af. Tegelijkertijd biedt het mogelijkheden om nieuwe dingen te leren (bijvoorbeeld ICT-vaardigheden). Daar staat tegenover dat door de toenemende robotisering in het algemeen de 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 er minder klantcontacten plaatsvinden (terwijl de noodzaak voor goede samenwerking juist van belang kan zijn om de robot goed te laten functioneren en vanwege de veiligheid (cobot)). Ook zal werken in ploegen-diensten toenemen, omdat het systeem blijft draaien.

**Bij perceptief-cognitieve ondersteuning** blijft het grootste deel van de psychosociale werkeisen gelijk. De sociale omgang tijdens het 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 te zien moeten zijn.	=↑	Afhankelijk van de taken die worden overgenomen. Op het bedienings-scherm van de robot staan vaak belangrijke gegevens die goed te zien moeten zijn.	=↓	De eisen op dit punt zullen omlaag gaan als het visuele ondersteuning betreft; anders geen verandering verwacht.
Auditieve waarneming: belangrijke geluidssignalen gemaskeerd door verstoringe signalen/zachte geluiden moeten te horen zijn.	=↑	Doordat het geluidsniveau omhoog gaat, kan dit vaker gaan voorkomen.	=	Geen verandering verwacht.
Je moet je kunnen afsluiten voor irrelevante informatie/ <b>geen afleiding door activiteiten van derden.</b>	=↓	Geen verandering verwacht. Bij cobots kan dit afnemen, bijvoorbeeld bij het overnemen van precisietaken.	=↓	Geen verandering verwacht/bij cobot kan dit afnemen bijvoorbeeld als precies aflezen van een tekening wordt overgenomen door operator support die het juiste onderdeel en doellocatie aanwijst (assemblage-taak).
Er moet vaak worden 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> worden 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.
De aandacht mag niet verslappen (autorijden/ <b>gevaarlijke machines bedienen</b> ).	↑↓	Taken waarbij de aandacht niet mag verslappen, nemen bij overname door de robot af, maar zullen ook vaak toenemen (je mag nooit je aandacht laten verslappen bij werken met een robot, vooral niet bij cobots waar echt interactie plaatsvindt tussen mens en robot).	↓	Taken waarbij de aandacht niet mag verslappen nemen af omdat de robot deze taken vaak overneemt.
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 assemblage-taak).

Fysieke werkeisen		Fysieke ondersteuning		Perceptief-cognitieve ondersteuning
Veel en vaak nieuwe dingen moeten kunnen leren.	↑↓	Er moeten steeds vaker en meer nieuwe dingen worden geleerd. 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 worden geleerd. Dit betreft vooral het bedienen van nieuwe (robot)systemen en het 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 het probleemoplossend vermogen gedaan, vanwege verstoringen aan de machine. Dit betreft met name softwarematige verstoringen in plaats van mechanische/technische/elektronische verstoringen. Maar dit hoeft niet altijd heel snel. Bij (storingsvrije) cobot geen verandering; een afname van probleemoplossend vermogen bij het overnemen van foutengevoelige taken, 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** worden er hogere eisen 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 gestelde eisen op het gebied van concentratie/je kunnen afsluiten, blijven gelijk of nemen af bij het overnemen van precisietaken.

**Bij fysieke ondersteuning** kunnen 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 een robot taken overneemt met veiligheidsrisico's, zoals machinale bewerkingen, wordt het minder noodzakelijk om de aandacht niet te laten verslappen. Voor de overige aspecten is geen verandering te verwachten of kunnen veranderingen beide richtingen op zijn.

**Bij perceptief-cognitieve ondersteuning** zijn op de meeste perceptief-cognitieve werkeisen geen veranderingen te verwachten. Bij visuele ondersteuning nemen de eisen wat betreft visuele waarneming af. Waarschijnlijk treedt er wel verarming op van de cognitieve uitdaging van het werk/probleemoplossend vermogen, tenzij de operator ICT-taken krijgt. Ook wordt er minder een 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.

Fysische werkeisen		Fysieke ondersteuning		Perceptief-cognitieve ondersteuning
Chemische stoffen (giftig, bijtend, irriterend); <b>huid-contact</b> .	=↓	Geen verandering verwacht Bij cobot kan dit afnemen (in casu lijm).	=	Geen verandering verwacht.
Biologische agentia (veel direct contact met (hoogrisico) 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 werken in een cleanroom met bedekkende kleding/muts vaker voorkomen. Hierdoor stijgt de hittebelasting. Voor kantooromgeving: niet.	=↑	Voor productieomgeving: systemen zullen meer hitte produceren, bovendien zal vaker in een cleanroom worden gewerkt met bedekkende kleding/muts. Hierdoor stijgt de hittebelasting. Voor kantooromgeving: niet.
Kans op vallen, struikelen, snijden, branden.	↓	Het veiligheidsrisico kan toenemen 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.
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; handschoenen zijn niet nodig.	↑ =	Voor productieomgeving: robot kan zorgen voor meer (hinderlijk) lawaai, waardoor oordoppen nodig zijn. Voor kantooromgeving: niet.

Voor de meeste fysieke werkeisen verwachten we geen veranderingen door fysieke of perceptief-cognitieve ondersteuning. **Bij beide vormen van ondersteuning** kunnen zowel het lawaai als 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 in de veranderingen in de arbeidsbelasting waarmee de arbeidsdeskundige rekening zou moeten houden.

Deze tendensen 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 robotondersteuning op werkeisen (bron: casuïstiek en literatuur)

Werkeisen	Fysieke robotondersteuning	Voor zowel fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning	Perceptief-cognitieve robotondersteuning
Fysieke werkeisen.	(Sterk afhankelijk van context) - Minder kracht. - Minder of meer repeterende bewegingen. - Minder energetische inspanning. - Minder trillingsbelasting. - Minder fijnmotorische taken.	- Meer eenzijdige statische belasting. - Meer zitten. - Minder staan en lopen. - Meer beeldschermwerk.	- Meer armgebruik. - Meer ongunstige onderarm/polsstanden. - Meer repeterende bewegingen.
Psychosociale werkeisen.	- Minder mogelijkheid tot samenwerken. - Meer noodzaak tot goede samenwerking met collega en robot. - Meer in ploegendiensten werken.	- Werkdruk neemt toe; systeem dicteert tempo. - Kans op verstoringen neemt toe/in andere gevallen minder onzekerheden. - Meer monotoon/kort-cyclisch werk (tenzij overgenomen door robot). - Minder tegenstrijdige eisen in het werk. - Minder creativiteit vereist. - Minder gevoel van autonomie. - Minder vereist vakmanschap. - Meer mogelijkheden om nieuwe dingen te leren. - Sociale omgang tijdens werk neemt af. - Ook verwachting dat taken die veel invoelingsvermogen of creativiteit vragen, blijven bestaan.	Nagenoeg onveranderd.



Werkeisen	Fysieke robotondersteuning	Voor zowel fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning	Perceptief-cognitieve robotondersteuning
Perceptief-cognitieve werkeisen.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hogere eisen aan visuele waarneming.</li> <li>- Hogere eisen aan auditieve waarneming (als er meer omgevingsgeluid is 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 als (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 (eventueel 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 wel 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, oftewel 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 leiden mogelijk tot disbalansen. 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 hen kansen biedt, omdat dit disbalansen juist opheft. In dit hoofdstuk brengen we zowel de kansen als bedreigingen in kaart voor mensen met en zonder beperkingen.

In tabel 5.1 (pagina 32 e.v.) 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 wat de kansen én bedreigingen zijn.

Onderscheid wordt gemaakt in zeven disbalansen, waarvoor – volgens de *Leidraad Werkvoorzieningen* – passende voorzieningen zijn in te zetten. In het huidige project is gebleken dat de ontwikkelingen op het gebied van robotisering om een aangepaste definitie vragen 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 om te kunnen communiceren onverminderd van belang. Het gaat dan echter om zowel verbaal communiceren als om communiceren in geschreven taal. Steeds vaker behoort het invoeren van gegevens in digitale systemen tot het taakpakket, ook in beroepen waar dat voorheen niet aan de orde was (bijvoorbeeld in de metaalbewerking).

Ook de definitie van de cognitieve disbalans vraagt om aanpassing. Voorheen werd deze omschreven als een verstoring in het vermogen om informatie te interpreteren. Het lijkt van belang om hierbij aan te geven dat het ook gaat om digitale informatie. Daarnaast wordt informatie niet alleen gesproken of op schrift weergegeven. Communiceren met een computer of een ander digitaal hulpmiddel neemt een steeds belangrijker plaats in.

Tot slot willen we de psychosociale disbalans toevoegen. Als gevolg van robotisering zal de sociale context van werk danig kunnen veranderen. Dit geldt eveneens voor de vereisten aan psychische mogelijkheden om met werkdruk en piekbelasting om te gaan.

De aangepaste lijst van disbalansen ziet er als volgt uit:

- 1 Motorische disbalans: een verstoorte 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, oftewel 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 verstoorte 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 het type disbalans dat 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, et cetera.</p> <p><b>Werknemer met energetische beperkingen</b></p> <p>Voorbeeld: werknemer met een chronische longaandoening.</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 fijnmotorische 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. Denk aan het 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 toenemen, omdat de resttaken na invoer <b>van fysieke robotondersteuning</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 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 met behulp van <b>fysieke robotondersteuning</b> (robot/cobot) taken uitvoeren die voorheen niet mogelijk waren. Bijvoorbeeld het uitvoeren van taken met minder spierkracht (gebruikmaken van exoskelet), het vergroten van precisie door het onderdrukken van een tremor of een precisietaak door een robot/cobot 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 is ook vanaf één specifieke locatie uit te voeren. 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 robotondersteuning geldt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hogere eisen aan visuele waarneming.</li> </ul> <p><b>Voor perceptief-cognitieve robotondersteuning geldt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meer beeldschermwerk.</li> </ul> <p><b>Voor perceptief-cognitieve robotondersteuning geldt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minder eisen aan visuele waarneming indien ondersteund door robot.</li> </ul>	<p><b>Werknemer zonder visuele beperking</b></p> <p>KANS: Door <b>perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> gericht in te zetten, kunnen visuele eisen in het werk aanzienlijk verminderen. De robot is bijvoorbeeld inzetbaar voor een deel van een visuele inspectietaak.</p> <p>BEDREIGING: Bij zowel de <b>fysieke robotondersteuning</b> als de <b>perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> zal beeldschermwerk toenemen; bij de tweede vorm van ondersteuning ook vaker met meerdere beeldschermen tegelijkertijd. Dit vraagt specifieke adviezen voor de inrichting van de werkplek. Vaker zal een beeldschermbril nodig zijn. Daarnaast moet software vaker zodanig ontworpen zijn dat het mogelijk is om op details in te zoomen, terwijl het totale overzicht eveneens eenvoudig op te roepen is.</p> <p><b>Werknemer met visuele beperking</b></p> <p>KANS: <b>Fysieke robotondersteuning en perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> bieden erg veel kansen voor werknemers met visuele beperkingen. Zo is spraaksoftware sterk in ontwikkeling en kan alles wat op een scherm visueel wordt weergegeven ook auditief worden weergegeven. Daarnaast biedt de perceptief-cognitieve robotondersteuning kansen in de vorm van navigatiesoftware en in het ondersteunen van mensen bij het vinden van bijvoorbeeld een goed toegankelijke route.</p> <p>BEDREIGING: Op meer werkplekken zal interactie met een beeldscherm plaatsvinden en minder interactie met mensen. Dit kan een bedreiging zijn voor mensen met een visuele beperking als de voorzieningen niet op orde zijn.</p>



Disbalansen/mensen met beperkingen	Relevante veranderingen in verkeisen 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 slechthoerend 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 (eventueel gehoorbescherming nodig).</li> <li>- Hogere eisen aan auditieve waarneming (als de robot voor meer omgevingsgeluid zorgt).</li> </ul>	<p><b>Werknemer zonder auditieve beperking</b></p> <p>BEDREIGING: Door <b>fysieke en perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> zullen met name in de industriële setting meer robots actief zijn, waardoor de lawaai-belasting op de werkplek aanzienlijk hoger kan zijn en er 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 biedt kansen voor mensen met een auditieve beperking, omdat ze dan minder afhankelijk zijn van mensen die op een duidelijke wijze met hen kunnen communiceren.</p> <p>Robotondersteuning is ook inzetbaar op plekken waar het van belang is om bepaalde geluiden op te vangen. Deze zijn te vertalen in lichtsignalen die de werknemer met een auditieve beperking kan zien.</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 robotondersteuning 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 omgaan met computers, tablets of smartphones, oftewel hardware, software of applicaties/internet.</li> </ul>	<p><b>Werknemer zonder communicatieve beperking</b></p> <p>BEDREIGING: De eisen voor een werknemer zonder communicatieve beperking kunnen fors omhoog gaan, wat kan leiden tot een communicatieve disbalans. Zo kan het onvermogen om goed om te gaan met digitale systemen of hulpmiddelen te veel tijd vergen, waardoor de werkdruk stijgt.</p> <p><b>Werknemer met communicatieve beperking</b></p> <p>BEDREIGING: Door zowel <b>fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> vindt steeds meer communicatie plaats door middel van digitale hulpmiddelen, hardware (tablets, smartphones) en software (apps). Dit vraagt van de werknemer niet alleen dat hij goed schriftelijke informatie kan verwerken, maar ook dat hij weet waar bepaalde informatie te vinden is of juist ingevoerd moet worden in digitale hulpmiddelen/systemen. Kortom, de eisen aan communicatieve vaardigheden stijgen.</p> <p>KANS: Steeds meer informatie zal via digitale hulpmiddelen gegeven worden. Hier bestaat de mogelijkheid de informatie zodanig aan te reiken dat het past 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, werknemer met niet aangeboren hersenletsel, ADHD, autisme, etc.</p>	<p><b>Voor fysieke robotondersteuning geldt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minder taken waarbij aandacht niet mag verslappen.</li> </ul> <p><b>Voor zowel fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning geldt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hogere eisen aan het leren van 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></p> <p>KANS: Zowel <b>fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> brengen hogere eisen met zich mee wat betreft het leren van nieuwe dingen en het bezit van 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 er hogere eisen worden gesteld 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 uitdaagt, omdat het meer wordt voorgekookt. Denk aan het doorlopend tonen van instructies, waardoor het beroep op het werkgeheugen vermindert. Het is de kunst de perceptief-cognitieve ondersteuning zo af te stemmen op het individu dat alleen de benodigde informatie wordt weergegeven.</p> <p><b>Werknemer met cognitieve beperking</b></p> <p>KANS: Met name de <b>perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> biedt tal van kansen voor werknemers met cognitieve beperkingen. Cognitieve ondersteuning is eenvoudig via IT-middelen op maat aan te bieden. Dat geldt voor digitale planningssystemen of cognitieve supportsystemen met werkinstructies op maat, die door sensoren op de werkplek volledig zijn af te stemmen op het moment van de taak. Voordeel van digitale werkinstructies is dat ze zo vaak als nodig te herhalen zijn.</p> <p>BEDREIGING: Door <b>fysieke en perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> neemt de kans op verstoringen toe en wordt er vaker een beroep gedaan op het probleemoplossend vermogen. Dit kan ertoe leiden dat het beroep op cognitieve vaardigheden groter is dan de werknemer kan bieden. Daarnaast moet de werknemer vaker iets nieuws leren door een verwachte continue optimalisatie van systemen en processen. 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 fysieke ondersteuning. Dit biedt kansen voor die mensen die moeite hebben tijdens een taak de aandacht gedurende langere tijd vast te houden.</p>



Disbalansen/mensen met beperkingen	Relevante veranderingen in verkeisen 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 robotondersteuning geldt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Minder contact met gevaarlijke stoffen.</li> </ul> <p><b>Voor zowel fysieke als perceptief-cognitieve robotondersteuning geldt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Meer warmtebelasting.</li> </ul>	<p><b>Werknemer zonder organische beperking</b></p> <p>KANS: <b>Fysieke robotondersteuning</b> is heel gericht in te zetten om contact met biologische agentia of toxische stoffen te voorkomen. Hierdoor zijn taken die voorheen voor de werknemer niet zonder risico waren nu op een veiligere wijze uit te voeren.</p> <p>BEDREIGING: Door de inzet van <b>fysieke of perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> werken mensen vaker in de nabijheid van grote machines 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><b>Werknemer met organische beperking:</b></p> <p>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 voorkomt, zijn bijvoorbeeld over te nemen door een robot/cobot.</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, etc.</p>	<p><b>Voor fysieke robotondersteuning 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 minder onzekerheden.</li> <li>- Meer monotoon/kort-cyclisch werk (tenzij overgenomen door robot).</li> <li>- Minder tegenstrijdige eisen in het werk.</li> <li>- Minder creativiteit vereist.</li> <li>- Minder gevoel van autonomie.</li> <li>- Minder vakmanschap vereist.</li> <li>- Meer mogelijkheden om nieuwe dingen te leren.</li> <li>- Sociale omgang tijdens het werk neemt af.</li> <li>- Ook verwachting dat taken die een hoge mate van invoelingsvermogen of creativiteit vragen juist blijven bestaan.</li> <li>- Minder kans op verwondingen (minder persoonlijke beschermingsmiddelen 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 uitvoert dan de robot.</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 is dit een bedreiging. Daarnaast is de verwachting dat meer in ploegdiensten gewerkt gaat worden. Hiervan 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. Tegelijk neemt naar verwachting ook de werkstress toe, als gevolg van frequentere verstoringen. Bovendien 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. Iemand met bijvoorbeeld voldoende IT-mogelijkheden kan prima een CNC-machine bedienen, terwijl deze persoon wellicht geen conventionele freesmashine kan hanteren.</p> <p><b>Werknemer met psychosociale beperking</b></p> <p>KANS: Door inzet van <b>fysieke robotondersteuning</b> vermindert de mogelijkheid tot samenwerken en de sociale omgang met collega's. 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 jobcoaching voor een deel via een tablet/device te laten plaatsvinden.</p> <p>BEDREIGING: Voor mensen met een psychosociale beperking die juist sterk behoefte hebben aan sociale interactie kunnen de <b>fysieke en perceptief-cognitieve robotondersteuning</b> op de werkplek juist een bedreiging vormen. Doordat er minder mensen aanwezig zijn op de werkplek kan het zijn dat zij zich meer verloren voelen en moeilijker adequaat te ondersteunen zijn.</p>

In tabel 5.1 hebben we gekeken naar de kansen en bedreigingen, met name vanuit de analyse dat functies na (semi-)automatisering grotendeels intact blijven. De grootste kansen zijn echter vermoedelijk te behalen door niet vanuit een 'oude situatie' te redeneren, maar door de situatie 'fris' te bekijken. Welke taken kun je dan het beste door een mens laten doen en welke door een robot/systeem? Het antwoord op deze vraag hangt af van het type werknemer dat je in gedachten neemt; is dat de werknemer zonder of met beperkingen? Zo is een simpele inpaktaak eenvoudig te robotiseren, maar biedt het wellicht ook kansen 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 paragraaf 4.3), waardoor kansen en bedreigingen ontstaan voor mensen met en mensen zonder beperkingen (zie hoofdstuk 5). Met deze veranderingen, kansen en bedreigingen – zoals in dit onderzoekshier geïnventariseerd – veranderen ook het werkveld en de actiemogelijkheden van de arbeidsdeskundige.

We zien de volgende gevolgen voor het arbeidsdeskundig handelen:

#### 1 Preventie

De verwachting is dat steeds meer werkprocessen in steeds hogere mate worden gedigitaliseerd of gerobotiseerd, waardoor de werkeisen vaak danig veranderen. Deze veranderde werkeisen leiden mogelijk 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 hij deze kan vertalen in het ontstaan van disbalansen. De arbeidsdeskundige kan deze kennis toepassen voor de preventie van disbalansen bij groepen werkenden, of op individueel niveau voor een werkende die een beginnende disbalans ervaart. Zo kan de arbeidsdeskundige adviezen geven over de juiste robotvorm, bijvoorbeeld cognitieve of fysieke ondersteuning, of een combinatie van beiden. Hij kan ook adviseren over welke taken je door robots of juist door werknemers laat doen (taakallocatie), zodanig dat werkeisen op de capaciteiten van de werknemers zijn afgestemd en er geen disbalansen ontstaan.

#### 2 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 te ondersteunen is. Dit kan bijvoorbeeld door het benutten van (aanvullende) robotondersteuning, door een aanpassing in het takenpakket of door een aanpassing in de 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.

Het is dan ook 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 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 van robotisering 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;
  - door aanpassingen in de organisatie van het werk, zoals taakallocatie: herverdeling van taken tussen robot en mens (zowel bij bestaande als nieuwe robotisering).

## 6.2

### Wat heeft de arbeidsdeskundige nodig aan kennis, instrumenten en opleidingen?

Op basis van het bovenstaande kunnen we concluderen dat de arbeidsdeskundige behoefte heeft aan 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 cognitieve supportsystemen, maar ook een aanpassing in de organisatie van het werk en welk deel bijvoorbeeld door een cobot en welk deel door de werknemer wordt gedaan (taakallocatie);
  - door het toevoegen van aanvullende voorzieningen die door robotisering mogelijk zijn.

#### Instrumenten

Dit onderzoekscapitool biedt inzicht in en kennis van diverse robotvormen en de effecten hiervan op werkeisen op generiek niveau. Op basis hiervan zijn algemene verschuivingen in de werkeisen inzichtelijk gemaakt. Er is behoefte aan meer specifieke instrumenten of hulpmiddelen om de arbeidsdeskundige in zijn werk te ondersteunen. Het gaat dan om instrumenten om:

- (de verandering in) werkeisen in een gerobotiseerde arbeidssituatie in kaart te 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, is het nodig deze actief te delen. Mogelijkheden daarvoor zijn bijvoorbeeld:

- Het delen van de kennis van het huidige project door middel van de AKC-website (kennisdossier 'Robotisering'), bijeenkomsten (AKC-college) en publicaties (AD Visie en TBV).
- Het ontwikkelen van een module voor onderwijs, waarin de hierboven geschetste 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

### Ingrediënten voor de roadmap

Om de arbeidsdeskundige te voorzien van bovenstaande kennis en instrumenten moeten we een aantal stappen zetten. Deze stappen of ontwikkelingen bouwen voort op de kennis uit dit onderzoekscapitool en vormen gezamenlijk de ingrediënten voor een mogelijke 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 met gedetailleerde informatie over robotisering, werkeisen en kansen en bedreigingen. Door middel van een stappenplan of stroomschema kan een grote hoeveelheid informatie handzaam en op maat worden gepresenteerd. Enkele eerste ideeën voor de opbouw van zo'n database zijn:
  - Inbouwen van een stroomschema dat de mogelijkheid biedt om (1) vanuit specifieke sectoren en robotvormen naar effecten op disbalansen te kijken, (2) om vervolgens naar de kansen en bedreigingen te kijken en (3) naar de voorzieningen die daarin mogelijk een rol spelen. Andersom de mogelijkheid bieden om vanuit beperkingen te kijken en daarbij mogelijke voorzieningen te vinden binnen bepaalde sectoren.
  - Starten met de ontwikkeling door een 'Top 10' te formuleren van specifieke robotvormen die op dit moment al veel voorkomen in verschillende sectoren, zoals: pick-and-place-robots in de industrie, cognitieve supportsystemen en pick-to-light-systemen in de industrie of logistieke sector, oogstrobots in de landbouw of operatierobots in de zorg. Vervolgens voor deze specifieke Top 10 aan robotvormen de verschuiving in werkeisen en kansen en bedreigingen in kaart brengen, inclusief de aanpassingsmogelijkheden die de arbeidsdeskundige in deze situatie kan benutten.
  - Toevoegen van best practices: (1) situaties waarin door gebruik te maken van robots/cobots/cognitieve supportsystemen 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 wordt door het AKC/de arbeidsdeskundigen zelf in stand gehouden en verder uitgebreid, bijvoorbeeld door arbeidsdeskundige voorbeeldcasuïstiek en best practices op te halen.
- Ontwikkelen van een instrument voor taakallocatie: 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 die snel en adequaat de werkeisen in kaart brengt; 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 de bedreigingen.
- Kosten en baten van het inzetten van kansrijke robotvormen.

### **Opleidingen**

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

- Het delen van de kennis van het huidige project door middel van de AKC-website (kennisdossier 'Robotisering'), bijeenkomsten (AKC-college) en publicaties (AD Visie en TBV).
- Het ontwikkelen van een module voor onderwijs en nascholing en deze waar mogelijk integreren binnen bestaande opleidingen. De module moet de volgende onderdelen bevatten:
  - 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 kunnen we stellen dat de kennisroadmap voor de beroepsgroep van de arbeidsdeskundige uit twee parallelle trajecten bestaat:

- 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 terechtkomen 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.

## 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 de diverse aspecten van arbeidsbelasting, zowel positief als negatief. Dit hangt sterk af van de specifieke robot en de context (hoofdstuk 4, tabel 4.6). Doorslaggevend is wat de taken en arbeidseisen vóór en wat de taken en arbeidseisen ná invoering van de robot waren.

De verschuivingen in arbeidsbelasting leiden tot kansen en bedreigingen in termen van gezondheidsrisico's, werktevredenheid en duurzame inzetbaarheid (hoofdstuk 5, tabel 5.1).

Bedreigingen ontstaan als de veranderende werkeisen zodanig zijn dat mensen met of zonder beperkingen een verhoogd risico op een disbalans hebben. Kansen zien we als robots juist die taken overnemen waar mensen problemen mee hebben.

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

- de aard en mate van de robotondersteuning kan herkennen;
- de verschuiving in arbeidsbelasting in kaart kan brengen;
- de 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 kennis moeten hebben over de (programmerings)mogelijkheden die specifieke robotvormen bieden, om deze optimaal af te kunnen stemmen op en aan te kunnen wenden voor individuele cliënten.

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

## Referenties

AKC, *Leidraad Werkvoorzieningen*

[www.arbeidsdeskundigen.nl/dossiers/loonwaarde/leidraden/document/akc/412](http://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.

[www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0007850610000442](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 Hootegem, G. (2015). Gereedschap is belangrijk, maar wat doe je ermee? Technologie, functie-ontwerp en het niveau van toekomstige banen. *Tijdschrift voor Arbeidsvraagstukken*, 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. *McKinsey Quarterly*, november.

[www.mckinsey.com/business-functions/digital-mckinsey/our-insights/four-fundamentals-of-workplace-automation](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 geautomatiseerde taak is 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 eruit 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.

Er wordt gewerkt in een tweeploegendienst, vroeg en laat (6-14u en 14-22u).

#### Wat is er veranderd?

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

#### Effecten op ervaren belasting

Lang staan ('Dat voel je aan het eind van de dag wel 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 de robotisering gaat wel gepaard met het inleveren van vakmanschap (metaalbewerking, zoals schaven, frezen, etc.). Ook heeft de robotisering 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 zijn al snel in staat alle taken uit te voeren. Een beetje technisch inzicht en achtergrond (liefst metaalachtergrond, CNC-machines) is voldoende.

#### Beoordeling invloed robotisering op werkeisen

De beoordeling van de werkeisen staat per type werkeisen in de volgende 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. 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 de 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/gebreekte (hulp)middelen.		←					Frezen worden geslepen door bedrijf, maar soms zijn ze te laat (niet voor KBC-taak, 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.			←				Is verminderd. Bij de oude situatie speelde veiligheid bij gebruik van machines wel, maar bij de robot zijn de bewegende delen 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 (heel snel). Hier wordt nu meer aandacht aan besteed dan vroeger.
Onvoldoende opleidingsmogelijkheden.	—						Goed geregeld door het bedrijf (handigst is werktuigbouw) [maar bedrijfsafhankelijk].
Geen/nauwelijks door-groei mogelijkheden.	—						Afhankelijk van functie, eventueel doorgroeien naar werkvoorbereider of op een andere afdeling binnen het bedrijf.
Taken en handelingen zijn weinig gevarieerd/ kortcyclisch werk. <sup>2</sup>			←				Helft van de dag dezelfde taken van korter dan tien minuten. Je wisselt wel iedere dag van werkplek, maar bent zelf een beetje robot. Het is steeds hetzelfde, in tegenstelling tot vroeger met handmatige kerfslagvoorbereiding. Oplossen storingen geeft wel voldoening.

Psychosociale arbeidsbelasting	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
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.			—				Gemakkelijker doordat het minder specialistisch werk is, al zijn er wel 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.					→		Nu minder omdat een deel volledig geautomatiseerd is.

<sup>1</sup> Verschillende werkdrukfactoren 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).	—						Niet bij deze taak (bij KBC komt koelwater voor dat smeer bevat, maar dat was voorheen ook).
Biologische agentia (veel direct contact met (hoogrisico) mensen).	—						Nee, niet veel (direct) contact met (hoogrisico) mensen.
Ioniserende/radioactieve of optische straling, elektromagnetische velden.	?						
(Hinderlijk) lawaai.				→			KBC geeft meer hinderlijk lawaai dan de oude machine (oordoppen nodig).
> 30° of < 13° meer dan 1 uur/dag of grote temperatuurverschillen.	—						
Kans op vallen, struikelen, snijden, branden.	←						KBC geeft geen mogelijkheid om met je handen bij bewegende delen te komen; in de oude situatie kon dat wel.
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 te zien moeten zijn. <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 verstorende signalen.	—						Als er iets fout gaat, valt er wel eens iets. Dat is altijd een harde klap, dus dat hoor je wel (is overigens hetzelfde gebleven in vergelijking met de oude situatie).
Zachte geluiden moeten te horen zijn.	—						
Je moet je kunnen afsluiten voor irrelevante informatie.	—						
Er moet vaak worden gewisseld tussen taken (schakelen).					—		Ja, maar werknemers voeren ook andere taken uit dan KBC-gerelateerd. Dit is dus niet veranderd; nu wel een machine erbij gekregen.
De aandacht moet worden verdeeld tussen meerdere taken (tegelijk).					—		Zie hierboven.
De aandacht mag niet verslappen.				←			Ook wel taken waarbij je iets minder alert hoeft te zijn; nu misschien iets minder een 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.

Fysische belasting	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
> 1 uur werk waarbij je 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.					←		Oud: bij machinale bewerking.
Met gebogen romp werken.			←				Optillen van kratten.
Met geheven bovenarmen werken.				←			
Gekniel/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 automobiel-industrie (perceptief-cognitieve ondersteuning)

#### De taak

De bestudeerde taak is de assemblage van een onderdeelje van een schokdemper (FSD). In de oude, handmatige situatie lazen de werknemers vanaf een tekening hoe ze het product in elkaar moesten zetten. De onderdeeljes lagen in aparte vakjes in een grote bak die voor hen op tafel lag. De medewerkers assembleerden het hele product zelf. Met het pick-to-light-systeem doen ze dit nog steeds. De medewerkers vinden het een mooi product om te maken en geven de oude en nieuwe situatie een 7 of 8 als waardering. Hierbij heeft de een voorkeur voor de handmatige uitvoering – leuker om te doen omdat je het product helemaal zelf opbouwt – terwijl het voor de ander niet uitmaakt.

#### 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 de invoering van een pick-to-light-systeem met instructies op een scherm en vervolgens naar volautomatisch door invoering van een kooirobot. Beide zijn opgesteld in een cleanroom.

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 parallel naast elkaar wordt gewerkt. Het pick-to-light-systeem bestaat uit een monitor die visuele informatie geeft over de uit te voeren handelingen. 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 te pakken onderdeel. Dit geeft dus de volgorde van handelingen aan. De assemblage gebeurt nog steeds handmatig. Het halffabricaat gaat van medewerker 1 naar medewerker 2. Medewerker 2 voert vervolgens het eindproduct 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 werken ze 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

De werknemers ervaren geen klachten door het werk, maar vermelden 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 het oplossen van storingen.

### Beoordeling invloed robotisering op werkeisen

De beoordeling van de werkeisen staat per type werkeisen in de volgende 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	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
Werkdruk: snel moeten werken, veel werk in weinig tijd, pieken.					→		Nu met z'n tweeën, dus je moet het bij zien te houden (was in de oude situatie 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 hier 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 was dit mogelijk wel het geval vanwege het aanleveren van onderdelen.
Tegenstrijdige belangen/eisen.						—	Kwaliteit en snelheid maar geen grote gevolgen (robot test en haalt foute producten eruit).
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 en 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.					→		De ene werknemer vindt het wel gevarieerd, de ander niet.



Psychosociale arbeidsbelasting	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
Onvoldoende sociale/ functionele steun collega's.				—			Meer mogelijkheid bij pick-to-light voor sociale steun, doordat er door twee mensen naast elkaar wordt gewerkt. Maar voorheen werd er door meer mensen aan het product gewerkt.
Onvoldoende taken kunnen overdragen/ruilen met collega's.							Hoe meer automatisering, hoe meer specialistische taken, dus mogelijk lastiger om van taken te ruilen.
Onvoldoende autonomie.				→			Hoe meer automatisering, hoe minder autonomie/hoe 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 (hoog-risico) 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 temperatuurverschillen.						→	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 te zien moeten zijn.		—					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 verstoringende signalen.	—						Nee.
Zachte geluiden moeten te horen zijn.	—						Nee.
Je moet je kunnen afsluiten voor irrelevante informatie.	—						
Er moet vaak worden gewisseld tussen taken (schakelen).	—						
De aandacht moet verdeeld worden tussen meerdere taken (tegelijk).	—						Goed je aandacht erbij houden, maar niet twee taken tegelijk doen.
De aandacht mag niet verslappen.	—						
Er wordt een sterk beroep gedaan op het werkgeheugen.	—						Nee. In de oude situatie werd aan de hand van de tekening gewerkt en nu aan de hand van pick-to-light (pick-to-light kan wel eens 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 waarbij je buiten adem raakt en moet zweten.	—						
Langdurig zitten zonder afwisseling met staan/lopen.					—		
Zwaar tillen of dragen, duwen of trekken.	—						
Vaak kleine/middelgrote krachtuitoefeningen met de armen/handen.					—		Niet veranderd.
Met gebogen nek/hoofd werken.					—		
Met gebogen romp werken.	—						
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 hangt af van het aantal onderdelen en de keuzes die worden gemaakt voor de opstelling.
Geknield/gehurkt werken.	—						
Lang staan.	—						Hoeft niet bij deze taak.
Ongunstige onderarm/polsstanden.				—			Is niet toegenomen.
Hele lichaams- of hand-armtrillingen.	—						

### 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 werken de medewerkers met een elektronisch systeem, waardoor het proces sterk is geautomatiseerd. De taak vraagt om het veelvuldig vergelijken van gegevens (bedragen) in de computer, soms vanuit verschillende systemen. Daarnaast moeten er gegevens worden ingevoerd. Incidentele werkzaamheden zijn een print maken of iets met de rekenmachine uitrekenen.

### Wat is er veranderd?

Jaaroverzichten haalde je uit een ander systeem en 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 is dat 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 nu wel groter. Er heerst tevredenheid over het nieuwe systeem: een 7,5 als waardering.

De werktijden zijn gangbare kantoortijden (niet veranderd). Er zijn geen vaste starttijden, maar iedereen heeft wel z'n eigen schema. Pauzes zijn zelf te 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 werden veel meer mensen voor dit werk ingezet. 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 crediteurnummers zijn, dan moet je zoeken wat ze hebben gekregen.

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

Efficiency, bezuinigingen, met de tijd mee gaan, 1.673 per jaar, met acht 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							Toelichting
	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dageelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	
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 het systeem zit vast (soms problemen met centrale systeem).
Snelheid afhankelijk van tempo collega's.	—						Externe info waar je op moet wachten, maar je kunt door met een andere taak.



Psychosociale arbeidsbelasting	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
Tegenstrijdige belangen/eisen.					—		Inherent aan het werk (consequentie dat het een jaar later wordt opgemerkt). Het moet nauwkeurig maar snel.
Onvoldoende/gebrekkige (hulp)middelen.							
Agressie, geweld, intimidatie. <sup>3</sup>	—						Contact meestal via mail, dus niet aan de orde.
Volcontinu/ploegen- of oproepdiensten; voor 7 uur/na 22 uur. <sup>4</sup>	—						
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, kwaliteitspaaft/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 worden wel genoteerd.
Onvoldoende mogelijkheid voor werkonderbreking.	—						

<sup>1</sup> Verschillende werkdrukfactoren 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 werkeisen!

Perceptief-cognitieve belasting	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
Kleine details met belangrijke betekenis die te zien moeten zijn. <sup>1</sup>						—	Werken met twee beeldschermen. Veel beeldschermbrillen, vaak klein gescand, je kunt het wel groter maken maar niet altijd scherp. Kleine details zijn beter te zien op papier, dus verslechterd.
Moeten kunnen reageren op informatie in het perifere gezichtsveld..	—						Nee.
Belangrijke geluidssignalen gemaskeerd door verstorende signalen.	—						
Zachte geluiden die te horen moeten zijn.	—						
Je moet je kunnen afsluiten voor irrelevante informatie.	—						
Er moet vaak worden gewisseld tussen taken (schakelen).						—	Ja, maar niet veranderd.
De aandacht moet verdeeld tussen meerdere taken (tegelijk).						—	Ja, maar niet veranderd.
De aandacht mag niet verslappen.	—						
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 het 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..

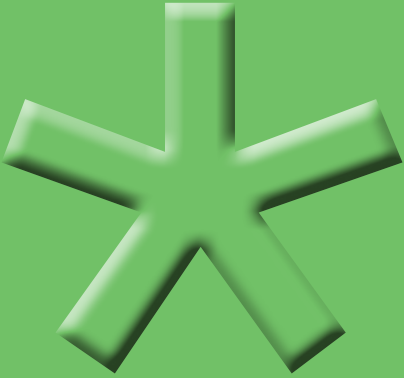
Fysieke belasting	(bijna) nooit	maandelijks	wekelijks	dagelijks enkele keer	meerdere keren/dag	de hele dag	Toelichting
> 1 uur werk waarbij je buiten adem raakt en moet zweten.	—						
Langdurig zitten zonder afwisseling met staan/lopen.					→		Vaak prints ophalen, maar wel kortdurend.
Zwaar tillen of dragen, duwen of trekken.	—						
Vaak kleine/middelgrote krachtuitoefeningen met de armen/handen.					→		Meer beeldschermwerk (dus binnen de dag verschoven).
Met gebogen nek/hoofd werken.					—		Iets meer dan in oude situatie (dus verschuiving binnen deze categorie).
Met gebogen romp werken.	—						
Met geheven bovenarmen werken.	—						
Geknield/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.	—						

## Bijlage 2 Begeleidingsgroep

Dit onderzoek werd begeleid door een begeleidingsgroep bestaande uit vertegenwoordigers van verschillende organisaties:

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





Arbeidsdeskundig Kennis Centrum  
Postbus 1058  
3860 BB Nijkerk  
(033) 247 34 57