

**Predictieve waarde
van drie methoden
om de toekomst van
banen te schatten op
basis van de
Werkbaarheids-
monitor en de LFS**

**SBO Paradigms 4.0
(Deliverable D1.2)**

Steven Dhondt, Iris Eekhout, Karolus Kraan, Anneke
Goudswaard, Thijmen Zoomer

Abstract (NL)

Frey & Osborne (2013; 2017) ontwikkelden een methode om de automatiseringskans van beroepen te schatten. Daarmee voorspellen ze welke beroepen op termijn zullen groeien en/of verdwijnen. De vraag is hoe de predictieve waarde van deze methode zich verhoudt tot twee andere methoden: de Labouring Capacity Index (Pfeiffer & Suphan, 2015) en de Moderne SocioTechniek-scores (Kuipers et al., 2020). Om de predictieve waarde te testen is een forecastingmethode gehanteerd waarbij meetresultaten van de Werkbaarheidsmonitor van Vlaanderen uit 2004 en later gebruikt zijn om de omvang van de werkgelegenheid in Vlaanderen tot 2019 te voorspellen, op basis van de Labour Force Survey. De analyses laten zien dat de predictieve waarde van de verschillende methoden beperkt is. In dit rapport kijken we naar waarom dat zo is en hoe een meetmethode op basis van de Moderne Sociotechniek een alternatief kan vormen om de ontwikkeling in beroepen te onderzoeken.

Abstract (UK)

Frey & Osborne (2013/17) developed a method to estimate the automation probability of occupations. With this method, they predict which occupations will grow and/or disappear in the long run. The question is how the predictive value of this method compares to two other methods: the Labouring Capacity Index (Pfeiffer & Suphan, 2015) and the MST scores (Kuipers et al., 2020). In order to test the predictive value, a forecasting method was used in which measurement results from the Workability Monitor (WBM) of Flanders from 2004 and later were used to predict the volume of employment in Flanders until 2019, based upon the Labour Force Survey. The analyses show that the predictive value of the different methods is limited. In this report we look at why this is the case and how a measurement method based on the Modern Sociotechnical approach can be an alternative to study the development in occupations.

Dit project werd mogelijk gemaakt met financiering van FWO Beurs S006018N.

Gepubliceerd door
KU Leuven
CeSO- CENTRUM VOOR SOCIOLOGISCH ONDERZOEK
Parkstraat 45, 3000 LEUVEN, België

steve.dhondt@kuleuven.be
<https://soc.kuleuven.be/ceso/contact-us>

TNO
Sustainable Productivity and Employability
Schipholweg 77-89, 2316 ZL Leiden

steven.dhondt@tno.nl
TNO-Rapportnummer: TNO 2021 R11302
Projectnummer: 060.28467

D/2021/4718/028 – ISBN 9789088361265

© 2021 CeSO-KU Leuven / TNO

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.
No part of this book may be reproduced in any form, by mimeograph, film or any other means, without permission in writing from the publisher.

Contents

Samenvatting	2
Summary	13
1. Inleiding	24
1.1 Doelstelling van dit rapport	24
1.2 Onderzoeksvragen	26
1.3 Onderzoeksaanpak	26
1.4 Opbouw van het rapport	27
2. Onderzoeksmateriaal en methodologie	29
2.1 Data	29
2.1.1 De Werkbaarheidsmonitor (WBM)	29
2.1.2 De Labour Force Survey (LFS)	29
2.2 Constructie van de indexen: de FOI, de LCI en de MST-scores	32
2.2.1 Koppeling aan functiegroepen	32
2.2.2 Constructie van de Frey en Osborne Index (FOI)	32
2.2.3 Constructie van de Labouring Capacity Index (LCI)	38
2.2.4 Constructie van de Moderne Sociotechniek (MST)-score	40
2.3 Data-koppeling en analysemethoden	44
2.3.1 Inleiding	44
2.3.2 Koppeling van de data	45
2.3.3 Multilevel-analyse	46
2.3.4 Technologische ontwikkeling en de WBM	47
3. Voorspelling wijzigingen in kwantitatieve werkgelegenheidsstructuur functiegroepen met de Labouring Capacity Index	49
3.1 Inleiding	49
3.2 Beschrijvende analyse	49
3.3 Lange-termijnvoorspelling van de LCI: actuele veranderingen in proporties functiegroepen	50
3.3.1 Inleiding	50
3.3.2 Wijziging over de hele periode	51
3.3.3 LCI-scores en de impact van tijd	51
3.4 Robuustheidscheck: wat gebeurt er als we kader of directie uitsluiten?	54
3.5 Visualisatie van LCI met LFS-uitkomsten	57
3.6 Conclusie	62
4. Voorspelling wijzigingen in kwantitatieve werkgelegenheidsstructuur functiegroepen met de Frey en Osborne systematiek	64
4.1 Inleiding	64
4.2 Beschrijvende analyse	64
4.3 Lange-termijnvoorspelling van de Frey Osborne Index (FOI): actuele veranderingen in proporties functiegroepen	68
4.3.1 Inleiding	68
4.3.2 Wijziging over hele periode	68
4.3.3 FOI-scores en de impact van tijd	69
4.4 Robuustheidscheck: wat gebeurt er als we kader of directie uitsluiten?	72
4.5 Visualisatie van de FOI met LFS-uitkomsten	74
4.6 Conclusie	82

5. Voorspelling wijzigingen in kwantitatieve werkgelegenheidsstructuur	83
functiegroepen met de MST-score	83
5.1 Inleiding	83
5.2 Beschrijvende analyse	84
5.3 In hoeverre is de volledigheid gerelateerd aan (de verandering in) omvang van de functiegroepen?	85
5.4 In hoeverre zijn de regeltaken gerelateerd aan (de verandering in) omvang van de functiegroepen?	86
5.5 Regeltaken en volledigheid in combinatie	87
5.6 Verband tussen de taken: volledigheid en regeltaken over de tijd	88
5.7 Visualisaties van de volledigheid en regeltaken	89
5.8 In hoeverre zijn de MST-scores gerelateerd aan (de verandering in) omvang van de functiegroepen	93
5.9 Robuustheidscheck 1: wat gebeurt er als we kader of directie uitsluiten?	96
5.10 Robuustheidscheck 2: in hoeverre is MST-score gerelateerd aan (de verandering in) omvang van de functiegroepen in de industrie?	98
5.11 Samengevat	104
6. Ontwikkelingen in de arbeidsdeling in Vlaanderen	106
6.1 Inleiding	106
6.2 Functies reflecteren de arbeidsverdeling	107
6.3 De selecterende bedrijfscontext	115
6.4 Ontwikkelingen in de arbeidsverdeling	117
6.5 Een breder perspectief	122
6.6 De WBM als arbeidsmarktinstrument?	124
7. Conclusie: vergelijking tussen de verschillende indices en waarde MST-model	126
7.1 Vergelijking indices	126
7.2 Wat zegt de MST-benadering?	128
Referenties	130
Tabellen	132
Figuren	136

Samenvatting

Vraagstelling

Industrie 4.0-technologie (robots en artificiële intelligentie) zal volgens Frey en Osborne (2013; 2017) een enorme impact hebben op de inhoud van het werk en de omvang van de werkgelegenheid. Nedelkoska en Quintini (2018) hebben de methode van Frey en Osborne verfijnd en toegepast op de data van de PIAAC-survey¹. Frey en Osborne voorspellen dat alleen die beroepen de technologische revolutie zullen overleven, die over voldoende creatieve en sociale vaardigheden beschikken. Industrie 4.0-technologie zorgt voor het verdwijnen van handmatige taken en taken waarvoor kennis nodig is die enigszins herhaalbaar of procedureel is. Nedelkoska en Quintini corrigeren dat beeld waarbij zij aangeven dat vooral de middengroepen (in salaris, in vaardigheidsniveau) hun baan zullen verliezen. Zij verwachten dat er zich een sterke polarisering op de arbeidsmarkt zal voordoen. Niet iedereen is het eens met deze conclusies en met de benadering (zie bijvoorbeeld Autor, 2015; Perez & Murray Leach, 2021). Pfeiffer en Suphan (2015) bekritiseren de methodiek en geven aan dat de ‘tacit skills’ in beroepen een betere voorspeller zijn voor wat in beroepen zal gebeuren. Zij ontwikkelen daarvoor het concept Labouring Capacity. Beroepen met een hogere ‘labouring capacity’ (autonomie, verantwoordelijkheid, leerinhoud) zullen het op termijn beter doen dan beroepen met een lage ‘labouring capacity’. Pfeiffer en Suphan verwachten dat technologie vooral handmatig werk zal laten verdwijnen. Technologie slaagt er minder in om het denkwerk te automatiseren, voornamelijk vanwege die ‘tacit skills’. In het Strategisch Basis Onderzoek (SBO)-project Paradigms4.0 onderzoeken we op basis van de **Werkbaarheidsmonitor** (WBM) van de Sociaal Economische Raad voor Vlaanderen (SERV) wat de predictieve waarde is van deze twee benaderingen. De Werkbaarheidsmonitor is een meetsysteem bestaande uit een driejaarlijkse, grootschalige survey bij werknemers en zelfstandige ondernemers naar de (ontwikkeling in de) werkbeleving, de kwaliteit van de jobs en risico’s voor werkbaarheid. Indicatoren worden afgeleid uit de WBM en helpen Vlaamse sociale partners en de Vlaamse Regering om een aantal middellange-termijn-afspraken om Vlaamse werkplekken te verbeteren. Als extra toetssteen voor ons onderzoeken ontwikkelen we de Moderne Sociotechniek-score. De Moderne Sociotechniek (MST) is een systeemtheorie die voorschrijft hoe organisaties moeten worden ingericht, als uitgegaan wordt van de balans tussen kwaliteit van de arbeid in functies en de prestaties van organisaties (Kuipers et al., 2020). De MST houdt zelf geen voorspelling in van wat de omvang van de werkgelegenheid zou moeten zijn in de toekomst. Zoals Perez en Murray Leach (2021) aangeven, is de MST een niet-deterministische opvatting van de ontwikkeling van beroepen en technologie.

We onderzoeken in dit artikel hoe we de predictieve waarde van de drie methoden in beeld kunnen brengen en de uitkomsten daarvan kunnen vergelijken. De uitkomst van deze vergelijking is van belang omdat we daarmee kunnen vaststellen **of en hoe de WBM gebruikt kan worden om toekomstvoorspellingen te doen over arbeidsmarkteffecten van Industrie4.0-technologie in Vlaanderen**. Een aanvullende vraag is wat de waarde is van de organisatiebenadering op basis van de MST voor analyses van arbeidsmarktontwikkelingen. Uitgebreide resultaten van dit onderzoek zijn opgenomen in Dhondt et al. (2021b).

¹ Programme for the International Assessment of Adult Competences (OECD); <https://www.oecd.org/skills/piaac/>

Methode

We passen een **forecasting-methode** toe waarbij we op basis van surveyresultaten in het verleden, de situatie van vandaag proberen te voorspellen. We volgen daarbij precies dezelfde methodologie als Artznz et al. (2016), Nedelkoska en Quintini (2018), en Heald et al. (2021) om voorspellingen te doen op basis van uitkomsten van recente werknemerssurveys. Alleen kiezen we nu een datum in het verleden en kijken we in welke mate de reële ontwikkeling in functiegroepen in lijn loopt met de voorspellingen. We doen hierbij ook de aanname dat de Industrie 4.0-technologie waar Frey en Osborne naar kijken, reeds aanwezig was in het verleden. Mogelijk dat die technologie in onze metingen (vanaf 2004) nog niet zo wijdverbreid is als Frey en Osborne verwachten dat deze in de toekomst zal zijn.

Data. Voor dit onderzoek beperken we ons tot de surveyresultaten van de WBM in 2004 (n=9784), 2007 (n=9203), 2010 (n=8557), 2013 (n=15269), 2016 (n=10880) en 2019 (n=12732) en de Labour Force Survey-data (LFS) voor Vlaanderen (Eurostat). Het WBM-onderzoeksmateriaal is ons ter beschikking gesteld door de SERV. We zijn ons bewust dat de drie methoden maar deels kunnen worden gereproduceerd met de variabelen van de WBM (Dhondt et al., 2021a). Frey en Osborne hanteren dertien variabelen in hun construct ‘engineering bottlenecks’ waarvan er drie zijn die niet te reproduceren zijn met de WBM (literacy skills, numerical skills, ICT skills). Voor zeven variabelen wijzigen de items doorheen de tijd zodat meerdere constructen nodig waren (client communication, intrapersonal competency, learning, technical competency, problem-solving, information processing). Voor de overige variabelen biedt de WBM stabiele en voldoende items aan (physical skills, planning, high level communication, creativity/entrepreneurship). De Labouring Capacity Index kent een meer complexe constructie waarbij items in drie blokken van variabelen worden geaggreerd. In het totaal zijn er 17 afzonderlijke variabelen nodig. De LCI is dan een product van die aparte blokken. Er zijn twee onderdelen waarvoor er geen items zijn in de WBM: eye on different processes, structural complexity. Voor één construct (communicate with other people in your occupational activity) zijn drie alternatieve maten mogelijk. Voor de MST-index kunnen de vier aggregaten (uitvoerende taken, regelende taken, voorbereidende en ondersteunende taken) goed met de WBM worden geoperationaliseerd. Het construct ‘volledigheid’ is een samenstelling van uitvoerende, voorbereidende en ondersteunende taken).

Een beperking van de WBM is dat er slechts gegevens over zes functiegroepen beschikbaar zijn: kader/directie; middenkader en professional; bediende; geschoolde arbeider; ongeschoolde arbeider; zorg of onderwijsmedewerker.

Variabelen. De kernvariabelen zijn de volgende:

- De **index-score** (automatiseringskans voor de Frey en Osborne-systematiek (FOI), voor de Labouring Capacity van Pfeiffer en Suphan (LCI) en de Moderne Sociotechniek (MST), gebaseerd op aspecten van de functie-inhoud) per functiegroep voor de meting. FOI is een logistische regressie van de elf variabelen die drie engineering bottlenecks operationaliseren. De enige bottleneck die beperkt is geoperationaliseerd is ‘perception, manipulation’ waar we alleen de maat voor fysieke skills voor hebben. De LCI is een product van de gemiddelden van de constructen ‘situatie-specifieke omgang met complexiteit’, ‘situatie-specifieke behandeling van complexiteit’ en ‘situatie-specifieke onvoorspelbaarheid’, met de ‘relevantie van het verwerven van ervaring voor het uitoefenen van het beroep’. Voor een detailoverzicht verwijzen we naar Dhondt et al. (2021a). We hebben voor de verschillende jaargangen van de WBM de indexscores berekend (dus bijvoorbeeld voor de LCI: LCI2004, LCI2007, LCI2010 etc.). Daarmee krijgen we in beeld welke verwachtingen er op verschillende momenten bestaan over de mogelijke ontwikkeling in de omvang van de functiegroepen. Specifieke omstandigheden van 2004 kunnen de indexscore in dat jaar hebben beïnvloed. Volgende jaargangen van de indices helpen om de resultaten robuuster te maken.

- De omvang van elke functiegroep in de vervolgiaren als een **procentuele verschuiving** ten opzichte van de eerste meting. De gegevens van de Eurostat Labour Force Survey (LFS) voor Vlaanderen hebben we gekoppeld aan de WBM. De LFS levert ons het inzicht in de (reële) ontwikkeling van de functiegroepen. Om die koppeling mogelijk te maken moeten we de populatiefrequenties die de LFS levert op niveau van functiegroepen en sectoren, koppelen. De WBM levert evenwel een beperkte indeling van functies en van sectoren. Deze indelingen zijn ook niet gekoppeld aan de gangbare ISCO- en NACE-classificaties zodat we rekening moeten houden met niet volledig af te stemmen resultaten over de jaren heen. Voor de koppeling hebben we gezocht naar een face-vale overlap tussen ISCO-1 en de zes functiegroepen die zijn gehanteerd in de WBM. Hetzelfde hebben we gedaan voor de NACE-codes met de 14 sectoren die de WBM voorziet. In deze koppeling is rekening gehouden met de aanpassingen in ISCO (2008) en NACE over de jaren heen². Bij de koppeling hebben we eerst tijdsreeksen met absolute frequenties per jaar opgesteld. Het probleem met absolute aantallen is dat de omvang van de groepen erg verschillend is en dat de absolute verschillen in omvang doorwegen in de vergelijkingen. Daarom kijken we naar proportionele verschillen tussen de functiegroepen waarbij we de ontwikkeling in de absolute omvang van een functiegroep relateren van een startjaar (bijvoorbeeld 2004) aan de omvang in 2019.
- De WBM beschikt over enkele indicatoren over **technologie** (machinegebruik, computers), maar alleen voor de data van 2004, 2016 en 2019). Dit materiaal gebruiken we alleen voor de MST-scores.

Tijd, de index en de interactie tussen tijd en de verschillende indices zijn de onafhankelijke variabelen, afhankelijk van het model dat we testen.

Analyses. De forecastmethode start met een index-score voor FOI, LCI of MST voor het eerste meetjaar van de WBM (2004). Afhankelijk van de score van een beroep op de index verwachten we op termijn een hogere of lagere omvang van een functiegroep: met andere woorden, als een functie in 2004 hoger scoort op de LCI dan een andere functie, dan verwachten we dat de functie sterker groeit (minder krimpt) dan andere functies die lager scoren. De predictieve sterkte van het LCI-model vergelijken we met de andere modellen (FOI en MST). Onze analyses bestaan uit een multilevel en een longitudinale component. In de analyse kijken we hoeveel de index van de variantie in de ontwikkeling van de functiegroep-omvang verklaart. De index in een jaar geeft niet alleen per functiegroep een schatting van de automatiseringskans, maar ook van de verschillen tussen de functiegroepen. Wat betreft de verschillen tussen functiegroepen evalueren we het proportionele verschil in omvang per jaar ten opzichte van het LCI jaar, het referentiejaar. Dit verschil is weergegeven in de **interactie-coëfficiënten**. De coëfficiënten geven aan hoeveel de toename in een functiegroep is, als de LCI toeneemt met 1%. Het is dit verschil in automatiseringskansen waarin we geïnteresseerd zijn.

De **multilevel-analyse** bestaat uit de koppeling van surveyresultaten gemeten op individueel niveau en waarbij de groepsresultaten worden vergeleken met LFS-data gemeten op groepsniveau. De analyses worden gedaan op een dataset met als units de functiegroep per jaar. Dit wil zeggen een micro-macro-data-situatie waarbij de afhankelijke variabele op een hoger niveau is gemeten dan de onafhankelijke variabelen. We hebben dus in de dataframe een gemiddelde per functie gedeeld door het aantal personen in de functiegroep per jaar. De consequentie is dat alle variatie *binnen* een functie niet is meegenomen. Een dergelijke analyse met een beperkt aantal functiegroepen, zoals beschikbaar in de WBM, is alleen verantwoord bij een hoge intra-klasse correlatie (ICC) (i.c. intra-functie correlatie van functiegroep). Foster-Johnson en Kromrey (2018) geven aan dat deze methode geschikt is voor een micro-macro-analyse³.

² Op verzoek leveren we de excel-tabellen die hiervoor zijn aangemaakt.

³ Zie: Foster-Johnson & L., Kromrey, J.D. (2018). Predicting group-level outcome variables: An empirical comparison of analysis strategies. *Behav Res* 50, 2461–2479. <https://doi-org.vu-nl.idm.oclc.org/10.3758/s13428-018-1025-8>.

Wenselijk was dat we meer functies in het onderzoek konden betrekken, maar dat is met de WBM niet mogelijk.

We onderzoeken verschillende modellen waarbij de samenhang tussen de proportionele verandering in de omvang van een functiegroep als afhankelijke variabele in de multilevel-analyses is opgenomen. Als we **longitudinaal** over de tijd testen, dan zijn twee modellen aan de orde:

- Model 0: Longitudinaal model (multilevel-model met random intercept voor de functievariabele), met de proportionele verandering in omvang functiegroep als afhankelijke variabele en de tijd als onafhankelijke variabele.
- Model 1: Longitudinaal model (multilevel-model met random intercept voor functievariabele), met de proportionele verandering in omvang functiegroep als afhankelijke variabele en de interactie tussen de indexscore en tijd als onafhankelijke variabelen.

Uit model 1 zien we het verband tussen de index en de proportionele verandering over de tijd; uit de vergelijking van de R^2 met model 0 zien we hoeveel de index van de variantie in de proportionele verandering verklaart. Als we longitudinaal op 2019 testen, dan krijgen we een model voor het proportionele verschil in groei van het referentiejaar tot aan 2019. In het model wordt de index als onafhankelijke variabele meegenomen. De verklaarde variantie laat dan zien hoeveel de index verklaart van de proportionele groei in 2019. R^2 is de verklaarde variantie van de fixed effecten van dit totale model. De omvang van R^2 geeft aan hoe sterk het LCI-model is. De R^2 delta is het verschil in verklaarde variantie van het model met index versus het model zonder index. Dit is de residuele variantie waaruit zichtbaar wordt hoe sterk de index uiteindelijk in de ontwikkeling van de omvang van de functiegroep verklaart. Dat is waarnaar we op zoek zijn.

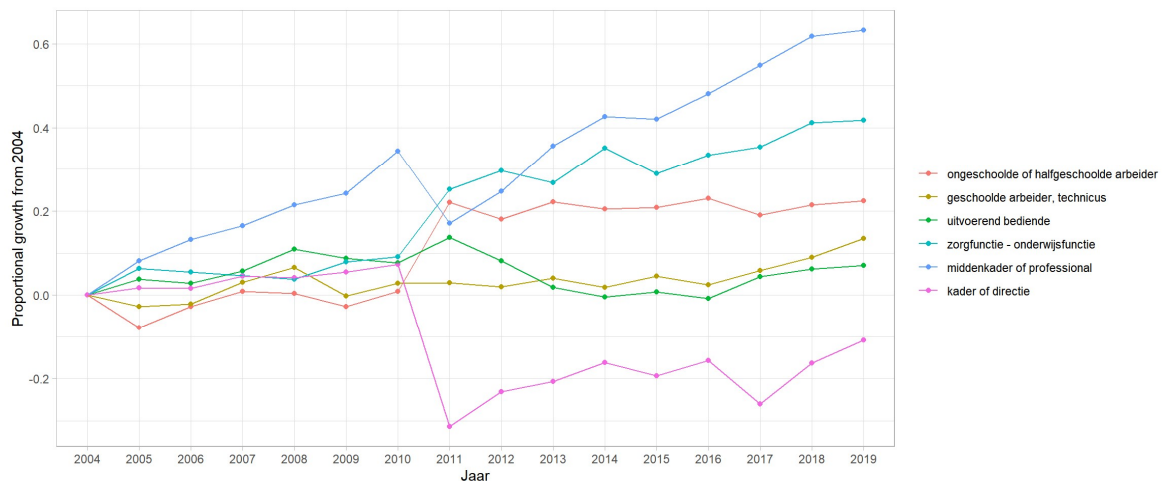
We voeren, zoals gezegd, verschillende **robuustheid-checks** uit. We herhalen de analyses voor de verschillende metingen om na te gaan hoe stabiel onze resultaten zijn. Van belang is dat Frey en Osborne en Pfeiffer en Suphan aannemen dat hun indices stabiele schatters zijn van de automatiseringskansen. In een tweede test die we uitvoeren, laten we één van de functiegroepen weg. We weten (zie verder figuur 1) dat de functiegroep kader of directie een bijzonder verloop laat zien. Dat heeft vooral te maken met herclassificatie van de functiegroep in de ISCO-lijsten⁴ zichtbaar in de LFS-gegevens van 2010 op 2011. We zullen de berekeningen opnieuw uitvoeren waarbij we deze functie weglaten.

Resultaten

Procentuele ontwikkeling van de werkgelegenheid

De LFS geeft precieze indicaties voor de omvang van de functiegroepen in Vlaanderen voor elk jaar in de afgelopen twintig jaren. De toets bestaat erin om voor de verschillende cohorten (bijvoorbeeld FOI2004) na te gaan hoe de omvang van de beroepen zich ontwikkelt. Om de toets te kunnen uitvoeren, richten we de analyse niet zozeer op de absolute omvang van de functiegroepen, maar wel op de relatieve omvang van de functiegroepen ten opzichte van elkaar. De FOI en LCI voorspellen dat specifieke beroepen een grotere automatiseringskans hebben dan andere. Figuur 1 geeft aan hoe de werkgelegenheid in Vlaanderen voor de verschillende functiegroepen zich relatief ten opzichte van elkaar heeft ontwikkeld tussen 2004 en 2019.

⁴ We weten dat met ISCO-88 naar ISCO-08, verschillende groepen zijn verplaatst van management naar andere functies. Er zijn minder personen als management geclassificeerd in de ISCO-08. Om te weten waar die managers naartoe zijn gegaan, geeft Eurofound ons de beste informatie omdat zij beide coderingen aangehouden hebben in hun EWCS-survey 2010. Dan is zichtbaar dat zo'n 20% van de managers uit de ISCO-88, in de ISCO-08 naar *Service and sales personnel* zijn verplaatst. De overige herclassificaties zijn marginaal te noemen. Zie: <http://www.harryganzeboom.nl/isco08/qa-isco-08.htm>.



Figuur 1. Overzicht van de procentuele ontwikkeling in omvang van de verschillende functiegroepen, uitgaande van het referentiejaar 2004. (Bron = LFS).

Figuur 1 laat zien dat, ondanks de voorspelling van Frey en Osborne, de werkgelegenheid in Vlaanderen in de afgelopen twintig jaar alleen maar is gestegen. De enige functiegroep die een krimp laat zien is kader/directie. Die krimp heeft deels te maken met een herclassificatie in ISCO vanaf 2008 (en de LFS vanaf 2011). Het percentage middenkader of professionals is in 2019 met 60% is omvang gestegen en het percentage kader of directie is met 10% gekrompen. In de langste tijdsreeks (vanaf 2004) zijn de professionals of het middenkader de grootste groeiers.

Predictieve waarde van de methoden voor de hele populatie.

Onze resultaten worden beïnvloed door de ISCO-herclassificatie van functiegroepen in de LFS. We tonen resultaten voor de **hele populatie** en het resultaat waarbij we de **functiegroep kader of directie hebben uitgesloten waarvoor de herclassificatie de grootste impact had**. Tabel 1 geeft het overzicht van de voorspellingskracht van de drie modellen. Voor de verschillende meetjaren hebben we de volgende maten naast elkaar gezet:

- Effectgrootte: we berekenen de samenhang tussen de verschillende indexen in een meetjaar met de afhankelijke maat, de verandering in de proportionele omvang van de functiegroepen zoals waargenomen in 2019. De effectgrootte berekenen we door de coëfficiënt te delen door de standaarddeviatie van de omvang van de functiegroep in het referentiejaar. Naast significantie is ook de richting van het effect (de estimate) van belang.
- R^2 is de verklaarde variantie van de fixed-effecten van het hele model (met alle variabelen en interacties).
- R^2_{delta} : is het verschil in verklaarde variantie van het model met index versus het model zonder index. De omvang van R^2_{delta} geeft aan hoe sterk het gekozen model is. Deze maat laat zien wat de FOI, LCI en MST-score als restverklaring opleveren.

Tabel 1. Vergelijking van effectgroottes proportionele verandering en verklaarde variantie in multilevel-modellen voor FOI, LCI, MST-score (groene cel: significant, $p < 0.05$; **: $p < 0.10$; n.s. = niet significant)

	FOI			LCI			MST-score (MST-score)		
	Estimate	R ²	R ² delta	Estimate	R ²	R ² delta	Estimate	R ²	R ² delta
2004-19	-0.130 (n.s.)	11.8%	1.6%	0.287 (n.s.)	11.9%	1.7%	-0.129 (n.s.)	14.8%	4.6%
2007-19	0.127 (n.s.)	11.3%	4.5%	-0.128 (n.s.)	12.7%	5.9%	-0.435 (n.s.)	21.5%	14.7%
2010-19	0.627 (n.s.)	21.6%	17.1%	-0.403 (n.s.)	21.2%	16.6%	-0.682 (n.s.)	40.1%	35.5%
2013-19	-0.611**	50.7%	21.6%	0.515	54.3%	25.3%	0.408**	44.9%	15.9%
2016-19	-0.164 (n.s.)	32.4%	1.4%	0.149 (n.s.)	32.4%	1.3%	0.002 (n.s.)	34.7%	3.7%

Uit de tabel valt af te leiden dat voor de WBM-meetjaren 2004, 2007, 2010 en 2016, dat het MST-model de hoogste R²delta laat zien. De estimates gaan wel alleen in 2013 en 2016 in de juiste richting. De LCI en de FOI ontlopen elkaar niet zoveel in verklarende kracht. De MST-score blijkt meer te zeggen over hoe functies zich ontwikkelen dan de twee andere indexen (m.u.v. 2013-2019). Dat de MST-score een hogere verklarende kracht heeft in de meeste jaren dan de FOI en de LCI, maakt duidelijk dat deze twee modellen op zijn minst onvolledig zijn in hun verklaringsmodel. Van alle rijen in de tabel is de meting in 2013 de meest interessante rij: hier is geen sprake van een methodetrendbreuk en sprake van een relatief lange periode. In die vergelijking komt de LCI als beste voorspeller uit de bus.

Predictieve waarde van de methoden voor de populatie zonder kader of directie

Tabel 2 vat de resultaten van de analyse van de WBM zonder kader of directie.

Tabel 2. Vergelijking van effectgroottes proportionele verandering en verklaarde variantie in multilevel-modellen voor FOI, LCI, Organisatie (MST-score) zonder kader of directie (groene cel: significant, $p < 0.05$; **: $p < 0.10$; n.s. = niet significant)

	FOI			LCI			Organisatiescore (MST-score)		
	Estimate	R ²	R ² delta	Estimate	R ²	R ² delta	Estimate	R ²	R ² delta
2004-19	-2.387 (n.s.)	50.5%	23.5%	1.811**	58.2%	31.3%	1.781 (n.s.)	53.9%	27%
2013-19	-0.908	82.4%	53.8%	0.698	84.1%	55.5%	0.756	82.7%	54.1%
2016-19	-0.328 (n.s.)	58.3%	19.2%	0.270 (n.s.)	55.4%	16.2%	0.350 (n.s.)	67.5%	28.3%

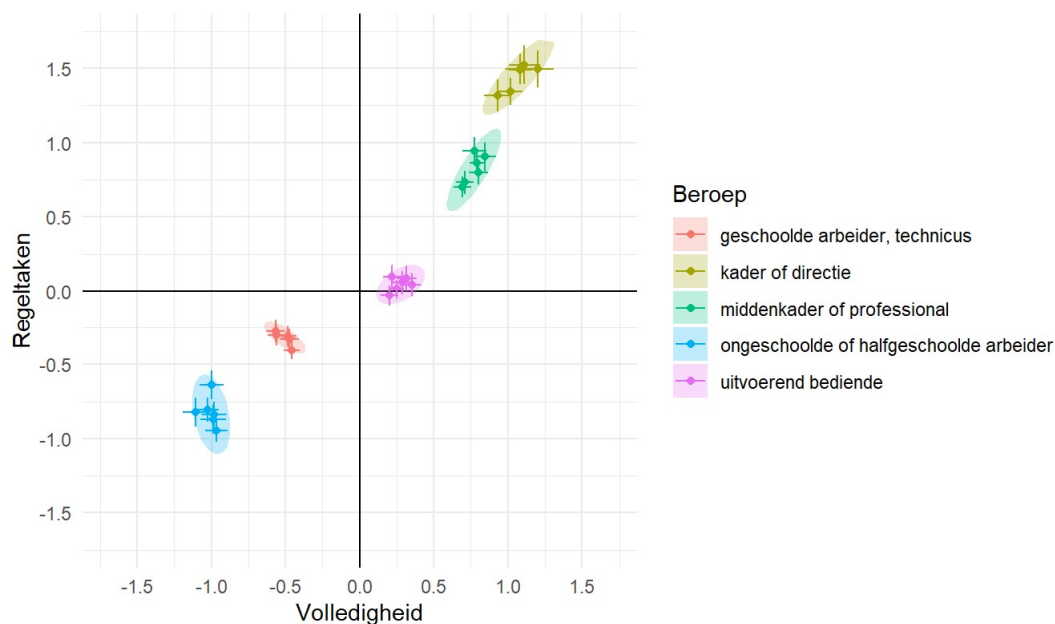
We zien de R²delta sterk stijgen. Opnieuw doet de FOI het niet beter dan de LCI en de MST-scores. De cijfers verschillen tussen de verschillende metingen en opnieuw zien we dat in de laatste meting, de cijfers opnieuw verslechteren.

Resultaten organisatieperspectief

Het organisatieperspectief is als alternatief voor de FOI en de LCI uitgewerkt. De basisredenering is tweeledig: meer factoren beïnvloeden de ontwikkeling van beroepen (zie Autor, 2015), en vervolgens bepaalt de arbeidsverdeling de inhoud van de functies. Als de arbeidsverdeling over de jaren heen niet wijzigt, dan blijven de taken in de functiegroepen ook in grote mate dezelfde. Dit organisatieperspectief zegt niet zoveel over de omvang van functies in de toekomst, maar wel meer over de toewijzing van taken binnen bedrijven en hoe uiteindelijk skills zullen ontstaan en zich ontwikkelen. De arbeidsdeling dient ook bekeken te worden in samenhang met HR-systemen en personele maatregelen. Ons uitgangspunt is dat niet technologie zorgt voor upskilling, polarisering en/of downskilling, maar dat bedrijven zelf allerlei beslissingen op dat vlak nemen met allerlei motieven.

Het eerste resultaat dat we zien is dat in de periode 2004-2019 de taakinhoud van functies weinig is veranderd en dat de verhoudingen tussen de functies in grote mate stabiel zijn gebleven. Figuur 2 laat die stabiliteit tussen en binnen functies zien voor de periode 2004-2019 voor de organisatievariabelen 'volledigheid' en 'regeltaken'.

We selecteren de industriële sector en op vestigingen van 10 of meer werknemers (vestigingsinformatie).



Figuur 2. WBM – industrie (10+ medewerkers): Verdeling van functiegroepen op de schalen volledigheid en regeltaken (2004-19). (x-as = volledigheid)

Technologie, weliswaar beperkt gemeten in de WBM, verandert weinig aan die taak- en functieverdeling.

Het tweede resultaat betreft wat we aan ontwikkeling binnen functies zien. Gegeven dat gemiddeld genomen de functies geen ontwikkeling in volledigheid en regeltaken laten zien over de tijd, is de vraag wat we zien als we de medewerkers in de functiegroepen onderscheiden naar hoog volledig mét regeltaken. Als we die groep afzetten tegenover de overige medewerkers, zien we dat de omvang van de groep zich beperkt heeft ontwikkeld over de tijd. Tabel 3 toont de resultaten.

Tabel 3. Ontwikkeling in percentage medewerkers per functiegroep met volledige taken en regeltaken: % personen boven 50% schaalscores volledig en regelen. (Bron: WBM 2004-2019).

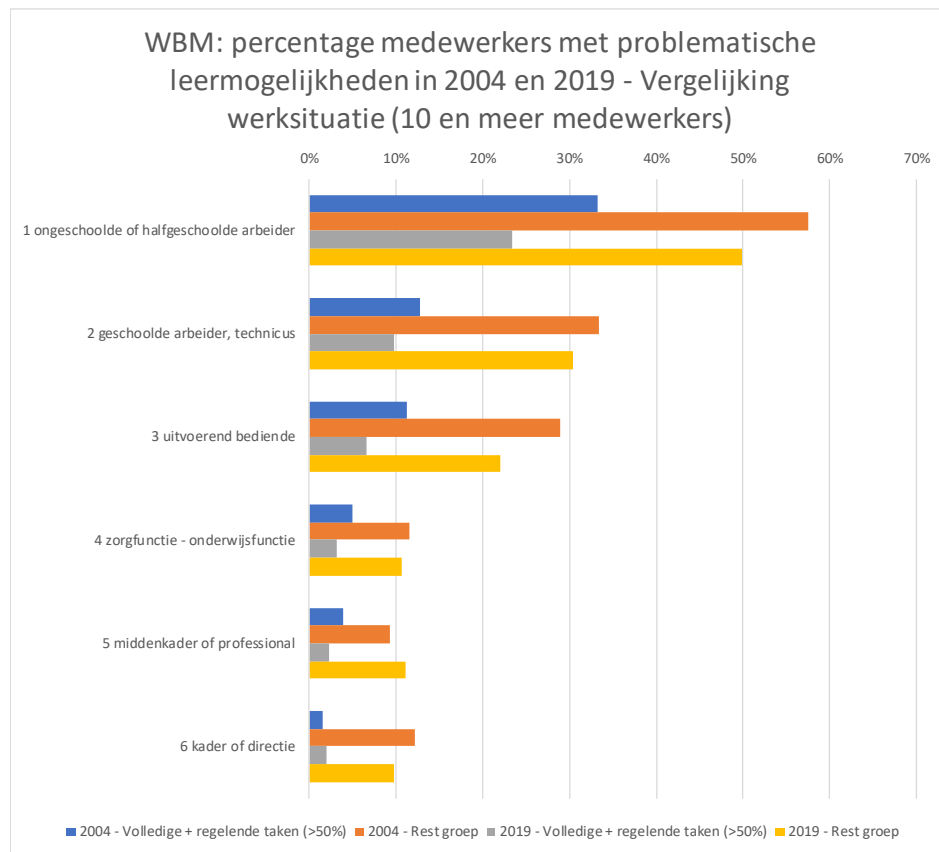
	2004	2007	2010	2013	2016	2019	B (β) p
	Ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider						
% > 50%	14,5%	16,0%	15,7%	15,3%	15,4%	17,5%	+0,4% (+0,02)
	Geschoolde arbeider, technicus						
% > 50%	26,9%	28,9%	26,3%	27,2%	28,0%	27,0%	-0,05% (-0,002)
	Uitvoerend bediende						
% > 50%	30,5%	30,1%	31,9%▲	28,9%	29,2%	28,7%	-0,4% (-0,02)▼
	Zorgfunctie - onderwijsfunctie						
% > 50%	32,7%▲	34,3%▲▲▲	33,3%▲▲▲	30,2%	26,9%▼▼▼	26,4%▼▼▼	-1,7% (-0,06)▼▼▼
	Middenkader of professional						
% > 50%	70,5%▲	70,2%▲	73,5%▲▲▲	68,9%	64,4%▼▼	62,6%▼▼▼	-1,9% (-0,07)▼▼▼
	Kader of directie						
% > 50%	92,3%	91,3%	93,2%	93,1%	90,4%	90,2%	-0,4% (-0,03)

Noot. Percentages zijn kolompercentages, en zijn getoetst met de Pearson χ^2 -test (horizontale vergelijkingen). Het contrast is subgroep vs 'rest' (gewogen deviatiecontrast). ▲ en ▼: $p < 0,05$, ▲▲: $p < 0,01$, ▲▲▲: $p < 0,001$, significant hoge (lage) percentages

(tweezijdig). Trendanalyse: B = ongestandaardiseerde lineaire regressiecoëfficiënt = gemiddelde stijging/daling per interval (β = gestandaardiseerde lineaire regressiecoëfficiënt) p = significantie.

Zo'n 14% tot 17% van de ongeschoolde of halfgeschoolde arbeiders zit in de situatie waarin ze meer controle hebben over hun werksituatie. Voor de andere uitvoerende medewerkers schommelt dit tussen de 26% en 34%. Deze percentages laten zien dat organisaties wel in staat zijn om andere werksituaties te creëren. In de zorg- en onderwijsfuncties en middenkaderfuncties/professionals is sprake van een significante, lichte afname van het percentage medewerkers met volledige taken plus regelende taken; vooral na 2010.

We zijn niet in staat de samenhang tussen functies binnen eenzelfde organisatiecontext te analyseren. Wat wel een relevant resultaat is, dat is dat medewerkers met hoge volledigheid en regeltaken systematisch hoger scoren op allerlei werkbaarheidsdimensies dan hun collega's. Figuur 3 toont de vergelijking voor de werkbaarheidsdimensie 'leermogelijkheden'.



Figuur 3. Percentage medewerkers met problematische leermogelijkheden in de WBM. Vergelijking tussen functiegroepen en tussen 2004 en 2019; in vestigingen met 10 of meer medewerkers.

Figuur 3 vergelijkt de “problematische leermogelijkheden” voor zowel 2004 als 2019 voor alle functiegroepen met meer volledigheid en regelmogelijkheden. De profielen met meer volledigheid en regeltaken scoren statistisch significant lager. De verschillen tussen functiegroepen zijn vooral bij de leermogelijkheden groot.

Het is de context die zorgt voor belangrijke verschillen in de uitvoering van het werk. Wat we niet zien is of deze medewerkers met meer mogelijkheden ook dat werk in samenhang doen met andere medewerkers met meer of minder mogelijkheden. We zitten nog met de vraag of er sprake is van een balans in regelmogelijkheden (is de winst van de ene functiegroep, het verlies aan controle in een andere functie?) of dat er sprake is van meer mogelijkheden voor iedereen.

Het laatste resultaat uit de analyses is dat de ontwikkelmogelijkheden en doorstroommogelijkheden voor alle opleidingsniveaus in de verschillende functiegroepen niet dezelfde zijn. Allereerst zien we dat voor de meeste functies nu hogere opleidingsniveaus gevraagd. De WBM laat geen echte verandering in de inhoud van het werk zien. Het lijkt er wel op dat binnen de bedrijven zich meer selectie op basis van opleidingsachtergrond van de medewerker heeft voorgedaan. Medewerkers met geen of een zeer laag opleidingsniveau krijgen steeds minder mogelijkheden om zich te ontwikkelen. De WBM toont dat deze verschuiving niet gepaard is gegaan met meer ongelijkheid in contractvormen, werkloosheidsrisico's en trainingsmogelijkheden. Waarschijnlijk is de macht van de vakbonden in Vlaanderen verantwoordelijk voor het beheersen van deze gevolgen.

Conclusies en discussie

Onze algemene conclusie is dat de verklaarde variantie van de verschillende methoden schommelt over de tijd, en in de beste situatie (2013) maximaal zo'n 35% van de variantie in procentuele ontwikkeling van de omvang van beroepen verklaart. De FOI laat geen grotere predictieve waarde zien in vergelijking met de LCI en de MST-score. De algemene predictieve waarde van de drie indexen is beperkt. Het uitsluiten van kader of directie verhoogt de verklaarde variantie, maar levert ons een theoretisch probleem op: kader of directie zijn juist de functiegroep met de meeste speelruimte in hun werk. We denken dat het niet zinvol is om die uit te sluiten van de analyse. Wat nog meer speelt, dat is dat zowel de FOI als de LCI niet in staat zijn om te verklaren waarom in de periode 2004-2019 de omvang van de verschillende functies is toegenomen, ook in de industrie. We zouden juist een krimp in omvang van sommige functies hebben verwacht. Dat een model zoals MST in staat is meer variantie te verklaren is ook geen goed nieuws voor de FOI en LCI.

De vraag is of onze analyseaanpak onrecht doet aan de FOI en de LCI. Het is mogelijk dat de operationalisering van de methoden aan de hand van de WBM te beperkt is. Een ander punt is dat de FOI is ontwikkeld in de periode 2010-2013. Het meetmateriaal van Frey en Osborne (2013) is de O*NET-2010. De vervolgonderzoeken van Arntz et al. (2016) en Nedelkoska et al. (2018) richten zich op de PIAAC 2013. Ons onderzoeksmateriaal is de WBM2004-2019. We dekken in ieder geval in belangrijke mate de periode af waarover Frey en Osborne voorspellingen doen. Zelfs al zou het zo zijn dat de periode 2004-2010 ten onrechte in de vergelijking is meegenomen, de predictieve waarde van FOI en LCI wordt alleen in 2013 beter. Daarna verslechtert de predictieve waarde opnieuw. Heeft de beperkte functieclassificatie van de WBM (slechts zes functiegroepen) een rol in onze resultaten? Onze verwachting is dat dit niet het geval is.

Verder merken we op dat Frey en Osborne slechts voorspellingen doen over de lange termijn en niet over de korte termijn zoals meegenomen in dit rapport. Dat zou kunnen verklaren waarom we nu niets zien. In het onderzoek van Heald et al. (2020) zijn berekeningen gemaakt voor 2050 en 2075. Naast het feit dat dit wel een heel erg lange termijn is en we ons afvragen hoe relevant dit is voor het huidige arbeidsmarktbeleid, levert onze analyse op dat deze redenering over de hele lange termijn toch meer problemen oplevert. Dan zouden de MST-scores nu niet dat effect hebben mogen laten zien. De MST-scores zullen waarschijnlijk sterker blijven scoren dan de FOI en LCI. Verder is het zo dat er in de werkcontext die met de WBM is gemeten wel degelijk sprake is van een verschuiving in technologiegebruik. De afzonderlijke analyse van de MST-benadering laat zien dat, hoewel we weinig informatie hebben over die technologie, de impact van technologie maar weinig oplevert.

Ons algemene beeld is dat een andere benadering nodig is om te begrijpen wat gaat gebeuren in functies, zowel in de omvang (zie Autor, 2015) als in de inhoud van het werk.

De eindconclusie van onze tweede analyse is dat de situatie van een medewerker sterk afhankelijk is van de plaats die deze inneemt in de arbeidsverdeling in functies. In het verleden kon de medewerker meer doorstromen tussen functiegroepen; daar lijkt het althans op. Functiegroepen blijken stabiele takensets te hebben. Technologie, voor zover de WBM daar informatie over geeft, verandert daar niet veel aan.

Referenties

Appelbaum, E., Bernhardt, A., & R.J., Murnane (eds). (2006) *Low-Wage America: How Employers Are Reshaping Opportunity in the Workplace*. New York: The Russell Sage Foundation Case Studies of Job Quality in Advanced Economies.

Arntz, M., Gregory, T., & U., Zierahn (2016). The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>.

Autor, D. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives* 29, 3 Summer, 3–30

Bourdeaud'hui, R., Janssens, F., & S., Vanderhaeghe (2019). *Methodologie Vlaamse werkbaarheidsmonitor*. Brussel: SERV-Stichting Innovatie & Arbeid.

Dhondt, S., Kraan, K.O., & I., Eekhout (2021a). Analyse WBM vanuit drie perspectieven. Selectie items en constructen. Leuven: KU Leuven, Paradigms 4.0 project.

Dhondt, S., Eekhout, I., Kraan, K.O., Goudswaard, A., & T. Zoomer (2021b). Predictieve waarde van drie methoden om de toekomst van banen te schatten op basis van de Werkbaarheids-monitor. Leuven: KU Leuven, Paradigms 4.0 project.

Dhondt, S., Eekhout, I., & K.O., Kraan (2021c). Paradigms 4.0. Predictieve waarde van drie methoden om de toekomst van banen te schatten met de EWCS. Leuven: KU Leuven, Paradigms 4.0 project.

Foster-Johnson, L., & J.D., Kromrey (2018). Predicting group-level outcome variables: An empirical comparison of analysis strategies. *Behav Res* 50, 2461–2479. <https://doi-org.vu-nl.idm.oclc.org/10.3758/s13428-018-1025-8>.

Frey, C.B. & M. Osborne (2013). *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?* Oxford: Oxford Martin School.

Frey, C.B. & M. Osborne (2017). The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization? *Technological Forecasting & Social Change* 114 (C), 254-280.

Heald, S., Smith, A., & D. Fouarge (2020). Labour market forecasting scenarios for automation risks: Approach and outcomes. Maastricht: Technequality project (Deliverable D1.4; version 2.0)

Kuipers, H., Van Amelsvoort, P., & E.- H., Kramer (2020). *New ways of Organizing. Alternatives to bureaucracy*. Leuven: ACCO

Nedelkoska, L. & G. Quintini (2018) Automation, skills use and training. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 202, Paris: OECD Publishing. <https://dx.doi.org/10.1787/2e2f4eea-en>

Perez, C., & T. Murray Leach (2021). Technological revolutions: which ones, how many and why it matters: a neo-Schumpeterian view. Historical Background Paper WP7 - D7.1 (H2020 Beyond4.0 project). Londen: IIPP-UCL.

Pfeiffer, S., & A. Suphan (2015) The Labouring Capacity Index: Living Labouring Capacity and Experience as Resources on the Road to Industry 4.0., Working Paper 2015#1. Hohenheim: University of Hohenheim.

Summary

Predictive value of three methods for estimating the future of jobs based on the Flemish Workability Monitor (WBM)

Central question

Industry 4.0 technology (robots and artificial intelligence) will have a significant impact on the content of work and the scope of employment, according to Frey and Osborne (2013/2017). Nedelkoska and Quintini (2018) refined Frey and Osborne's method and applied it to the PIAAC survey data⁵. Frey and Osborne predict that only those professions with sufficient creative and social skills will survive the technological revolution. Industry 4.0 technology will see the disappearance of manual tasks and tasks that require somewhat repetitive or procedural knowledge. Nedelkoska and Quintini correct that picture, indicating that especially the middle groups (in salary, in skill level) will lose their jobs. They expect a strong polarisation in the labour market. Not everyone agrees with these conclusions and the approach (see Autor, 2015; Perez & Murray Leach, 2021). Pfeiffer and Suphan (2015) criticise the methodology and indicate that the 'tacit skills' in occupations better predict what will happen in occupations. They develop the concept of Labouring Capacity for this purpose. Professions with a higher 'labouring capacity' (autonomy, responsibility, learning content) will eventually do better than professions with a low 'labouring capacity'. Pfeiffer and Suphan expect that technology will mainly make manual work disappear. Technology is less able to automate thinking, mainly because of those 'tacit skills'.

In the SBO project Paradigms4.0, we use the **Workability Monitor (WBM)** of the Social and Economic Council of Flanders (SERV) to investigate the predictive value of these two approaches. The Workability Monitor is a measurement system consisting of a three-yearly, large-scale survey of employees and self-employed entrepreneurs about (developments in) perceptions of work, the quality of jobs and risks to workability. Indicators derived from the WBM are the result of an agreement between Flemish social partners and the Flemish Government. These indicators help to develop several medium-term agreements between the mentioned actors to improve Flemish workplaces.

As an additional touchstone for the research, we have developed the Modern Sociotechnical-index. Modern Sociotechnology (MST) is a systems theory that prescribes how organisations should be set up based on the balance between the quality of the work in occupations and the performance of organisations (Kuipers et al., 2020). The MST itself does not predict what the size of employment should be in the future. As Perez and Murray Leach (2021) point out, the MST is a non-deterministic view of the development of occupations and technology.

In this article, we investigate how we can visualise the predictive value of the three methods and whether we can compare the results. The outcome of this comparison is essential because it allows us to determine **whether and how the WBM can be used to make future predictions about the labour market effects of Industrie4.0 technology in Flanders**. An additional question is what the value of the MST approach

⁵ Programme for the International Assessment of Adult Competences (OECD); <https://www.oecd.org/skills/piaac/>

is for analyses of labour market developments. Extensive results of this research are included in Dhondt et al. (2021b).

Method

We apply a **forecasting method** in which we try to predict today's situation based on past survey results. We follow the same methodology as Artzn et al. (2016), Nedelkoska and Quintini (2018) and Heald et al. (2021) to make forecasts based on results of recent employee surveys. However, we now choose a date in the past and see to what extent the real development of an occupational group is in line with the predictions. We hereby also assume that the Industry 4.0 technology that Frey and Osborne are looking at was already present in the past. It is possible that in our measurements (from 2004 onwards), this technology is not yet as widespread as Frey and Osborne expect it to be in the future. We apply some checks to take this observation into account.

Data. For this study, we limit ourselves to the survey results of the WBM in 2004 (n=9784), 2007 (n=9203), 2010 (n=8557), 2013 (n=15269), 2016 (n=10880) and 2019 (n=12732), and the Labour Force Survey data for Flanders 2004-2019 (Eurostat). The WBM survey material was made available to us by the SERV. We are aware that the three methods can only be partially reproduced with the variables of the WBM (Dhondt et al., 2021a). Frey and Osborne use thirteen variables for their construct of 'engineering bottlenecks', three of which cannot be reproduced with the WBM (literacy skills, numerical skills, ICT skills). For seven variables, the items change over time so that multiple constructs were needed (client communication, intrapersonal competency, learning, technical competency, problem-solving, information processing). For the remaining variables, the WBM offers stable and sufficient items (physical skills, planning, high level communication, creativity/entrepreneurship). The Labouring Capacity Index has a more complex construction in which items are aggregated into three blocks of variables. In total, 17 separate variables are needed. The LCI is then a product of these separate blocks. There are two constructs for which there are no items in the WBM: eye on different processes, structural complexity. For one construct (communicate with other people in your occupational activity), three alternative measures are possible. For the MST index, the four aggregates (executive tasks, regulating tasks, preparatory and supporting tasks) can be operationalised well with the WBM. The construct 'completeness' is a composition of executive, preparatory and supporting tasks).

A limitation of the WBM is that data are only available for six occupational groups: manager/executive, middle managers and professionals, white-collar workers, skilled workers, unskilled or semi-skilled workers, care or education workers.

Variables. The core variables for the analyses are the following:

- The **index score** (automation probability, based on aspects of the job content for the FO, LC and MST) per occupational group for the measurement. FOI is a logistic regression of the eleven variables that operationalise three engineering bottlenecks. The only bottleneck that has been operationalised to a limited extent is 'perception, manipulation' for which we only have the measure of physical skills. The LCI is a product of the averages of the constructs 'situation-specific handling of complexity', 'situation-specific handling of complexity' and 'situation-specific unpredictability', with the 'relevance of acquiring experience for practising the occupation'. For a detailed overview, we refer to Dhondt et al. (2021a). We have calculated the index scores for the different years of the WBM (e.g.: for the Labouring Capacity scores: LCI2004, LCI2007, LCI2010 etc.). These indices give us a picture of what expectations exist at different points in time about the possible development in the size of occupational groups. For example, specific circumstances in 2004 may have influenced the LCI (and other) scores. Subsequent years of the indices will help to make the results more robust.

- The size of each occupational group in subsequent years as a **percentage shift** from the first measurement. The data of the Eurostat Labour Force Survey (LFS) for Flanders are linked to the WBM. The LFS provides us with insight into the (real) development of the occupational groups. To make that link possible, we need to connect the population frequencies that the LFS provides at the level of occupational groups and sectors. However, the WBM provides a limited classification of jobs and sectors. These classifications are also not linked to the common ISCO and NACE classifications so that we have to work with results that are not fully comparable between all years. To connect the WBM-data to the LFS, we looked for a face-to-face overlap between ISCO-1 and the six occupational groups used in the WBM. We have done the same for the NACE codes with the 14 sectors provided by the WBM. This approach helps to take into account the adjustments in ISCO (2008) and NACE over the years. When linking, we first set up time series with absolute frequencies per year. The problem with absolute numbers is that the size of the groups is very different, and the absolute differences in size weigh on the comparisons. Therefore, we look at proportional differences between the occupational groups where we relate the development in the absolute size of an occupational group from a starting year (e.g. 2004) to the size in 2019 (see Figure 1).
- The WBM has some indicators on **technology** (machine use, computers), but only for the 2004, 2016 and 2019 waves). We only use this material for the separate analysis of the MST-scores.

Time, the index and the interaction between time and the different indices are the independent variables, depending on the model we test.

Analyses. The forecasting method starts with an index score for the Frey and Osborne Index (FOI), Labouring Capacity Index (LCI) or MST-index for the first wave of the WBM (2004). Depending on the score of an occupation on the index, we expect a larger or smaller size of an occupational group in the long run: in other words, if an occupation A scores were higher on the LCI than occupation B in 2004, then we expect the occupation A to grow more strongly than occupation B. Next, we compare the predictive strength of the LCI model with the other models (FOI and MST). Our analyses consist of a multilevel and longitudinal component. In the study, we look at how much the index of variance explains the development of the occupational group size. The index in a year estimates the automation probability per occupational group and the differences between the occupational groups. We evaluate the proportional difference in size per year compared to the LCI year, the reference year. This difference is reflected in the **interaction coefficients**. The coefficients indicate how much the increase in an occupational group is if the LCI (or other index) increases by 1%. It is in this difference in automation probabilities that we are interested.

The **multilevel analysis** links survey results measured at the individual level with LFS data measured at the group level. The analyses are done on a dataset with the occupational group per year as a unit. This approach means a micro-macro data situation where the dependent variable is measured at a higher level than the independent variables. Our data provides us with an average per occupation divided by the number of persons per year per occupational group. The consequence is that all variation *within* an occupational group is eliminated. Such an analysis with a limited number of occupational groups, as available in the WBM, is only justified in the case of a high intraclass correlation (ICC) (i.e. intra-function correlation of function group). Foster-Johnson and Kromrey (2018) indicate that this method is suitable for micro-macro analysis⁶. More occupations would have been more desirable for the analysis, but the WBM does not allow this.

We examine several models in which the relationship between the proportional change in the size of an occupational group is included as a dependent variable in the multilevel analyses. If we test **longitudinally** over time, two models come into play:

⁶ See: Foster-Johnson, L. & Kromrey, J.D. (2018). Predicting group-level outcome variables: An empirical comparison of analysis strategies. *Behav Res* 50, 2461–2479. <https://doi-org.vu-nl.idm.oclc.org/10.3758/s13428-018-1025-8>.

- Model 0: a longitudinal model (multilevel-model with a random intercept for 'type of job') with the proportional change in size as the dependent variable and time as the independent variable.
- Model 1: a longitudinal model (multilevel-model with a random intercept for 'type of job') with the proportional change in size as the dependent variable and the interaction between index and time as the independent variable.

Model 1 shows the relationship between the index and the proportional change over time. The comparison of the R^2 of model 1 with model 0 shows how much the index explains the variance in proportional change. If we test longitudinally at 2019, we get a model for the proportional difference in growth from the reference year to 2019. The model includes the index as an independent variable. The explained variance then shows how much the index explains the proportional growth in 2019. R^2 is the explained variance of the fixed effects of this total model. The magnitude of R^2 indicates the strength of the LCI model. The R^2_{delta} is the difference in the explained variance of the model with the index versus the model without the index. This R^2_{delta} is the residual variance that shows how strongly the index ultimately explains the development of the size of the occupational group. We are mainly interested in this last indicator.

Several **robustness checks** are performed. First, we repeat the analyses for the different measurements to check how stable our results are. Importantly, Frey and Osborne and Pfeiffer and Suphan assume that their indices are stable estimators of the automation probabilities. A second test we perform is to omit one of the occupational groups. We know (see Figure 1) that the occupational group manager/executive shows a special turnover. This is mainly due to the reclassification of the occupational group in the ISCO lists⁷. The LFS data for 2010 and 2011 clearly shows this trend change. Therefore, we will redo the calculations by omitting this occupation.

Results

Proportional development of employment

The LFS gives precise indications for the size of the occupational groups in Flanders for each year in the past 20 years. The test examines how the occupation size evolves for the different cohorts (e.g. cohort FOI2004). To perform the test, we focus the analysis on the relative size of the occupational groups compared to each other. The FOI and LCI predict that specific occupations have a higher automation probability than others. Figure 1 shows how employment in Flanders for the various occupational groups developed in relative terms between 2004 and 2019.

⁷ We know that with the change from ISCO-88 to ISCO-08, several occupations were separated from the main management occupation. There are fewer people classified as management in ISCO-08. To know where those managers have gone, Eurofound gives us the best information as they have kept both codes in their EWCS survey of 2010. It can be seen that around 20% of the managers from ISCO-88 have moved to *Service and Sales Personnel* in the ISCO-08. The remaining reclassifications are marginal. See: <http://www.harryganzeboom.nl/isco08/qa-isco-08.htm>.

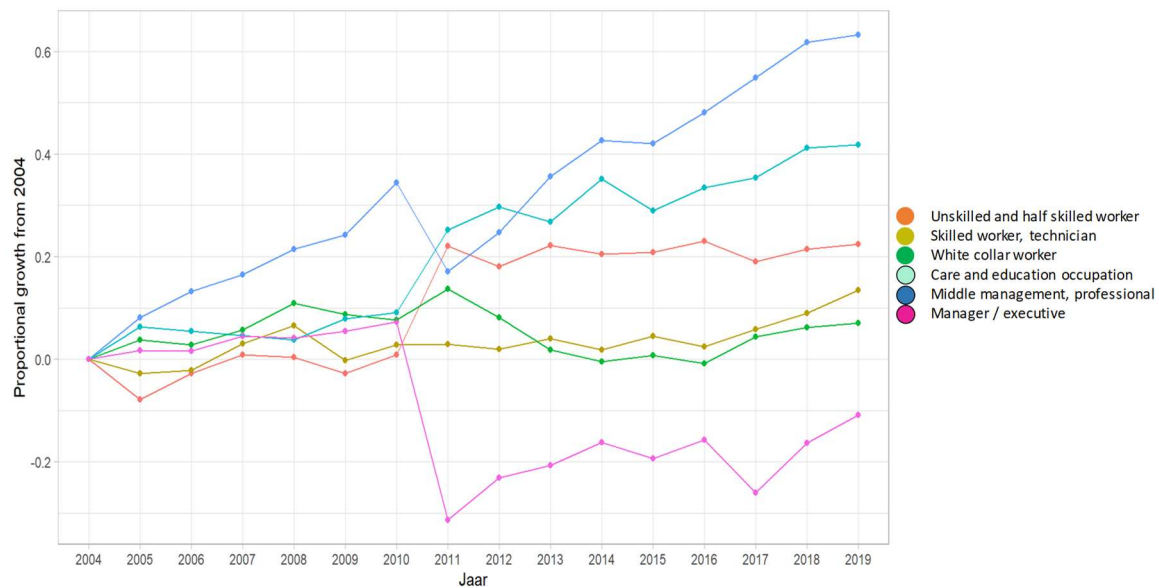


Figure 1. Overview of the percentage change in the size of the various occupational groups, based on the reference year 2004. (Source = LFS).

Figure 1 shows that, despite Frey and Osborne's prediction, employment in Flanders has only increased over the past twenty years. The only occupational group that shows a decline is manager/executive. This decline is partly due to reclassification in ISCO starting in 2008 (and the LFS from 2011). In 2019, the percentage of middle management or professionals had increased by 60% in comparison to the situation in 2004, and the percentage of executives has decreased by 10%. In the longest time series (from 2004), professionals or middle managers are the biggest growers. White collars show a steady decline in size after 2011, but see renewed growth after 2016.

Predictive value of the methods for the whole population

Our results are influenced by the ISCO reclassification of occupational groups in the LFS. Therefore, we show results for the **whole population** and results excluding **the manager/executive occupational group for which the reclassification had the largest impact**. Table 1 gives an overview of the predictive power of the three models for the whole population, table 2 for the whole population minus manager/executive. For the different measurement years, we juxtaposed the following measures:

- *Effect size*: we calculate the correlation between the different indices in a measurement year with the dependent measure, the change in proportional size of the occupational groups as observed in 2019. We calculate the effect size by dividing the coefficient by the standard deviation of the occupational group size in the reference year. Next to significance of the effect, the direction of the effect (the estimate) is also important.
- R^2 is the explained variance of the fixed effects of the entire model (with all variables and interactions).
- R^2_{delta} : is the difference in the explained variance of the model with index versus the model without index. The size of R^2_{delta} indicates the strength of the chosen model. This measure shows what the FOI, LCI and MST scores yield as residual explanations.

Table 1. Comparison of effect sizes of proportional change and explained variance in multilevel-models for FOI, LCI, MST score) (green cell: significant, $p < 0.05$; **: $p < 0.10$; n.s. = not significant)

	FOI			LCI			MST-score		
	Estimate	R ²	R ² delta	Estimate	R ²	R ² delta	Estimate	R ²	R ² delta
2004-19	-0.130 (n.s.)	11.8%	1.6%	0.287 (n.s.)	11.9%	1.7%	-0.129 (n.s.)	14.8%	4.6%
2007-19	0.127 (n.s.)	11.3%	4.5%	-0.128 (n.s.)	12.7%	5.9%	-0.435 (n.s.)	21.5%	14.7%
2010-19	0.627 (n.s.)	21.6%	17.1%	-0.403 (n.s.)	21.2%	16.6%	-0.682 (n.s.)	40.1%	35.5%
2013-19	-0.611**	50.7%	21.6%	0.515	54.3%	25.3%	0.408**	44.9%	15.9%
2016-19	-0.164 (n.s.)	32.4%	1.4%	0.149 (n.s.)	32.4%	1.3%	0.002 (n.s.)	34.7%	3.7%

The table shows that for the WBM waves of 2004, 2007, 2010 and 2016, the MST model has the highest R² delta. However, the estimates only go in the right direction in 2013 and 2016. The LCI and the FOI do not differ that much in explanatory power. The MST score appears to say more about how occupations develop than the other two indices (except for 2013-2019). The fact that the MST score has a higher explanatory power in most years than the FOI and the LCI makes it clear that these two models are at least incomplete in their explanatory power. Of all the rows in the table, the one in 2013 is the most interesting: here, there is no methodological break in the trend and the period is relatively long. In this comparison, the LCI emerges as the best predictor.

Predictive value of the methods for the population without a framework or management

Table 2 summarises the results of the analysis of the WBM without the manager/executive occupational group.

Table 2. Comparison of effect sizes of proportional change and explained variance in multilevel-models for FOI, LCI, Organisation (MST score) without manager/ executive occupational group (green cell: significant, $p < 0.05$; **: $p < 0.10$; n.s. = not significant)

	FOI			LCI			MST-score		
	Estimate	R ²	R ² delta	Estimate	R ²	R ² delta	Estimate	R ²	R ² delta
2004-19	-2.387 (n.s.)	50.5%	23.5%	1.811**	58.2%	31.3%	1.781 (n.s.)	53.9%	27%
2013-19	-0.908	82.4%	53.8%	0.698	84.1%	55.5%	0.756	82.7%	54.1%
2016-19	-0.328 (n.s.)	58.3%	19.2%	0.270 (n.s.)	55.4%	16.2%	0.350 (n.s.)	67.5%	28.3%

We see the R² delta rising sharply. Again, the FOI does not do better than the LCI and the MST scores. Again, the figures differ between the different measurements. Finally, we see that in the last measurement, the figures deteriorate again.

Results MST-perspective

The MST-perspective has been used as an alternative to the FOI and the LCI. The basic reasoning is twofold: more factors influence the development of occupations over time (see Autor, 2015), and the position of an occupation in the division of labour influences the content of the occupation (Kuipers et al., 2020). If the division of labour does not change over the years, then the tasks in the occupational groups also remain largely the same. This MST perspective does not say much about the size of jobs in the future but rather about the allocation of tasks within companies and how skills will ultimately emerge and develop. The division of labour must also be considered in conjunction with HR systems and HR measures. Our starting point is that it is not technology that causes upskilling, polarisation and/or downskilling, but that companies themselves make all kinds of decisions in this area for all kinds of reasons.

The first result is that we see that in the period 2004-2019, the **task content of jobs has changed little and that the relationships between jobs have remained largely stable**. Figure 2 shows this stability between and within jobs for the period 2004-2019 for the organisational variables 'completeness' and

'control tasks'. We select the industrial sector and establishments with 10 or more employees (establishment information).

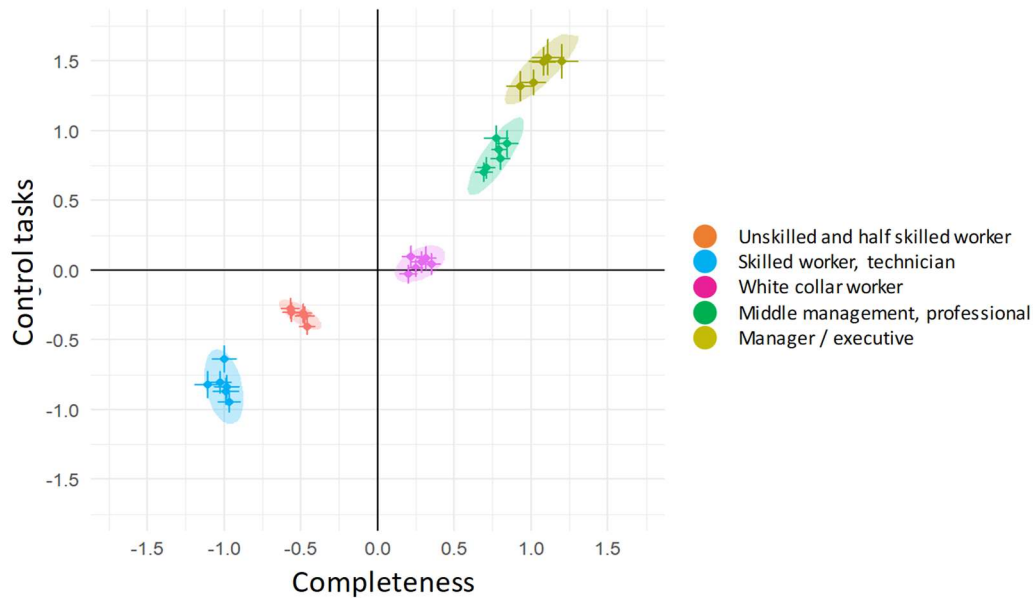


Figure 2. WBM - industry (10+ employees): Distribution of occupational groups on the scales completeness and control tasks (2004-19). (x-axis = completeness)

Although measured to a limited extent in the WBM, technology does not change this division of tasks and occupations much.

The second result concerns what we see in terms of **development within jobs**. Given that, on average, the occupational groups do not show any development in completeness and control tasks over time, the question is what we see when we distinguish those employees within these occupational groups with high scores for completeness and with control tasks. If we compare this selection with the other employees, we see that the size of the selected workers shows a limited development over time. Table 3 shows the results.

Table 3. Development in the percentage of employees per occupational group with complete and control tasks: % persons above 50% scale scores complete and control tasks (Source: WBM: 2004-2019).

	2004	2007	2010	2013	2016	2019	
Unskilled or semi-skilled workers							
% >	[17,1%]	[15,1%]	[12,9%]	[20,7%]	[16,5%]	[17,7%]	B (β) p
50%	14,5%	16,0%	15,7%	15,3%	15,4%	17,5%	+0,4% (+0,02)
Skilled workers, technicians							
% >	[19,1%]	[15,6%]	[13,1%]	[22,9%]	[13,8%]	[15,5%]	B (β) p
50%	26,9%	28,9%	26,3%	27,2%	28,0%	27,0%	-0,05% (-0,002)
White-collar workers							
% >	[14,8%]	[13,0%]	[12,9%]	[23,8%]	[16,4%]	[19,2%]	B (β) p
50%	30,5%	30,1%	31,9%▲	28,9%	29,2%	28,7%	-0,4% (-0,02)▼
Care or education workers							

%	>	[12,8%]	[11,6%]	[11,4%]	[23,2%]	[18,9%]	[22,2%]	B (β) p
50%		32,7%▲	34,3%▲▲▲	33,3%▲▲	30,2%	26,9%▼▼▼	26,4%▼▼▼	-1,7% (-0,06)▼▼▼
Middle managers or professionals								
%	>	[12,5%]	[12,5%]	[11,4%]	[22,4%]	[18,6%]	[22,6%]	B (β) p
50%		70,5%▲	70,2%▲	73,5%▲▲▲	68,9%	64,4%▼▼	62,6%▼▼▼	-1,9% (-0,07)▼▼▼
Executive or managers								
%	>	[14,5%]	[12,8%]	[11,8%]	[22,7%]	[17,7%]	[20,6%]	B (β) p
50%		92,3%	91,3%	93,2%	93,1%	90,4%	90,2%	-0,4% (-0,03)

Note. Percentages are column percentages and were tested using the Pearson χ^2 test (horizontal comparisons). Contrast is subgroup vs 'rest' (weighted deviation contrast). ▲ and ▼: $p < 0.05$, ▲▲: $p < 0.01$, ▲▲▲: $p < 0.001$, significantly high (low) percentages (two-sided). Trend analysis: B = unstandardised linear regression coefficient = average increase/decrease per interval (β = standardised linear regression coefficient) p = significance.

About 14% to 17% of the unskilled or semi-skilled workers are in a situation where they have more control over their work situation. For the other executive employees, this varies between 26% and 34%. These percentages show that organisations are able to create different work situations. In the care and education occupations and middle management occupations/professionals, there has been a significant decrease in the percentage of employees with complete plus regulating tasks, especially since 2010.

We are not able to analyse the relationship between occupations within the same organisational context. However, it is relevant that employees with high completeness and regulating tasks systematically score higher on all kinds of workability dimensions than their colleagues. Figure 3 shows the comparison for the workability dimension 'problematic learning opportunities'.

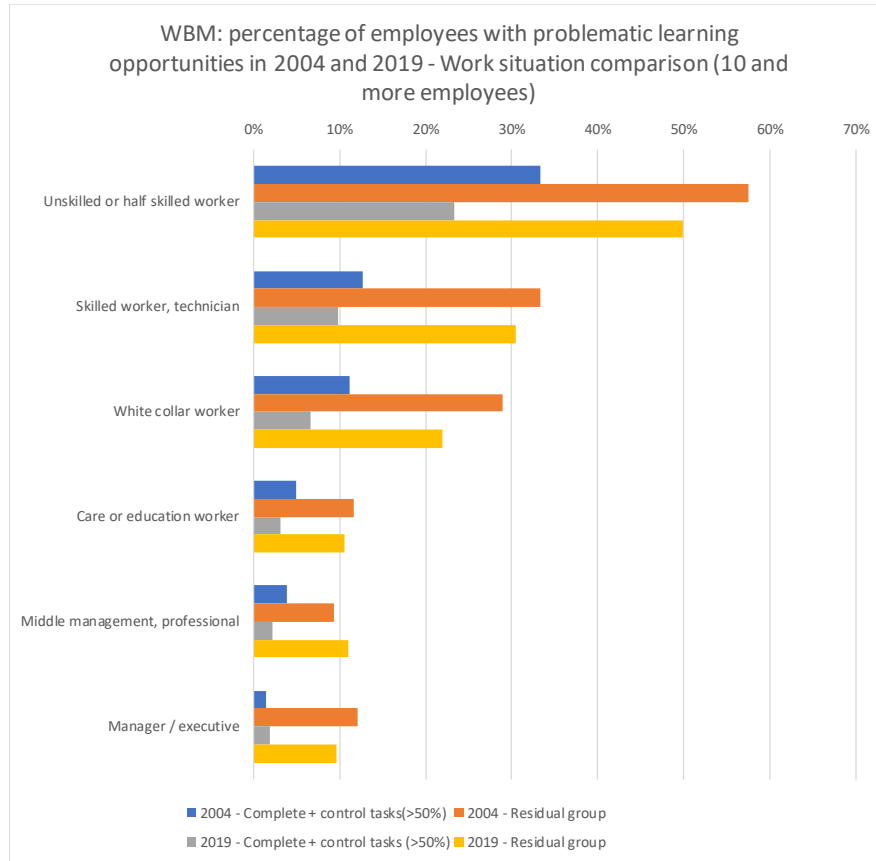


Figure 3. Percentage of employees with problematic learning opportunities in the WBM. Comparison between occupational groups with more or less complete/control tasks between 2004 and 2019; establishments with 10 or more employees.

Figure 3 compares the "problematic learning opportunities" for both 2004 and 2019 for all occupational groups with more completeness and control tasks. The occupational profiles with more completeness and control tasks score statistically significantly lower (=better learning opportunities). The differences between occupational groups are particularly significant for learning opportunities.

It is the context that causes important differences in the execution of the work. We do not see whether these employees with more possibilities also work in conjunction with other employees with more or less possibilities. We are still left with the question of whether there is a balance in control possibilities within an organisation (is the gain in one occupational group the loss of control in another?) or whether there are more possibilities for everyone.

The final result from the analyses is that the **development opportunities and advancement possibilities are not the same for all education levels in the different occupational groups**. First of all, we see that for most occupations higher levels of education are now required. The WBM does not show any real change in the content of the work. Companies have however shifted the educational requirements upwards for all occupational groups. Employees with no or very low levels of education are offered fewer and fewer opportunities for development. The WBM shows that this shift has not been accompanied by greater inequality in contract forms, unemployment risks, and training opportunities in Flanders. Probably the powerful trade unions in Flanders are responsible for managing these impacts.

Conclusions and discussion

Our general conclusion is that the explained variance in occupational growth of the different methods fluctuates over time and, in the best situation (2013), explains at most about 35% of the variance in percentage change in the size of occupations. The FOI does not show a higher predictive value compared to the LCI and the MST score. The overall predictive value of the three indices is limited. The exclusion of the manager/executive group increases the explained variance but poses a theoretical problem: management is precisely the occupational group with the most room for manoeuvre in their work. We do not think it is sensible to exclude them from the analysis. What is more, both the FOI and the LCI are unable to explain why the size of the various occupations has increased in the period 2004-2019, also in the industry. On the contrary, we would have expected a contraction in the size of some occupations. That a model like MST is able to explain more variance is also not good news for the FOI and LCI.

The question is whether our analytical approach does injustice to the FOI and the LCI. The operationalisation of the methods using the WBM may be too limited. Another point is that the FOI was developed in the period 2010-2013. The measurement material of Frey and Osborne (2013) is the O*NET-2010. The follow-up studies by Arntz et al. (2016) and Nedelkoska et al. (2018) focus on the PIAAC 2013. Our research material is the WBM2004-2019. We cover at least to a large extent the period over which Frey and Osborne make predictions. Even if it were the case that the period 2004-2010 is wrongly included in the comparison, the predictive value of FOI and LCI improves only in 2013. After that wave, the predictive value deteriorates again. Does the limited occupational classification of the WBM (only six occupational groups) play a role in our results? We expect that this is not the case. We will study the EWCS (Eurofound) to test this hypothesis (Dhondt et al., 2021c).

We also note that Frey and Osborne only make long-term predictions, not short-term predictions, as included in this report. That could explain why we see nothing now. In the study by Heald et al. (2020), calculations were made for 2050 and 2075. Apart from the fact that this is very long term and we wonder how relevant it is for the current labour market policy, our analysis shows that this reasoning is more problematic in the long term. The MST scores should not have shown this effect now. The MST scores are likely to remain stronger than the FOI and LCI. Furthermore, in the work context measured by the WBM, there is indeed a shift in technology use. The separate analysis of the MST approach shows that, although we have little information on that technology, the impact of technology is low.

Our overall view is that a different approach is needed to understand what is going to happen in jobs, both in terms of scope (see Autor, 2015) and content.

The final conclusion of our analysis of the MST approach is that the situation of an employee is strongly dependent on the place it occupies in the division of labour in jobs. In the past, it was possible to move more easily between occupational groups; at least, that is what it seems like. Occupational groups appear to have stable sets of tasks. Technology, insofar as the WBM provides information about it, does not change that much in these task sets.

References

Appelbaum, E., Bernhardt, A., & R.J., Murnane (eds). (2006) *Low-Wage America: How Employers Are Reshaping Opportunity in the Workplace*. New York: The Russell Sage Foundation Case Studies of Job Quality in Advanced Economies.

Arntz, M., Gregory, T., & U., Zierahn (2016). The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 189, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>.

Autor, D. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives* 29, 3 Summer, 3–30

Bourdeaud'hui, R., Janssens, F., & S., Vanderhaeghe (2019). Methodologie Vlaamse werkbaarheidsmonitor. Brussel: SERV-Stichting Innovatie & Arbeid.

Dhondt, S., Kraan, K.O., & I., Eekhout (2021a). Analyse WBM vanuit drie perspectieven. Selectie items en constructen. Leuven: KU Leuven, Paradigms 4.0 project.

Dhondt, S., Eekhout, I., Kraan, K.O., Goudswaard, A., & T. Zoomer (2021b). Predictieve waarde van drie methoden om de toekomst van banen te schatten op basis van de Werkbaarheids-monitor. Leuven: KU Leuven, Paradigms 4.0 project.

Dhondt, S., Eekhout, I., & K.O., Kraan (2021c). Paradigms 4.0. Predictieve waarde van drie methoden om de toekomst van banen te schatten met de EWCS. Leuven: KU Leuven, Paradigms 4.0 project.

Foster-Johnson, L., & J.D., Kromrey (2018). Predicting group-level outcome variables: An empirical comparison of analysis strategies. *Behav Res* 50, 2461–2479. <https://doi-org.vu-nl.idm.oclc.org/10.3758/s13428-018-1025-8>.

Frey, C.B. & M. Osborne (2013). The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization? Oxford: Oxford Martin School.

Frey, C.B. & M. Osborne (2017). The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization? *Technological Forecasting & Social Change* 114 (C), 254-280.

Heald, S., Smith, A., & D. Fouarge (2020). Labour market forecasting scenarios for automation risks: Approach and outcomes. Maastricht: Technequality project (Deliverable D1.4; version 2.0)

Kuipers, H., Van Amelsvoort, P., & E.- H., Kramer (2020). *New ways of Organizing. Alternatives to bureaucracy*. Leuven: ACCO

Nedelkoska, L. & G. Quintini (2018) Automation, skills use and training. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 202, Paris: OECD Publishing. <https://dx.doi.org/10.1787/2e2f4eea-en>

Perez, C., & T. Murray Leach (2021). Technological revolutions: which ones, how many and why it matters: a neo-Schumpeterian view. Historical Background Paper WP7 - D7.1 (H2020 Beyond4.0 project). Londen: IIPP-UCL.

Pfeiffer, S., & A. Suphan (2015) The Labouring Capacity Index: Living Labouring Capacity and Experience as Resources on the Road to Industry 4.0., Working Paper 2015#1. Hohenheim: University of Hohenheim.

1. Inleiding⁸

1.1 Doelstelling van dit rapport

Het Strategisch Basis Onderzoek (SBO)-project Paradigms4.0 onderzoekt hoe de toekomst van het werk in Vlaanderen er zal uitzien als Industrie4.0-technologieën worden geïmplementeerd. Industrie4.0-technologieën omvatten data-gerichte technologieën (Big Data), flexibele robottechnologie (o.a. cobots) en Artificiële Intelligentie (AI). In combinatie met bestaande technologie moeten deze Industrie4.0-technologieën de Vlaamse industrie een productiviteitsboost geven. Er is ondertussen veel onderzoek uitgevoerd naar de mogelijkheden van de technologieën en wat deze technologieën zullen betekenen voor de arbeidsmarkt. Het meeste van dit soort onderzoek wordt samengebracht onder het label 'Future of Work'. In dit rapport kijken we naar **hoe de Werkbaarheidsmonitor kan helpen om in beeld te brengen wat er feitelijk gebeurt op de arbeidsmarkt en om het instrument zelf een toekomstgericht instrument te laten zijn**⁹. De Werkbaarheidsmonitor (WBM) is een vragenlijst waarmee breed naar risico's voor werkbaarheid wordt gespeurd. De vragenlijst is afgenomen bij een representatieve staal van werkenden in Vlaanderen. In totaal zijn er zes metingen geweest: 2004, 2007, 2010, 2013, 2016 en 2019. Over de jaren heen is de vragenlijst op een beperkt aantal plekken aangepast.

De meeste benaderingen over de toekomst van werk kijken eigenlijk niet echt naar de ontwikkeling in technologie zelf. Ze kijken vooral naar de inhoud van het huidige werk en maken toekomstvoorspellingen op basis van verwachtingen over de samenstelling in taken. In dit rapport kijken we **naar drie 'methoden'** zoals uitgezet in het tekstkader:

Tekstkader 1 – Drie methoden om de toekomst van werk te voorspellen

De eerste methode is die van Frey en Osborne (2013, 2017). Zij verwachten massawerkloosheid als gevolg van Industrie4.0-technologieën, waarbij alleen die beroepen met een grote interne vrijheid (veel sociale en creatieve taken) zullen 'overleven'. Zij geven aan dat sociale en creatieve taken, een indicatie voor 'engineering bottlenecks' vormen. De voorspellingsmethode van Frey en Osborne is een *expert judgement* en *extrapolatie* op basis van die beoordeling door experts. De methode van Frey en Osborne is niet repliceerbaar, maar er zijn goede benaderingen van hun methode. Arntz et al. (2016) en Nedelkoska et al. (2018) koppelen aan die conclusie van massawerkloosheid nog het perspectief dat de toekomst er één van grote polarisering zal zijn waarbij aan de ene kant banen met simpele taken overleven en aan de andere kant banen met een complexe arbeidsinhoud blijven bestaan. Technologie erodeert de kansen van de middengroepen. De methodologie die deze twee laatste auteurs gebruiken, baseert de voorspellingen op surveymateriaal (PIAAC, Britse Skills and Employment Survey) waarbij de 'engineering bottlenecks' worden afgeleid van specifieke items die sociale en creatieve taken weergeven. De essentie is dat de auteurs hele specifieke items selecteren die zij typisch vinden voor banen die in de toekomst overleven.

⁸ Dit rapport is Deliverable D1.2 Peer-reviewed article on actual skill development in Flanders using new framework. De uitgebreide samenvatting zal als artikel worden aangeboden aan een tijdschrift.

⁹ Voor dit onderzoek is gebruik gemaakt van de SERV-databank 'Vlaamse Werkbaarheidsmonitor'. De interpretatie van deze data is volledig de verantwoordelijkheid van de auteurs. We willen hier de SERV danken voor de mogelijkheid die ze ons hebben geboden om de WBM2004-2019 te gebruiken en om de correctheid van het gebruik na te gaan.

Methode 2 is de 'Labouring Capacity Index (LCI)', zoals ontwikkeld door Pfeiffer en Suphan (2015). Pfeiffer en Suphan (2015) bekritiseren de methodiek van Frey en Osborne en geven aan dat de 'tacit skills' in beroepen een betere voorspeller zijn voor wat in beroepen zal gebeuren. Zij ontwikkelen daarvoor het concept van Labouring Capacity. Beroepen met een hogere 'labouring capacity' (autonomie, verantwoordelijkheid, leerinhoud) zullen het op termijn beter doen dan beroepen met een lage 'labouring capacity'. Pfeiffer en Suphan verwachten dat technologie vooral handmatig werk zal laten verdwijnen. Technologie slaagt er minder in om het denkwerk te automatiseren, voornamelijk vanwege die 'tacit skills'. De LCI meet met name de 'tacit skills' in een baan die niet te automatiseren zijn. Autor (2015) noemt deze lage automatiseerbaarheid de Polanyi-paradox: wat een simpele taak lijkt, is het helemaal niet.

Methode 3 (de 'organisatiemethode') is gebaseerd op de gedachte dat de toekomst van banen alleen voorspeld kan worden op basis heel wat factoren en omstandigheden. Wat de richting is van de ontwikkeling, dat ligt niet zomaar voor de hand (Perez en Murray-Leach, 2021). Frey en Osborne en Pfeiffer en Suphan berekenen de ontwikkeling in beroepen op basis van de samenstelling van de taken in die beroepen. De aanname die zij allen daarbij hebben, is dat de taaksamenstelling onmiddellijk het gevolg is van veranderingen in de technologische omgeving van dat beroep. De aanname in de derde methode is dat de ontwikkelingen in taken en beroepen afhankelijk zijn van organisatiebeslissingen, waarin soms technologie een rol speelt. We moeten meer zicht hebben op de arbeidsverdeling en de ontwikkeling daarin om in beeld te krijgen hoe de taaksamenstelling in een beroep verandert. De methode laat toe om naar de taaksamenstelling te kijken en daarover voorspellingen te doen, maar voor voorspellingen is dit geen juiste aanpak. In dit rapport kijken we wel naar toekomstvoorspellingen in banen met deze derde methode, maar dit heeft vooral een educatief doel: hoe verhoudt het zich tot de Frey en Osborne-methode en de LCI?

In dit rapport kijken we hoe de WBM gebruikt kan worden om toekomstvoorspellingen te doen over arbeidsmarkteffecten van Industrie4.0-technologie in Vlaanderen, zoals met name Nedelkoska et al. dat met de PIAAC-survey hebben gedaan. Nedelkoska et al. doen een forecasting op basis van meetresultaten uit 2013. Hun voorspellingen betreffen een toekomst over tien jaar en meer. De kwaliteit van de voorspelling onderbouwen ze met verschillende robuustheidstests. In ons onderzoek gaan we anders te werk. We werken met forecasting, maar dan vanuit het verleden. Op basis van de spreiding in de inhoud van het werk (kwaliteit van de arbeid) op specifieke momenten in het verleden, berekenen we schattingsparameters voor kwaliteit van de arbeid. Die parameters willen we dan overzetten op de data van de Labour Force Survey (LFS of Enquête Arbeidskrachten (EAK)) voor Vlaanderen. Als we erin slagen om deze methodologie uit te voeren, dan kunnen we nagaan welke van de voorspellingsmethoden (Frey en Osborne, 2013; Pfeiffer en Suphan, 2015) de meeste voorspellingskracht heeft. Op basis van een afweging van de verschillende voorgenoemde methoden selecteren we de meest optimale methode om toekomstvoorspellingen te maken. Omdat we weten wat de 'toekomst' is, kunnen we nagaan welke van de methoden het best voorspelt. Deze systematiek gaat ervan uit dat de voorspellers van de toekomst (2030 en later) feitelijk ook voor het verleden (2004 naar 2019) valide moeten zijn: dat wil zeggen dat als Frey en Osborne aannamen maken over de toekomst op basis van hun systematiek, en als we die systematiek in 2004 (en later) zouden toepassen, we hun voorspellingen ook in de feitelijke ontwikkelingen op de arbeidsmarkt terug moeten zien. De methoden die we willen toetsen, zijn die zoals toegepast door a) Frey en Osborne (2013, 2017), en b) Pfeiffer en Suphan (2015).

Het **tweede** wat we doen, is een organisatiebenadering voor kwaliteit van de arbeid toepassen op de data van de Vlaamse werkbaarheidsmonitor (WBM), en nagaan in welke mate deze benadering beter toelaat om te voorspellen. De organisatiemethode gaat ervan uit dat de data in de WBM (en andere surveys) feitelijk ook een indicatie geven van de arbeidsdeling die op een bepaald moment in een land (regio) bestaat. In de WBM zijn er trendgegevens over zes functiegroepen die feitelijk in organisaties met elkaar aan het werk zijn: de functies laten enigszins toe zicht te krijgen op de praktijk in arbeidsverdeling in Vlaanderen. Met

name; management/kader laat zich adviseren door professionals; in de uitvoering zijn er verschillende categorieën van bedienden en arbeiders. Het liefste hadden we een meer specifieke indeling van functies, maar die is in de WBM niet beschikbaar. De indeling in functies, als we die koppelen aan de sectorindeling, laten toe om een grove inschatting te maken van de arbeidsdeling. Onze vraag hier is of, en hoe de arbeidsdeling in 2004, 2007, etc. zich heeft ontwikkeld over tijd? Krijgen managers bijvoorbeeld meer of minder autonomie (regelmogelijkheden) over de tijd vergeleken met arbeidersgroepen? Met dit inzicht krijgen we in beeld of er sprake is geweest in de periode 2004-2019 van verschuivingen in de arbeidsdeling. Die verschuivingen helpen ons met het formuleren van voorspellingen hoe het werk zich in Vlaanderen kan ontwikkelen.

1.2 Onderzoeksvragen

In dit rapport beantwoorden we de volgende onderzoeksvragen:

- Wat is de predictieve waarde van de drie methoden (van Frey en Osborne, van Pfeiffer en Suphan en van de door onszelf ontwikkelde organisatiemethode)?
- Hoe sensitief zijn deze methoden?
- Als er verschillen in uitkomsten van de methoden zijn, hoe verklaren we deze?

Specifiek voor de door ons ontwikkelde organisatiemethode hebben we de onderzoeksvraag:

- In welke mate laat deze methode toe om in beeld te brengen hoe de arbeidsmarkt functioneert?

In paragraaf 2.2.4 over de organisatiemethode lichten we deze methode nader toe en formuleren we nog enkele deelvragen.

1.3 Onderzoeksaanpak

Het project is gericht op alle WBM-datasets die er zijn opgebouwd tot en met 2019. We ondernemen de volgende zeven onderzoeksstappen om de datasets te analyseren en de vragen te beantwoorden:

1. In stap 1 maken we **een koppeling van de berekeningsmethoden van Frey en Osborne, van Pfeiffer en Suphan en van de organisatiemethode met de variabelen zoals die beschikbaar zijn in de verschillende WMB-bestanden**. We zijn ons bewust dat die methoden maar deels kunnen worden gereproduceerd met de WBM-variabelen. We peilen wat de impact is van deze ‘onvolledige reproductie’. Tegelijk weten we dat de berekeningsmethoden van Frey en Osborne en Pfeiffer en Suphan, theoretisch ook ‘zwakke’ punten hebben. De operationalisering van deze methoden is tot op zekere hoogte ook beperkt geweest. Ons werk met de WBM kan zeker enkele van de bestaande knelpunten ondervangen. We kijken in welke mate we redelijke schattingsparameters kunnen bouwen.
2. In de tweede stap richten we ons op de **berekening van schattingsparameters (Frey en Osborne Index (FOI); Labouring Capacity Index (LCI))**. Voor de verschillende berekeningsmethoden kunnen we voor de verschillende jaargangen van de WBM-schattingsparameters maken. Een voorbeeld is de ‘Labouring Capacity Index (LCI)’ van Pfeiffer en Suphan (2015). Pfeiffer en Suphan geven aan dat in elke functie er een zekere mate van autonomie en complexiteit aanwezig is die maakt dat een beroep niet eenvoudig is te automatiseren. Een hoge score op de LCI maakt dat een beroep niet zal

worden geautomatiseerd. Voor de zes functieniveaus in de WBM (kader/directie; professional; bediende; middenkader; geschoolde arbeider; ongeschoolde arbeider; zorgmedewerker, onderwijsmedewerker) kunnen we in 2004, 2007 etc., telkens de FOI en de LCI berekenen. Functiegroepen worden specifiek gemaakt door ze te koppelen aan sectorniveau. We zoeken geen groot detail, maar wel het niveau Industrie, Dienstverlening, Publieke sector (voor zover aanwezig).

3. De derde stap is om de **FOI- en LCI-scores te koppelen aan de overeenkomstige cellen in de Enquête Arbeidskrachten** (EAK; Labour Force Survey). De EAK geeft precieze schattingen voor de omvang van de functiegroepen in Vlaanderen voor elk jaar in de afgelopen twintig jaren. We doen dat dus voor de overeenkomstige jaren van de WBM (2004, 2007, etc.).
4. De vierde stap bestaat uit de **berekening van de ontwikkeling in de omvang in de EAK van de functiegroepen per sector, over de tijd heen**. Dus: (1) voor het cohort 2004 kijken we wat de LCI-score is per functiegroep/sector: hoe ontwikkelt zich de groeps grootte in 2005, 2006, 2007 etc. en (2) voor het cohort 2007 starten we opnieuw. We gaan hiermee verder tot de laatste groep in 2016 om de ontwikkeling in de omvang te berekenen.
5. De vijfde stap bestaat uit de **analyse van de resultaten**. Onze onderzoeksvraag is of de methoden van Frey en Osborne en van Pfeiffer en Suphan toelaten om goede voorspellingen te maken van de toekomst. Worden de voorspellingen beter als we datasets in de WBM dichter bij het heden selecteren? De reden om de kortere tijdshorizon te hanteren is dat Frey en Osborne kunnen argumenteren dat nieuwe technologieën waar ze over schrijven, pas na hun artikel (2013) van een invloed zouden zijn op functies. Is er een verschil in de kwaliteit van de berekeningsmethoden? Onze hypothese is dat de waarde van de methoden beperkt zal zijn om het heden te voorspellen en dat de kwaliteit van de voorspellingen niet verbetert met data na 2013.
6. De zesde stap is dat we een **organisatieperspectief op de data toepassen (parallel aan stap 1)**. Dat betekent dat we voor de indeling in functies in 2004, 2007 etc., telkens een berekening maken van het gemiddelde op een reeks kenmerken van arbeidsdeling (autonomie, complexiteit, taakeisen e.d.). Naast de vergelijking van de ontwikkeling in de variabelen zijn we met name geïnteresseerd in de spreiding in de scores op de verschillende momenten: zijn er bijvoorbeeld verschillende clusters van managers te identificeren op elk van de momenten? Hoe ontwikkelen die clusters zich over de tijd? Blijft de arbeidsdeling ‘homogeen’ over de tijd of zien we ontwikkelingen en kunnen we die ontwikkelingen verklaren?
7. Aan het eind, in stap 7, willen we op basis van de uitkomsten van stap 6, en op basis van een **extrapolatie van de EAK-data van de Vlaamse arbeidsmarkt**, nagaan in welke mate het mogelijk is om op basis van de WBM-voorspellingen maken over hoe de arbeidsdeling zich kán ontwikkelen, en wat daar mogelijk drijvende krachten voor zijn.

In dit rapport zullen we deze methodologie nog verder uitwerken en onze keuzen documenteren.

1.4 Opbouw van het rapport

Het rapport bestaat verder uit vijf hoofdstukken. In hoofdstuk 2 lichten we toe welk onderzoeksmateriaal we gebruiken, hoe de verschillende indexen zijn geconstrueerd en hoe we de gekoppelde data van WBM en LFS analyseren (stappen 1, 2, 3 van de onderzoeks aanpak). Hoofdstukken 3, 4 en 5 richten zich respectievelijk op de voorspellende waarde van de LCI-index, de FO-index en de MST-scores (stappen 4 en 5). Elk van die hoofdstukken start met enkele methodologische opmerkingen en volgen telkens dezelfde

analyses: beschrijving van de uitkomsten van de methode, de voorspellingen die mogelijk zijn, robuustheidschecks en visualisaties. Elk van deze hoofdstukken vat aan het eind de belangrijkste bevindingen samen. In hoofdstuk 6 worden nog bijkomende analyses uitgevoerd op de organisatiemethode (stap 6). Hoofdstuk 7 formuleert een antwoord op de onderzoeksvragen.

2. Onderzoeksmateriaal en methodologie

2.1 Data

2.1.1 De Werkbaarheidsmonitor (WBM)

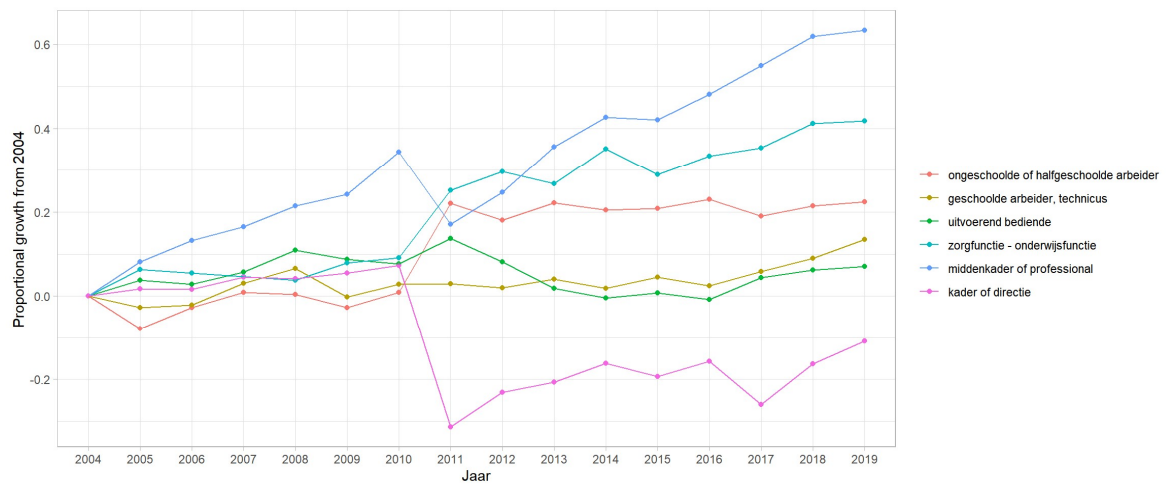
De Werkbaarheidsmonitor is een meetsysteem bestaande uit een driejaarlijkse, grootschalige survey bij werknemers en zelfstandige ondernemers naar de (ontwikkeling in de) werkbeleving en de kwaliteit van de jobs, en uit een afstemming tussen Vlaamse sociale partners en de Vlaamse Regering over indicatoren afgeleid van de WBM. Die indicatoren helpen om een aantal middellange-termijn-afspraken tussen de genoemde actoren te ontwikkelen. Voor dit onderzoek beperken we ons tot de surveyresultaten van de WBM in 2004, 2007, 2010, 2013, 2016 en 2019. Het onderzoeksmateriaal is ons ter beschikking gesteld door de SERV. De methodologie van de WBM is beschreven in Bourdeaud'hui, Janssens en Vanderhaeghe (2019)¹⁰. We gebruiken de WBM voor twee doelstellingen: (1) om de voorspellingen van Frey en Osborne (2013; 2017) en Pfeiffer en Suphan (2015) te onderzoeken, en (2) om de waarde van de organisatiebenadering op basis van de Moderne Sociotechniek (MST) te onderzoeken. In deze rapportage zijn deze deelonderzoeken samengebracht.

2.1.2 De Labour Force Survey (LFS)

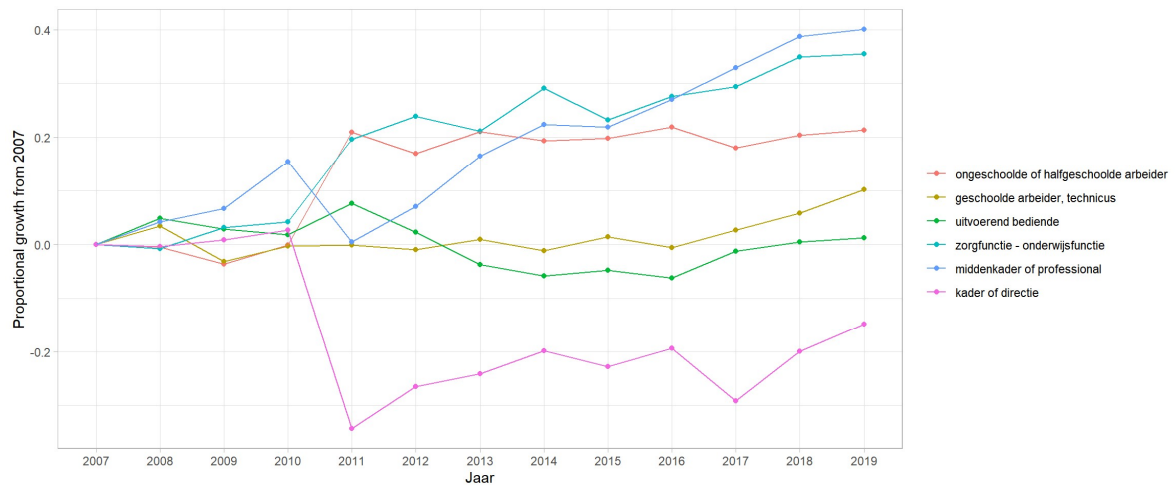
We gebruiken eveneens gegevens voor Vlaanderen van de Labour Force Survey (LFS) van Eurostat gekoppeld aan de WBM¹¹. De LFS levert ons het inzicht in de (reële) ontwikkeling van de functiegroepen. We kijken bij onze analyses naar de samenhang tussen de indexen per methode en de variatie in de LFS-scores over de tijd. Omdat de absolute scores per functiegroep vertekend worden door de omvang van de groepen, geldt de ontwikkeling in proportionele omvang vanaf een specifieke startdatum als uitgangspunt. In onderstaande figuren zijn deze ontwikkelingen weergegeven met telkens een andere WBM-meting als vertrekpunt.

¹⁰ Bourdeaud'hui, R., Janssens, F., & Vanderhaeghe, S. (2019). Methodologie Vlaamse werkbaarheidsmonitor. Brussel: SERV-Stichting Innovatie & Arbeid.

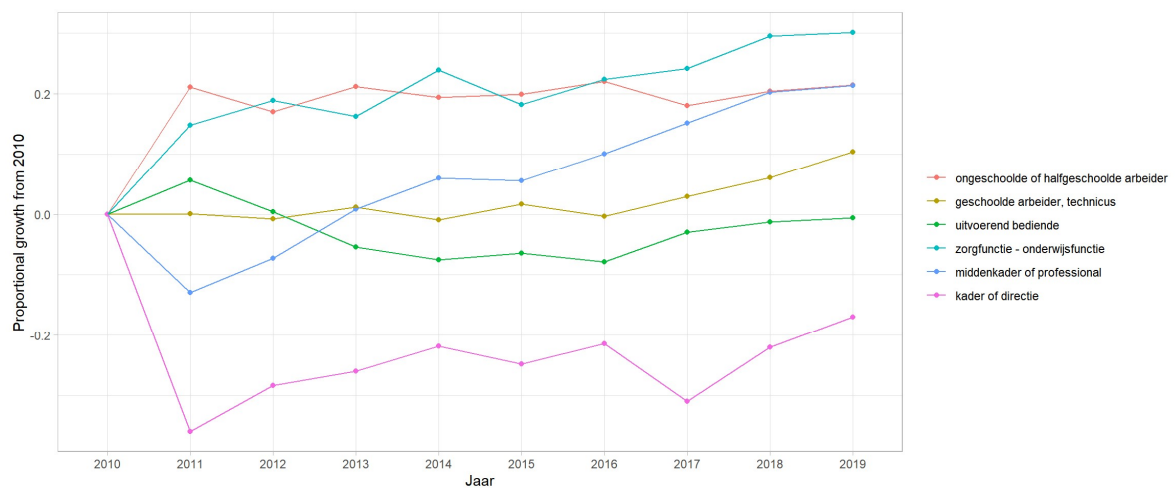
¹¹ Hierbij past dat we aangeven dat we verschillen zien in de gegevens die we van BelgoStat downloaden en gegevens die we rechtstreeks bij Eurostat ophalen. Vanwege deze verschillen richten we ons alleen op de Eurostat gegevens. De reden hiervoor is dat we op termijn vergelijkend onderzoek met andere landen willen maken en daarvoor aangewezen zijn op Eurostat.



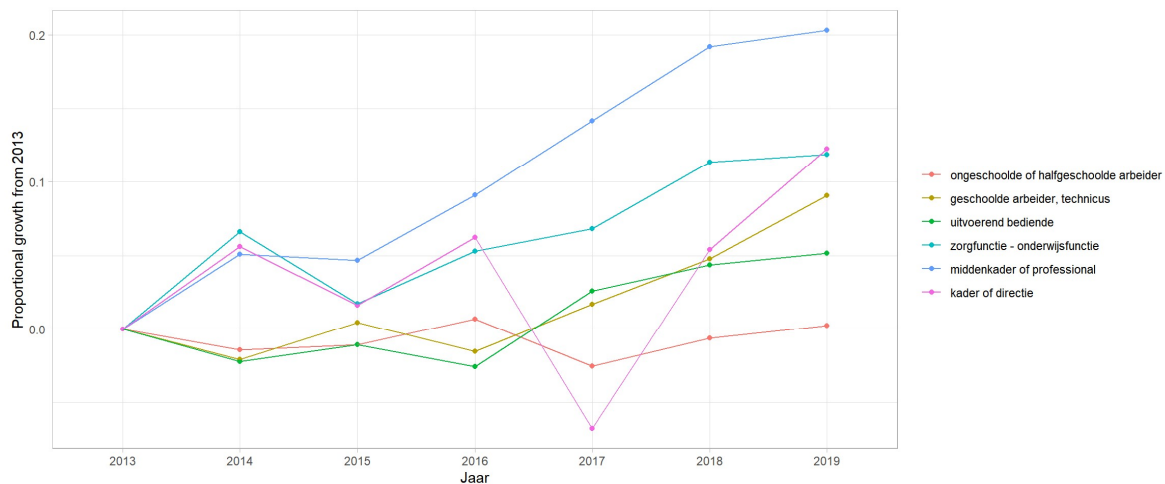
Figuur 1a



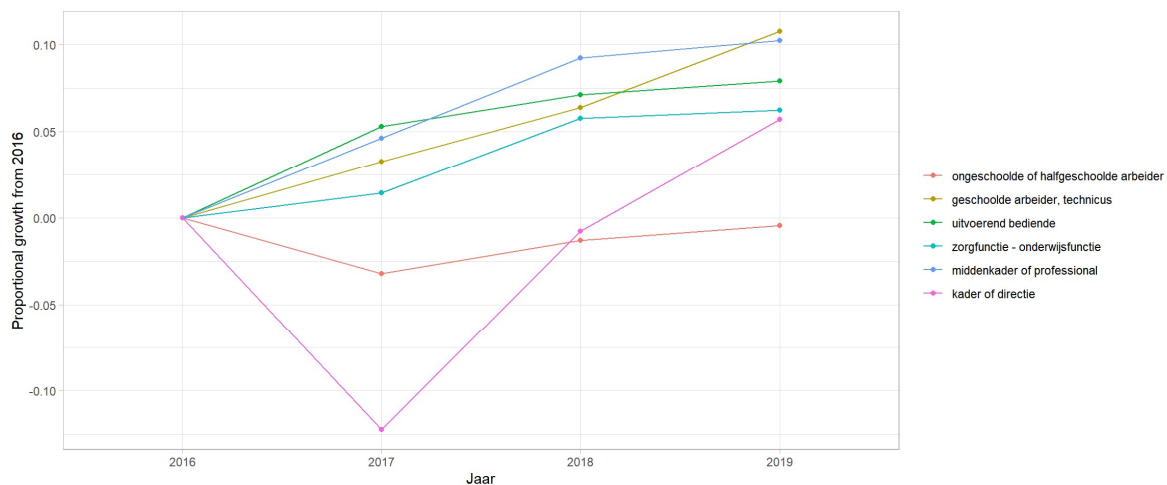
Figuur 1b



Figuur 1c



Figuur 1d



Figuur 1a-e. Overzicht van de procentuele ontwikkeling in omvang van de verschillende functiegroepen, uitgaande van het referentiejaar (2004, 2007, 2010, 2013, 2016). Data = LFS.

De verschillende figuren laten zien hoe de functiegroepen proportioneel verschillen ten opzichte van het referentiejaar dat in de figuur is opgenomen. Als eerste voorbeeld zien we dat voor het startjaar 2004, het percentage middenkader of professionals in 2019 met 60% is gestegen en dat het percentage kader of directie met 10% is gekrompen. Als tweede voorbeeld nemen we de proportionele groei in de functiegroepen van 2016 tot en met 2019. Zichtbaar is dat de functiegroep kader of directie in 2017 met 12,5% krimpt om daarna uiteindelijk zo'n 6% te groeien ten opzichte van 2016. Ook de omvang van ongeschoolde of halfgeschoolde arbeiders krimpt in 2017 en herstelt zich geleidelijk in 2019. De overige functies laten een gestage groei in omvang zien vanaf 2016 met de geschoolde arbeider of technicus als uiteindelijke grootste groeier. In de langste tijdsreeks (vanaf 2004) zijn de professionals of het middenkader de grootste groeiers.

2.2 Constructie van de indexen: de FOI, de LCI en de MST-scores

2.2.1 Koppeling aan functiegroepen

De WBM levert geen ISCO-verdeling van functies. Er zijn zes categorieën van beroepen onderscheiden, en dan hebben we het liever of functiegroepen. In de constructie van de FO-index hebben we een meer gedetailleerd onderscheid in functies nodig. Om dat detail te krijgen koppelen we de functiegroepen aan sectoren (6 x 15 sectoren). Die indeling noemen we een beroepenclassificatie. Voor het berekenen van de FOI is een tussenstap noodzakelijk om de engineering bottlenecks voor specifieke beroepen te identificeren, dat wil zeggen de niet voor automatisering vatbare taken. Frey en Osborne schatten in dat die taken niet met robotisering of artificiële intelligentie zijn te automatiseren. De combinatie van sector – functiegroep laat toe meer ‘beroepen’ te identificeren die toelaten om meer variatie te creëren die we nodig hebben om logistische regressiefuncties te berekenen op basis van de automatisering bottlenecks. We lichten deze tussenstap toe bij de FOI-analyse. Uiteindelijk is bij de FOI de automatiseringskans opnieuw geaggregeerd op functieniveau. In de twee andere methoden hebben we deze tussenstap niet nodig.

2.2.2 Constructie van de Frey en Osborne Index (FOI)

Hoe sterk is het F&O-model in staat om veranderingen in de omvang van functies te verklaren? In de Frey en Osborne systematiek gaan hogere scores op automatiseringsrisico gepaard met een toekomstige daling in de absolute omvang van een functiegroep op de arbeidsmarkt. We weten reeds uit 2.1.2 dat de absolute omvang van alle functiegroepen in Vlaanderen is gestegen in de periode 2004-2019. In ons onderzoek gaat het niet om een absolute stijging of daling in omvang van functies, maar vooral in relatieve krimp of groei van een functiegroep ten opzichte van de andere. Van belang is dat in het model van Frey en Osborne, het relatieve verschil wordt gerespecteerd.

Frey en Osborne (2013/2017) gebruiken de Amerikaans O*NET-systematiek om uit de functiebeschrijvingen bottlenecks in functies voor automatisering af te leiden. Met deze O*NET-systematiek kunnen ze inschatten hoe functies op de Amerikaanse arbeidsmarkt zich zullen ontwikkelen. In Europa zijn ISCO en ESCO als beroepsclassificaties meer gebruikelijk. Met deze methoden worden functies beschreven. Deze classificaties beschrijven elk beroep als homogeen, met één arbeidsinhoud voor alle beroepsbeoefenaren. Er is geen aandacht voor eventuele verschillen tussen medewerkers of tussen eenzelfde functie in verschillende organisaties. De consequentie is dat wat er precies op de arbeidsmarkt gebeurt, niet met deze classificaties in beeld komt (zie kritiek van Arntz et al., 2016; Pfeiffer en Suphan, 2015). Om die reden hebben Arntz et al. (2016) en Nedelkoska en Quintini (2018) voorgesteld om surveys te gebruiken waarmee individuen in staat zijn om hun werksituatie te beschrijven. Zij richten zich op de PIAAC-survey (2013) die de OECD afneemt. De systematiek die zij ontwikkelen om de Frey en Osborne methode om te buigen naar de PIAAC, passen wij toe op de Werkbaarheidsmonitor (WBM). Dhondt et al. (2021a)¹² geven aan hoe we aan de hand van de WBM de verschillende Frey en Osborne-dimensies zijn te reconstrueren. Deze constructen gebruiken we om het model van Frey en Osborne te kunnen onderzoeken met de WBM. We volgen de stappen zoals Nedelkoska en Quintini (2018) hebben aangegeven:

- Frey en Osborne hebben *engineering bottlenecks* gedefinieerd als voorspellers voor het achterblijven van automatisering. De mate waarin een dergelijke bottleneck voorkomt, voorspelt een lagere automatiseringskans. Nedelkoska en Quintini hebben de variabelen uit het Frey en Osborne-model gereconstrueerd aan de hand van de PIAAC-vragenlijst. Geselecteerde items van de PIAAC drukken

¹² Dhondt, S., Kraan, K.O., Eekhout, I. (2021a). Analyse WBM vanuit drie perspectieven. Selectie items en constructen. KU Leuven: Paradigms 4.0 project.

deze bottlenecks in meer of mindere mate uit. We passen deze systematiek toe op vergelijkbare variabelen in de WBM-vragenlijsten. Een eerste tabel die we nodig hebben, is een tabel met de mate waarin we F&O kunnen reproduceren met de WBM. *Tabel 1* laat zien welke Frey en Osborne-dimensies dit oplevert¹³. De reden waarom we soms meerdere constructen nodig hebben is dat de vragen tussen de verschillende jaargangen van de WBM verschillen. De constructen zijn niet altijd constant.

Tabel 1. Constructie van de Frey en Osborne Index (FOI) op basis van de Werkbaarheidsmonitor.

Dimensies Frey en Osborne	WBM Construct (schaal, overeenkomende items, originele items)
Engineering bottlenecks	Drie constructen nodig - voor 2007-13, 2007-10 en voor 2004-19, wegens wijziging in variabelen en de bouw van tijdsreeksen. Variabelen zijn herwerkt, indien nodig gespiegeld en waar mogelijk samengevoegd op schaalniveau. Er is voor gekozen om de impact van missing items zo laag mogelijk te houden.
1-1 Literacy skills	Geen items voor beschikbaar
1-2 Physical skills	Eén construct: Alle jaren: 3 variabelen
1-3 Numerical skills Math	Geen items voor beschikbaar
1-4 Client communication	- Twee constructen: - Alle jaren: 1 variabele 2007-13: 1 variabele
1-5 Horizontal communication	- Twee constructen: - Alle jaren: 1 variabele 2007-13: 1 variabele
1-6 Intrapersonal competency	- Twee constructen: - Alle jaren: 2 variabelen 2007-10: 1 variabele
1-7 Learning	- Twee constructen: - Alle jaren: 3 variabelen 2007-10: 2 variabelen
1-8 ICT	Geen goede constructie mogelijk. Het issue is dat de variabelen ook aangeven welke technologische context er is. Daarmee wordt item tautologisch.
1-9 Technical know-how	- Drie constructen: - Alle jaren: 2 variabelen 2004: 1 variabele 2007-10: 2 variabelen
1-10 Planning	Eén construct: Alle jaren: 7 variabelen
1-11 Problem-solving	- Twee constructen: - Alle jaren: 1 variabele 2007-13: 1 variabele
1-12 High level communication	Eén construct: Alle jaren: 2 variabelen
1-13 Creativity Entrepreneurship	Eén construct: Alle jaren: 5 variabelen
1-14 Information processing	- Twee constructen: - Alle jaren: 3 variabelen 2007-13: 1 variabele

- laat zien welke constructen we voor de verschillende metingen gebruiken. De tabel laat zien dat we niet voor alle metingen erin geslaagd zijn om alle Frey en Osborne-dimensies na te bootsen. In sommige jaren hebben we ook meerdere indicatoren.

¹³ Voor de items, zie Dhondt et al., 2021a.

Tabel 2. Engineering bottleneck variabelen beschikbaar in de jaren 2004-16 van de WBM

Engineering bottleneck	Construct-naam	Variabelen				
		2004	2007	2010	2013	2016
Perception, manipulation	FOPhys	Physical skills (2004-2019)				
Creative intelligence	FOprobl1	Problem-solving [problemen zelf oplossen] (0=laag)	Problem-solving (alle jaren)			Problem-solving [problemen zelf oplossen] (0=laag)
	FOcreaentr	Creativity Entrepreneurship (alle jaren)				
	FOtech	Technical know-how (alle jaren)			Technical know-how [zelfde doen] (alle jaren) (0=laag)	
	FOtech2				Technical know-how [zelf kiezen werkinhoud] (0=laag)	
	FOInfoProc	Frey en Osborne - Information processing (alle jaren)				
	Social intelligence	FOClientComm 1	Client communication [lastige klanten] (alle jaren) (0=laag)	Client communication (alle jaren)		
FOIntrapers		Intrapersonal competency (alle jaren)				
FOOpLearn		Learning (alle jaren)				
FOplanning		Planning (alle jaren)				
FOhighcomm		High level communication (alle jaren)				
FOHortComm			Horizontal communication			

- Om de automatiseringskansen per functie in te schatten hebben Nedelkoska en Quintini de procedure gevolgd die Frey en Osborne voorstellen. Frey en Osborne hebben 70 functiegroepen geselecteerd waarvoor ze de automatiseerbaarheid (1=ja; 0=nee) hebben bepaald. Met de WBM-vragenlijst hebben we maar zes functiecategorieën. Om toch te kunnen aansluiten bij wat Frey en Osborne doen, en in navolging van de procedure van Nedelkoska en Quintini, hebben we functiecategorieën gemaakt uit de combinatie van functiegroep x sector. In totaal hebben we zo'n 112 combinaties gemaakt die vergelijkbaar zijn met beroepen die Frey en Osborne hebben gebruikt. We gebruiken de Frey en Osborne-beoordeling voor automatiseerbaarheid (1/0) van een cel die overeenkomt met een Frey en Osborne-beroep.
- Om het verband tussen de automatiseerbare functies en de engineering bottlenecks te onderzoeken selecteren Nedelkoska en Quintini in navolging van Frey en Osborne een deel van hun data die ze *training data* noemen. In die dataset kijken ze in welke mate de engineering bottlenecks de automatiseerbaarheid (1/0) voorspellen. Verschillende statistische functies zijn daarvoor mogelijk, maar uiteindelijk opteren zij voor een logistische regressie voor de analyse. Met de uitkomst berekenen ze vervolgens in de *testing dataset* de automatiseringskansen voor de beroepen. Die laatste uitkomsten zijn voor ons onderzoek van belang. We volgen deze procedure:
 - Training dataset: uit onze WBM-data selecteren we de helft van de data waarvoor we een Frey en Osborne (FO)-beoordeling van een functiegroep hebben. Deze data gebruiken we om het (logistieke regressie) model te schatten met de WBM-items die zijn geselecteerd als indicator voor engineering bottlenecks. In Tabel 3 hebben we de coëfficiënten opgenomen die zijn berekend voor de 'engineering bottlenecks'. We hebben dus resultaten voor de meerdere metingen.
 - Testing dataset: dit model testen we vervolgens in de andere helft van de data waarvoor we een FO-beoordeling hebben (de out-of-sample test). Met het geteste model bepalen we vervolgens de automatiseringskansen voor de rest van de beroepen.

Tabel 3. Logistische regressiecoëfficiënten van het trainingmodel (groene cel: significant, $p < 0.05$)

		2004			2007			2010			2013			2016		
Term	Label + geldigheid	estimate	std. Error	p value	estimate	std. error	p value	estimate	std. error	p value	estimate	std. error	p value	estimate	std. error	p value
(Intercept)		1.390	0.236	0.000	2.621	0.365	0.000	2.047	0.367	0.000	1.288	0.184	0.000	0.827	0.210	0.000
FOPhys	Frey en Osborne - Physical skills	1.420	0.183	0.000	0.863	0.180	0.000	0.834	0.182	0.000	0.728	0.142	0.000	1.076	0.160	0.000
FOClient-Comm1	Frey Osborne: Client communication versie 2004 en versie 2007-19	0.568	0.162	0.000	0.715	0.195	0.000	0.690	0.206	0.001	0.866	0.156	0.000	0.517	0.149	0.001
FOHortComm	Frey en Osborne - Horizontal communication				0.031	0.316	0.922	0.607	0.312	0.051						
FOIntrapers	Frey en Osborne - Intrapersonal competency	-0.870	0.212	0.000	-0.074	0.312	0.812	-0.733	0.314	0.020	-0.098	0.176	0.578	-0.784	0.210	0.000
FOOpLearn	Frey en Osborne - Learning	0.409	0.300	0.173	-0.201	0.407	0.621	-0.266	0.417	0.523	0.007	0.255	0.979	0.526	0.300	0.080
FOtech	Frey en Osborne - Technical know-how	-0.266	0.275	0.334	-1.013	0.374	0.007	-0.563	0.385	0.144	1.066	0.130	0.000	0.932	0.151	0.000
FOtech2 (1)	Frey Osborne: Technical know-how [zelf kiezen werkinhoud] (vanaf 2013)							/			-0.597	0.136	0.000	-0.637	0.160	0.000
FOplanning	Frey en Osborne - Planning	-0.058	0.222	0.796	0.070	0.230	0.759	-0.108	0.247	0.661	0.490	0.206	0.017	0.705	0.247	0.004
FOprobl1	Frey Osborne: Problem-solving	-0.281	0.191	0.141	-1.691	0.270	0.000	-1.452	0.287	0.000	-1.523	0.209	0.000	-0.336	0.186	0.072
FOhighcomm	Frey en Osborne - High level communication	0.310	0.212	0.144	0.089	0.222	0.687	0.159	0.234	0.497	0.131	0.176	0.458	0.221	0.208	0.287
FOcreacentr	Frey en Osborne - Creativity Entrepreneurship	-2.013	0.257	0.000	-2.201	0.268	0.000	-2.102	0.282	0.000	-2.148	0.213	0.000	-2.310	0.251	0.000
FOInfoProc	Frey en Osborne - Information processing	0.778	0.238	0.001	1.021	0.324	0.002	1.224	0.337	0.000	1.203	0.261	0.000	0.744	0.247	0.003

(1) FOtech en FOtech2 worden in 2013 en 2016 samen gebruikt. Beide constructen bestaan uit één item.

Een paar zaken vallen op in deze tabel:

- Niet alle engineering bottlenecks zijn een voorspeller van automatiseerbaarheid van een beroep. Leren en high level communication (onderhandelen) hangen nooit significant samen met automatiseringskansen.
- De tekens voor de coëfficiënten blijven niet bij alle variabelen constant over de verschillende metingen. In het rood zijn wijzigingen in het teken aangegeven.
- Zoals Nedelkoska en Quintini vaststellen, zien we in 2004 dat ook fysieke vaardigheid, cliënt communicatie ('selling') en high level communication (onderhandelen) positief samenhangen met de kans op automatisering. Verschillend met hen is dat ook leren en informatieverwerking positief scoren.
- De enige variabele die consistent scoort met het Frey en Osborne model is creatief ondernemerschap.
- In 2004 scoren alleen de volgende variabelen conform de Frey en Osborne voorspelling: intrapersonal competencies, plan, technical knowledge, problem solving en creatieve ondernemerschap.
- Nedelkoska en Quintini wijzen erop dat in het model van Frey en Osborne zelf al zichtbaar was dat niet alle variabelen op de juiste wijze samenhangen met automatiseringskansen. Feitelijk zouden deze afwijkingen al voldoende reden moeten zijn om (deels) de validiteit van het Frey en Osborne-model in twijfel te trekken. Nedelkoska en Quintini doen zelf verder niets met hun vaststelling. We zullen wel deze vaststelling opnemen in de conclusies van deze studie¹⁴.

De laatste stap in deze techniek is om na te gaan of de fit tussen de modellen en de data voor de beide datasets voldoende is. Daarvoor voeren we een ROC-analyse uit waarmee we de AUC-maat (area under the curve) bepalen. Nedelkoska en Quintini behaalden in de Canadese PIAAC-data een AUC van 0.743. Tabel 4 geeft een overzicht van de parameters die we tussen de verschillende WBM-metingen kunnen vergelijken. De AUC voor het training en test model zijn vergelijkbaar. Dit geeft aan dat het model stabiel is. De AUC is iets lager dan in de PIAAC, maar ligt er niet ver vanaf en geeft een redelijke accuraatheid aan.

Tabel 4. *Vergelijking van AUC voor training en testing model voor FOI op basis van de WBM*

Meting	AUC Training model	AUC Testing model
2004	0.672	0.686
2007	0.672	0.696
2010	0.678	0.694
2013	0.686	0.700
2016	0.698	0.700

- Aan de hand van de engineering bottlenecks (de Frey en Osborne Index) hebben we de automatiseringskansen voor elke functiegroep op een bepaald moment in het verleden. Deze benadering wijkt af van Nedelkoska en Quintini omdat zij alleen voor de toekomst deze

¹⁴ Wellicht kunnen onze afwijkingen te maken hebben met de onvolledige overlap tussen concepten van Nedelkoska & Quintini en de onze. Tegen deze opmerking kunnen we inbrengen dat we over de jaren heen geen consistent beeld krijgen, ondanks dat de operationalisering over de jaren heen niet sterk wijzigt.

berekening maken. Het voordeel van onze forecasting-techniek is dat we met lange tijdsreeksen uit het verleden (i) kunnen nagaan of digitalisering een impact heeft op de automatiseringskansen en (ii) dat we verschillende schattingsmethoden naast elkaar leggen. Punt (i) kunnen we deels nagaan met vragen over de technologische context in de WBM (zie 2.3.3). Punt (ii) kunnen we in de samengestelde analyse uitvoeren (zie hoofdstuk 7).

- Om de verwachtingen van Frey en Osborne te toetsen, koppelen we de gegevens van de LFS aan de WBM zoals we dat ook bij de LCI-analyse zullen doen. Voor de verschillende jaargangen van de WBM zijn de FOI-scores op niveau van de functiegroepen berekend. Daarmee krijgen we in beeld welke verwachtingen er bestaan over de mogelijke ontwikkeling van de functiegroepen. De LFS levert ons het inzicht in de ontwikkeling van de functiegroepen. Om die koppeling mogelijk te maken moeten we de populatiefrequenties die de LFS levert op niveau van de zes functiegroepen en sectoren koppelen aan gegevens van de WBM. De WBM levert evenwel een beperkte indeling van beroepen en sectoren. Deze indelingen zijn ook niet gekoppeld aan de gangbare ISCO- en NACE-classificaties zodat we rekening moeten houden met niet volledig af te stemmen resultaten. Om toch een koppeling te realiseren, hebben we gezocht naar een face-value overlap tussen ISCO-1 en de zes functies die zijn gehanteerd in de WBM. Hetzelfde hebben we gedaan voor de NACE-codes met de 14 sectoren die de WBM voorziet. In deze koppeling is rekening gehouden met de aanpassingen in ISCO (2008) en NACE over de jaren heen.
- Analyse met de absolute frequenties en met proporties: we kijken in hoeverre de FOI in het referentiejaar gerelateerd is aan de verandering in omvang van de functiegroepen. Voor de absolute omvang zijn we geïnteresseerd in het verschil van de situatie in 2019 ten opzichte van het meetjaar. Voor de proporties gaan we uit van de relatieve verandering in een functiegroep in 2019 ten opzichte van het meetjaar (dus: als de functiegroep in omvang verdubbelt, dan is het percentage in 2019 100%). De reden om de proportionele groei te bekijken is dat de functiegroepen in omvang heel sterk verschillen en de absolute omvang maar een deel van het beeld oplevert.
- Vervolgens evalueren we het verschil in omvang per jaar ten opzichte van het FOI-jaar, het referentiejaar. Dit verschil is weergegeven in de interactiecoëfficiënten. Voor elke coëfficiënt kunnen we de effectgrootte bekijken door de coëfficiënt te delen door de standaarddeviatie van de beroepsomvang in het referentiejaar. We bekijken ook hoeveel van de variantie in de omvang van de functiegroepen wordt verklaard door de FOI. We kijken daarbij naar twee varianties: R^2 geeft de verklaarde variantie van de fixed effecten van dit totale model weer; de R^2_{delta} is het verschil in verklaarde variantie van het model met index versus het model zonder index. Vooral deze tweede maat is relevant voor ons omdat ze een rest-verklaring oplevert.
- In de visualisaties bekijken we het verband tussen de FOI in het referentiejaar en de verandering over de tijd in omvang en proportie per functiegroep.

2.2.3 Constructie van de Labouring Capacity Index (LCI)

De achtergrond van de LCI is beschreven in het rapport van Dhondt et al. (2021a). De selectie van items en constructie van schalen is eveneens beschreven in dit methodologische rapport. *Tabel 5*

toont de constructen van Pfeiffer en Suphan (2015) en de wijze waarop we ze hier hebben gerepliceerd met WBM-items¹⁵¹⁶.

Tabel 5. *Samenvatting van de constructen, geselecteerde en omgecodeerde items (Pfeiffer et al., 2015)*

Onderdeel in systematiek van Pfeiffer en Suphan	Construct	Variabelen WBM
3-1 sitCOM situation-specific handling of complexity		
- sitcomscale0710 = (SPsolve_b, SPauton_b, SPcomm_07_10). - sitcomscale0713 = (SPsolve_b, SPauton_b, SPcomm_07_13). - sitcomscaleALL = (SPsolve_b, SPauton_b, SPcomm_b_all).		
How often does it happen in your occupational activity (often, sometimes or never) that you have to react to and solve problems?	SPsolve_b	ziw9
... that you have to take difficult decisions autonomously?	SPauton_b	ziw1-8; 10-11
... that you have to communicate with other people in your occupational activity?	SPcomm_b_all SPcomm_07_13 SPcomm_07_10	rl1, rl2, cb6, orpret2007, afwez2007
3-2 sitUPscale Situation-specific unpredictability		
(ALL YEARS). (2007 2010 2013)		
- sitUPscaleALL = mean.4(SPpressure_b, SPproficient_b, SPimpact_b, SPquickly_b). - sitUPscale0713 = mean.6(sppressure_b, SPdisturbed_b, SPproficient_b, SPimpact_b, SPquickly_b, SPnecessary_b).		
... that you have to work under strong pressure of time or performance? <u>Logica:</u> somscore van WH2, 4, 7, 9 en 10 (Wh11 is een wensgedachte).	SPpressure_b	Wh2, 4, 7, 9, 10
... that your work is disturbed or interrupted, e.g. by colleagues, inferior materials, machine malfunctions or phone calls? <u>Logica:</u> onverw2007 is iets breder dan item, maar dekt het wel en alleen geldend voor drie meetjaren; Grote overlap, alleen is WBM concept breder omdat bij SP het alleen om technologie gaat.	SPdisturbed_b	onverw2007
... that you are expected to do things you have not learned or you are not proficient in? <u>Logica:</u> somscore van WH3 en (-)WH6 geeft een situatie waarin werk niet op gemak kan en hard gewerkt moet worden om af te krijgen.	SPproficient_b	Wh3, Wh6
... that you have to keep an eye on different work processes or sequences at the same time?		
... that even a small mistake or a slight inattentiveness can lead to larger financial losses? <u>Logica:</u> we hebben geen info over financiële impact, maar wel over emotionele impact wat ook de vraag omvat, en een combinatie van alle drie is versterkend.	SPimpact_b	Eb1, eb2, fys5
... that you have to work very quickly? <u>Logica:</u> beide samen is een redelijke indicatie van wat met dit item gezocht wordt.	SPquickly_b	Wh1, wh5
... that you don't receive all the information necessary for performing your work correctly? <u>Logica:</u> onverwachte situaties zijn onderdeel van niet alle informatie hebben + te ingewikkeld ook: beide samen is een redelijke indicatie van wat met dit item gezocht wordt.	SPnecessary_b	Onverw2007, ingewikk2007
strCOM Increasing structural complexity		
strCOMscale = herb_schaal/100	strCOMscale	
In the last two years, have		
... new manufacturing or process technologies been introduced?		
... new machines or equipment been introduced?		
... new or significantly changed products or materials been employed?		
... new or significantly changed services been provided?		
... there been significant restructurings or reorganisation pertaining to your immediate work environment?		

15 Het concept Labouring Capacity komt overeen met wat Autor (2015) de Polanyi-paradox noemt: in functies zit een belangrijk gedeelte wat 'tacit skills' omvat. Deze skills zijn lastig te beschrijven en zorgen ervoor dat functies niet zomaar te automatiseren zijn.

16 Voor de items, zie Dhondt et al., 2021a.

How did work pressure and stress change? “Psychische vermoeidheid: VBBA-schaal ‘Herstelbehoefte’. Deze schaal meet de mate waarin de door psychosociale arbeidsbelasting opgebouwde (mentale) vermoeidheid recuperabel is dan wel bij werknemers leidt tot spanningsklachten en verminderd functioneren. Deze schaal bestaat uit 11 items die één geheel vormen en waarop de respondenten ja of nee moeten antwoorden. Het gebruik en de interpretatie van een individueel item uit de schaal dient met de nodige voorzichtigheid te gebeuren.”	Herb_schaal	Herb1-11
'REX Relevance of acquiring experience		
Is a quick briefing at the workplace sufficient to perform your occupational activity, or is a longer working-in period required?	REX	lm1, aw2
LCI		
• $LCIALL = (\text{mean.3}(\text{sitcomscaleALL}, \text{sitUPscaleALL}, \text{strcomscale})) * \text{rex.}$ • $LCI0710 = (\text{mean.3}(\text{sitcomscale0710}, \text{sitUPscale0713}, \text{strcomscale})) * \text{rex.}$ • $LCI0713 = (\text{mean.3}(\text{sitUPscale0713}, \text{sitcomscale0713}, \text{strcomscale})) * \text{rex.}$		

2.2.4 Constructie van de Moderne Sociotechniek (MST)-score

2.2.4.1 MST en organisatieconcepten

Dhondt et al. (2021b) maken duidelijk waarom de FOI en de LCI theoretisch slechts een beperkte verklaring leveren voor de ontwikkeling van beroepen of functiegroepen en voor de ontwikkeling in de inhoud van functies. Beide methoden beperken zich voor hun voorspellingen tot wat technologie binnen een beroep bepaalt. Zij houden geen rekening met beslissingen die door management genomen worden over de inhoud van beroepen. In hun modellen is er geen rol voor de arbeidsverdeling. Voor inzicht in de kwantitatieve ontwikkeling van de functies verwijzen we naar het perspectief dat Autor (2015) biedt: een breder begrip van het functioneren van een economie (arbeidsmarkt-, goederenmarkten-, inkomens- en prijselasticiteiten) is nodig om in te schatten of functies verdwijnen of in aantal toenemen. We voegen aan deze factoren ook de arbeidsverdeling toe. Een organisatieperspectief is van belang om zicht te krijgen op kwalitatieve ontwikkeling van functies, de ontwikkeling in de functie-inhoud. Uitgaande van de Moderne Sociotechniek (MST), die zelf gebaseerd is op de systeemtheorie, splitsen we het functioneren van organisaties op in meerdere aspecten van een systeem (Kuipers et al., 2020). Om het functioneren van organisaties te beschrijven, is het onderscheid tussen de uitvoering en de besturing nodig. Aan de uitvoerende kant onderscheiden we verschillende soorten taken: uitvoerende, voorbereidende en ondersteunende taken zijn de belangrijke categorieën. De MST-benadering ziet geen meerwaarde in het onderscheid tussen harde en zachte taken of tussen technische en niet-technische taken. Taken zijn nodig om het systeem in stand te houden. Organisaties kunnen in organisatieconcept verschillen, met een andere nadruk in besturing en andere inrichting van de uitvoerende taken; denk hierbij aan de verschillende strategieën om kwaliteitscontrole wel of niet in het uitvoerende werk te integreren. In sommige organisatieconcepten is kwaliteitscontrole een aparte functie in de organisatie, in andere is kwaliteitscontrole een verantwoordelijkheid van alle uitvoerende medewerkers. Een voorbeeld van de laatste strategie is Integrale Kwaliteitszorg (IKZ) dat vooral populair was in de jaren negentig van de vorige eeuw (De Vries et al., 2003). Het feit dat organisaties andere organisatieconcepten hanteren, maakt dat deze concepten consequenties hebben voor de samenstelling van het personeel en de taken die personen uitvoeren. Er is dus ook geen sprake van één homogene functie-inhoud voor functiegroepen die voor alle organisaties geldt. Voor het analyseren van organisatieconcepten is een onderzoek op organisatieniveau een vereiste. In dit onderzoek baseren we ons op werknemerssurveys. Dat betekent dat we een aantal aannamen zullen moeten maken over hoe de surveyinformatie inzicht geeft in toegepaste organisatieconcepten. We noemen het gehanteerde organisatieperspectief de MST-benadering.

In vergelijking met de LCI en de FOI doet de MST-benadering geen voorspelling over hoe de omvang van de werkgelegenheid in organisaties of in functiegroepen zich zal ontwikkelen door technologie. MST beveelt aan dat organisaties kiezen voor specifieke organisatiemodellen, en geeft aan dat organisaties zich voortdurend dienen af te vragen of de interne organisatie in staat is om met de externe eisen om te gaan. Goed geleide organisaties zullen beter presteren dan niet goed geleide organisaties. De verwachting is dat als dit principe geldt, er reden is om aan te nemen dat op termijn alle organisaties vanwege ‘marktoverwegingen’ kiezen voor een organisatie-model dat aansluit bij MST-principes (Bloom et al., 2017). Nu is het organiseren van bedrijven onderhevig aan vele krachten waarbij het zelden het geval is dat op rationele gronden beslissingen over het organisatieconcept worden gemaakt (Benders en Van Veen, 2001). Het organisatie-model geeft handreikingen hoe te organiseren, maar welke beslissing feitelijk genomen wordt, geeft het model niet aan.

2.2.4.2 MST en technologie

Hoe gaat de MST-benadering om met technologie? Technologie maakt deel uit van het hele systeem dat een organisatie nodig heeft om producten en diensten te kunnen leveren. In tegenstelling tot de klassieke sociotechniek (Kopp et al., 2020) stelt de MST dat technologie geen apart systeem is in een organisatie naast een sociaal systeem, maar een aspect van het brede functioneren van organisaties (Kopp et al., 2020). Technologische systemen zijn van belang in het functioneren van organisaties en dienen met beleid ingezet te worden in uitvoerende, voorbereidende, ondersteunende en regelende taken. Die systemen kunnen leiden tot substitutie van arbeid, maar evenzeer complementair zijn aan arbeid. Of technologie op zich leidt tot een behoefte aan ‘hogere opleidingsniveaus’ van werkenden, zal in vele gevallen afhankelijk zijn van de gekozen arbeidsdeling in organisaties. De arbeidssociologische literatuur levert voldoende voorbeelden over hoe organisaties met dezelfde technologie verschillen in arbeidsinzet mogelijk maken (Noble, 1986; Braverman, 1974; Womack et al., 1990). Het meest bekende voorbeeld zijn de productielijnen van Toyota die vooral op efficiënte arbeidsinzet berusten dat in tegenstelling tot de Amerikaanse en Duitse concurrenten waar verregaande automatisering centraal stond (Womack et al., 1990; Hessler, 2014). Natuurlijk is het zo dat specifieke technologie (bijvoorbeeld computers) meer en meer worden geïntroduceerd op de werkplek en daar zorgen voor andere mogelijkheden in het werk. Dat soort van impact is zeker relevant voor ons onderzoek.

2.2.4.3 Voorspellingen

De keuze van een organisatieconcept en de ontwikkeling van werkgelegenheid zijn afhankelijk van standaard economische verklaringsschema’s zoals ontwikkelingen in de vraag naar goederen, impact van belastingen, regels in het economische veld en verhoudingen op de arbeidsmarkt (Autor, 2015). Technologie speelt een rol, maar eerder als een afgeleide dimensie. In sommige sectoren zal technologie instrumenteel zijn om businessmodellen op hun kop te zetten. In andere sectoren zal technologie geen enkele impact hebben en zal het zelfs zo zijn dat indien technologie verkeerd wordt ‘gewogen’, ze eerder leidt tot een behoefte aan meer personeel binnen de organisaties. Er zal daarom heel gericht moeten worden gekeken wat technologie voor impacts heeft (Bloom et al., 2013). MST voorspelt de toekomst van een beroep op basis van een bredere set van variabelen dan de LCI en FOI doen. MST richt zich op keuzen van organisatieconcepten en de mogelijke impact daarvan.

2.2.4.4 WBM-items voor de organisatie-methode

Het MST-denkschema kan ook met WBM-items geoperationaliseerd worden. In de volgende tabellen hebben we de taken zoals die voorkomen in de WBM verdeeld naar de vier onderscheiden

taakgebieden van het MST-denkschema. We zoeken opnieuw naar de items die de langste tijdsreeksen mogelijk maken. We hebben de benodigde variabelenreeksen van 2004 tot en met 2019 voor:

- Uitvoerende taken: we selecteren taken die beschrijven hoe een medewerker het werk uitvoert. Daarbij is het onderscheid relevant tussen functies met meer fysieke belasting en functies die meer op klantcontacten of administratief werk zijn gericht. Zware fysieke belasting komt niet voor bij leiding of andere functies. Werken met klanten komt misschien meer voor bij ondersteunend personeel, maar is ook uitvoerend. Collega's aanspreken is ook iets meer voor uitvoerend functies, minder in de regelende of andere functies. Repetitie van handelingen is ook een kenmerk van uitvoerend werk. Doen wat wordt opgelegd is een voorbeeld van uitvoerend werk, maar ook het tegendeel van regelende taken. We verkiezen deze situatie (variabele) als kenmerkend voor uitvoerende taken.
- Voorbereidende taken: planning is een typische voorbereidende taak. Planners zullen heel wat meer voorbereidende taken hebben dan andere uitvoerende functies. De planners plannen voor anderen, maar ook voor zichzelf. Dat is de aanname. De items vormen vooral een indicatie voor de controle op de volgorde van wat gebeurt.
- Ondersteunende taken: bij ondersteunende taken voegen we de creatieve inbreng van de probleemoplosser toe.
- Regelende taken: hier is de basisvariabele of er sprake is van leidinggeven. De andere taken wijzen op controle over inhoud van het werk, en het nemen van verantwoordelijkheid.
- Volledigheid: volledigheid geeft aan of een functie naast uitvoerende taken ook voorbereidende en ondersteunende taken bezit. Een volledige functie is een meer lerende functie (Hacker, 1989).

In

Tabel 6 hebben we de taken uit de WBM verdeeld naar de vier onderscheiden taakgebieden volgens het MST-schema¹⁷. De tabel geeft per taakgebied aan hoe we deze willen operationaliseren. In de verwerking van de vier concepten kunnen we de eerste drie als aspecten van de uitvoering zien waarbij de uitvoering als minder of meer volledig wordt gezien: meer volledige functies hebben minder uitvoering, meer voorbereidende en meer ondersteunende taken (zie ook Kuipers et al., 2020). De regeltaken worden gezien als een afzonderlijke dimensie.

¹⁷ Voor de items, zie Dhondt et al., 2021a.

Tabel 6. *Samenvatting van de constructen, geselecteerde en omgecodeerde items*

Taak	Construct	Items
Operationeel	4-1 Uitvoerende, operationele taken <i>Schaal:</i> uitvoerend_IND uitvoerend_IND_2007 uitvoerend_DV_all uitvoerend_DV_2007 uitvoerend_DV_2016	Industrieel: fys1 fys2 fys3 fys4 fys5 fys6 Combinatie: fys7 fys8 afwez2007_b aw1 piw2_b Dienstverlening: eb5 klant2007_b Bureau2016_b
Voorbereidend	4-2 Voorbereidende taken – Planning <i>Schaal:</i> voorbereid_all	ziw2 ziw3 ziw5 ziw6 ziw7 ziw8 ziw10
Ondersteunend	4-3 Ondersteunende taken – Probleem oplossing <i>Schaal:</i> Ondersteun_all	ziw9 aw2 aw4
Regelend	4-4 Regelende taken <i>Schaal:</i> REGELALL	eb6 ziw1 ziw4 ziw11 leiddingg
Volledigheid	Som uitvoerend, voorbereidend en ondersteunend	

Met de items van de WBM zijn we niet in staat om een volledig inzicht in de arbeidsdeling van organisaties te genereren. We missen de samenhang tussen functies. We weten bijvoorbeeld niet of een uitvoerende medewerker met een hoge mate van volledigheid in een organisatie werkt waarin de leidinggevende specifieke taken heeft overgedragen aan uitvoerende medewerkers. Daarvoor is organisatiegericht onderzoek nodig. Wel kunnen we nagaan of er überhaupt uitvoerende medewerkers zijn met een hoge volledigheidsscore. Om die groep te identificeren hebben we die medewerkers geselecteerd die in de gestandaardiseerde verdeling (z-transformatie) een score boven de 0 hebben. Als we de steekproef splitsen op dit middelpunt, dan krijgen we zicht op die medewerkers met meer volledigheid en meer regeltaken. Die groep zullen we afzonderlijk onderzoeken.

2.3 Data-koppeling en analysemethoden

2.3.1 Inleiding

We gaan na in welke mate de Frey en Osborne Index (FOI), de Labouring Capacity Index (LCI) en de MST-Index toelaten om ontwikkelingen in de omvang van functiegroepen in de toekomst te voorspellen. Onze methode bestaat uit **een forecasting-methode** waarbij we op basis van surveyresultaten in het verleden, de situatie van vandaag proberen te voorspellen. We volgen daarbij precies dezelfde methodologie als Artzn et al., Nedelkoska en Quintini en Heald et al. om voorspellingen te doen op basis van uitkomsten van recente surveys. Alleen kiezen we nu een datum in het verleden en kijken in welke mate de reële ontwikkeling in functiegroepen in lijn loopt met de voorspellingen. We maken hierbij ook de aanname dat de nieuwe technologie waar Frey en Osborne naar kijken, reeds aanwezig is in het verleden. Frey en Osborne richten zich op technologieën zoals cobots en artificiële intelligentie. Mogelijk zijn die technologieën in onze metingen (vanaf 2004) nog niet zo wijdverbreid als Frey en Osborne verwachten dat deze in de toekomst zullen zijn. We willen er wel op wijzen dat Frey en Osborne voorspelden op basis van data uit 2010. 2019 is 9 jaar na deze datum en dan zouden we reeds eerste effecten van hun voorspellingen moeten kunnen zien in onze analyses.

Onze start is steeds de index-score in 2004 van de FOI, LCI of MST. Afhankelijk van de benadering leidt een afname of toename in de index-score tot een relatieve stijging of daling in de omvang van een functiegroep: met andere woorden, als bijvoorbeeld in het geval van de LCI een functie in 2004 hoger scoort dan een andere functie, dan verwachten we dat de functie sterker groeit (minder krimpt) dan functies die lager scoren op de LCI. De predictieve sterkte van het LCI-model vergelijken we vervolgens met de andere modellen (FOI en MST).

In de analyses kijken we naar de lange termijnvoorspelling, waarbij we het effect van de indexen los van de invloed van de factor tijd willen bekijken. Daarom bestaat de analyse uit een **multilevel-component** waarbij we de individuele gegevens (van de respondenten) koppelen aan beroepsgroepen en waarbij we de impact over tijd controleren. Het onderzoek bevat een **longitudinaal aspect**. We lichten eerst toe hoe we de data van de LFS hebben gekoppeld aan de indices. Daarna lichten we de analysemethoden toe.

2.3.2 Koppeling van de data

Om de predictieve kwaliteit van de verschillende indices te onderzoeken moeten we de indices koppelen aan de data van de LFS. De volgende stappen zijn ondernomen:

- We hebben voor de verschillende jaargangen van de WBM de indexscores berekend (dus bijvoorbeeld voor de LCI: LCI2004, LCI2007, LCI2010 etc.). Daarmee krijgen we in beeld welke verwachtingen er op verschillende momenten bestaan over de mogelijke ontwikkeling in de omvang van functiegroepen. Specifieke omstandigheden van 2004 kunnen de LCI-scores (en andere scores) in dat jaar hebben beïnvloed. Volgende jaargangen van de indices helpen om de resultaten robuuster te maken.
- De gegevens van de Eurostat Labour Force Survey (LFS) voor Vlaanderen zijn gekoppeld aan de WBM. De LFS levert ons het inzicht in de (reële) ontwikkeling van de functiegroepen. Om die koppeling mogelijk te maken moeten we de populatiefrequenties die de LFS levert op niveau van functiegroepen en sectoren koppelen. De WBM levert evenwel een beperkte indeling van functies en van sectoren. Deze indelingen zijn ook niet gekoppeld aan de gangbare ISCO- en NACE-classificaties zodat we rekening moeten houden met niet volledig af te stemmen resultaten. Voor de koppeling hebben we gezocht naar een face-value overlap tussen ISCO-1 en de zes functiegroepen die zijn gehanteerd in de WBM. Hetzelfde hebben we gedaan voor de NACE-codes met de 14 sectoren die de WBM voorziet. In deze koppeling is rekening gehouden met de aanpassingen in ISCO (2008) en NACE over de jaren heen. Bij de koppeling hebben we eerst tijdsreeksen met absolute frequenties per jaar opgesteld. Het probleem met absolute aantallen is dat de omvang van de groepen erg verschillend is en dat de absolute verschillen in omvang doorwegen in de vergelijkingen. Daarom kijken we naar proportionele verschillen tussen de functiegroepen waarbij we de ontwikkeling in de absolute omvang van een functiegroep relateren van een startjaar (bv. 2004) aan de omvang in 2019.

Onze variabelen zijn de volgende:

- De **index-score** (automatiseringskans, gebaseerd op aspecten van de functie-inhoud) per functiegroep voor de meting.
- De omvang van elke functiegroep in de vervolgjaren als een **procentuele verschuiving** ten opzichte van de eerste meting.

- We evalueren het proportionele verschil in omvang per jaar ten opzichte van het index-jaar, het referentiejaar. Dit verschil is weergegeven in de **interactie-coëfficiënten**. De coëfficiënten geven aan hoeveel de toename in een functiegroep is, als de index-score toeneemt met 1%.

In de analyse kijken we naar het volgende:

- We bekijken hoeveel de index van de variantie in de ontwikkeling van de functiegroep-omvang verklaart. De index in een jaar geeft niet alleen per functiegroep een schatting van de automatiseringskansen, maar ook van de verschillen tussen de functiegroepen. Het is dit verschil in automatiseringskansen waarin we geïnteresseerd zijn.
- We voeren verschillende robuustheid-checks uit:
 - We herhalen de analyses voor de verschillende metingen om na te gaan hoe stabiel onze resultaten zijn. Van belang is dat Frey en Osborne en Pfeiffer en Suphan aannemen dat hun indices stabiele schatters zijn van de automatiseringskansen.
 - Een tweede test die we uitvoeren is één van de functies weg te laten. Uit figuur 1 is reeds duidelijk dat de functiegroep kader of directie een bijzonder verloop laat zien. Dat heeft onder andere te maken met herclassificatie van de functiegroep in de ISCO-lijsten. Dat is zichtbaar in de LFS-gegevens. We zullen de berekeningen opnieuw uitvoeren waarbij we deze functie weglaten.
- Naast de verschillende tabellen visualiseren we de verschillen tussen de jaarcoëfficiënten. Het index-jaar is het referentiejaar, dus de coëfficiënten zijn de verschillen ten opzichte van dat jaar. Deze stappen herhalen we voor nieuwe schattingen voor 2007, 2010, 2013 en 2016.

2.3.3 Multilevel-analyse

Het multilevel-onderzoek bestaat uit de koppeling van surveyresultaten gemeten op individueel niveau en waarbij de groepsresultaten worden vergeleken met LFS-data gemeten op groepsniveau. De analyses worden gedaan op een dataset met als units de functiegroep per jaar. Dit wil zeggen een micro-macro data-situatie waarbij de afhankelijke variabele op een hoger niveau is gemeten dan de onafhankelijke variabelen.

We hebben dus in de dataframe een gemiddelde per functie gedeeld door het aantal personen in de functiegroep per jaar. De consequentie is dat alle variatie binnen een functie niet is meegenomen. We stelden ons de vraag of het verantwoord is om met een beperkt aantal functiegroepen, zoals nu beschikbaar in de WBM, dergelijke geaggregeerde analyses te doen. Met zes functiegroepen is sprake van te beperkte variatie en wordt variatie binnen de functies weggelaten. Alleen bij een hoge intra-klasse correlatie (ICC) (i.c. intra-functie correlatie van functiegroep) is dit verantwoord. Dit blijkt overigens de methode te zijn voor een micro-macro-analyse¹⁸. Onze conclusie is dat deze methodologie opgaat voor ons type onderzoek. Liever hadden we meer functies, maar de informatie in de WBM is nu eenmaal beperkt.

¹⁸ Zie: Foster-Johnson, L. & Kromrey, J.D. (2018). Predicting group-level outcome variables: An empirical comparison of analysis strategies. *Behav Res* 50, 2461–2479. <https://doi-org.vu-nl.idm.oclc.org/10.3758/s13428-018-1025-8>.

We onderzoeken verschillende modellen waarbij de samenhang tussen de proportionele verandering in de omvang van een functiegroep als afhankelijke variabele in de multilevel-analyses is opgenomen. **Tijd, de index en de interactie tussen tijd en de verschillende indices zijn de onafhankelijke variabelen**, afhankelijk van het model dat getest wordt. Als we longitudinaal over de tijd testen, dan zijn twee modellen aan de orde:

- Model 0: Longitudinaal model (multilevel-model met random intercept voor de functievariabele), met de proportionele verandering in omvang functiegroep als afhankelijke variabele en de tijd als onafhankelijke variabele.
- Model 1: Longitudinaal model (multilevel-model met random intercept voor functievariabele), met de proportionele verandering in omvang functiegroep als afhankelijke variabele en de interactie tussen de indexscore en tijd als onafhankelijke variabelen.

Uit model 1 zien we het verband tussen de index en de proportionele verandering over de tijd; uit de vergelijking van de R^2 met model 0 zien we hoeveel de index van de variantie in de proportionele verandering verklaart.

Als we longitudinaal op 2019 testen, dan krijgen we een model voor het proportionele verschil in groei van het referentiejaar tot aan 2019. In het model wordt de index als onafhankelijke variabele meegenomen. De verklaarde variantie laat dan zien hoeveel de index verklaart van de proportionele groei in 2019. R^2 is de verklaarde variantie van de fixed effecten van dit totale model. De omvang van R^2 geeft aan hoe sterk het LCI-model is. De R^2 delta is het verschil in verklaarde variantie van het model met index versus het model zonder index. Dit is de residuele variantie waaruit zichtbaar wordt hoe sterk de index uiteindelijk in de ontwikkeling van de omvang van de functiegroep verklaart. Dat is waarnaar we op zoek zijn.

Omdat sommige methoden specifiek zijn voor Frey en Osborne, Pfeiffer en Suphan en de organisatiebenadering, lichten we deze methoden bij die benaderingen toe.

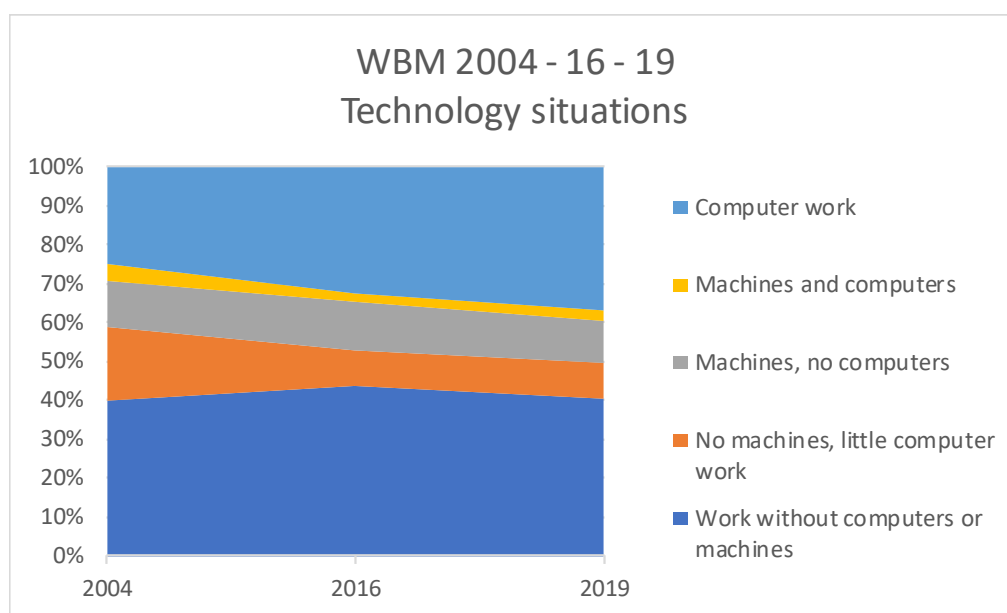
2.3.4 Technologische ontwikkeling en de WBM

Om te kunnen achterhalen of er banen verdwijnen als gevolg van technologische ontwikkelingen en om welke banen dat gaat, moeten we de technologische ontwikkeling zelf in beeld kunnen brengen. Voor de analyse van de WBM dienen we te weten of de technologische ontwikkeling zelf na te gaan is. De Werkbaarheidsmonitor bevat geen technologie-maat. We kunnen wel een indicatie krijgen van de technologie-situatie door specifieke variabelen te combineren. Het lastige is dat niet al deze specifieke variabelen in alle WBM-metingen aan bod komen. Daarmee kunnen we geen echte tijdsreeksen analyseren. We hebben een technologie-maat geconstrueerd, maar deze maat mag alleen met een grote omzichtigheid worden gebruikt. De maat ("tech_environ") is als volgt gemaakt:

- De variabele FYS1 (*Hoe dikwijls heeft u tijdens de oefening van uw werk te maken met trillingen van werktuigen en machines?*) zien we als een indicatie voor een omgeving waarin werknemers met machines en werktuigen moeten werken. Deze variabele onderschat het aantal situaties met dit soort technologie: bv. omgevingen waarin werktuigen en machines aanwezig zijn, maar die niet trillen, die zijn niet in beeld gebracht. Het voordeel van deze maat is dat deze in alle metingen is gebruikt. In ieder geval kunnen we aannemen dat deze maat een onderkant is van het aantal werknemers dat te maken heeft met 'harde technologie', zoals bijvoorbeeld machines.

- Voor het gebruik van computers zijn verschillende vragen gesteld. In de 2004-meting vinden we het item FYS92004 (*Heeft u tijdens de uitoefening van uw werk te maken beeldschermwerk?*). In 2016 en 2019-metingen zijn er twee items: TELEWERK2016 (*Doet u aan telethuiswerk?*) en EMAIL2016 (*Hoe dikwijls komt het voor dat u buiten de werkuren uw e-mails van het werk behandelt?*). Deze drie items laten toe om af te leiden of de werknemer met een computer werkt. FYS92004 is de meest precieze van de drie items: het item laat toe om computergebruik vast te stellen. In 2004 waren mobiele telefoons nog vooral telefoons en geen mini-computers. Voor 2016 en 2019 is de informatie minder precies. Werknemers die én telethuiswerken en/of na de werkuren e-mails beantwoorden, zullen zeker computers gebruiken. Dat kan een vaste computer, laptop of smartphone zijn. Zeker in deze laatste twee metingen geven deze items een ondergrens aan van het aantal personen die computers gebruiken.

Figuur 2 laat ons zien hoe de technologie-situatie voor de WBM-werknemers eruit ziet.



Figuur 2. Technologie-situaties zoals beschreven kunnen worden met de WBM voor 2004, 2016 en 2019.

De figuur maakt duidelijk dat het computergebruik sterk is gestegen. Het lijkt erop dat machinegedreven werkomgevingen in belang afnemen, en dat een gedigitaliseerde machineomgeving niet echt in omvang is gegroeid. Mogelijk dat machines minder zijn gaan trillen? Maximaal zo'n veertig procent van de medewerkers werkt in een niet-technologie situatie. Dit rapport richt zich op de impact van deze veranderende technologische context.

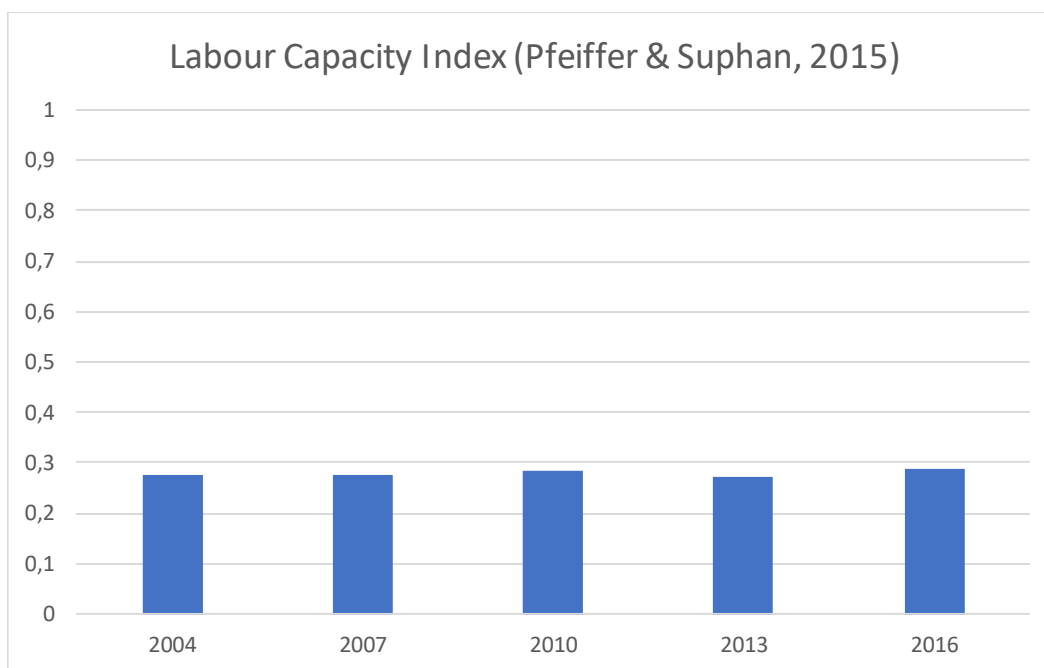
3. Voorspelling wijzigingen in kwantitatieve werkgelegenheidsstructuur functiegroepen met de Labouring Capacity Index

3.1 Inleiding

Het doel van dit hoofdstuk is om na te gaan wat de predictieve waarde is van de LCI. In sectie 3.2 kijken we eerst naar de LCI-scores voor de verschillende functiegroepen in de WBM. Daarmee krijgen we in beeld hoe stabiel de berekende scores zijn. Sectie 3.3 richt zich op de predictieve waarde van de LCI. We kijken wat de LCI-scores verklaren op de lange-termijn en of de LCI-scores meer verklaren dan de factor tijd. In sectie 3.4 checken we hoe robuust de voorspellingen zijn. De gegevens worden gevisualiseerd in sectie 3.5. Uiteindelijk brengen we de belangrijkste resultaten samen in sectie 3.6. Deze conclusies worden in hoofdstuk 7 vergeleken met de andere indices.

3.2 Beschrijvende analyse

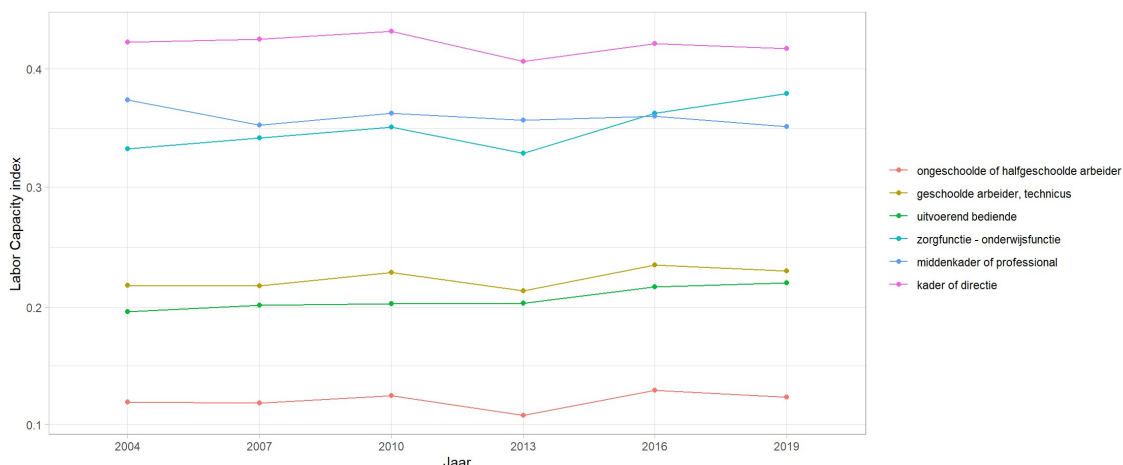
Figuur 3 laat de gemiddelde LCI-scores over alle functiegroepen per jaar zien.



Figuur 3. Ontwikkeling van de gemiddelde LCI-scores voor de zes meetmomenten van de WBM (LCI=0 is hoge automatiseerbaarheidskans; LCI=1 is lage automatiseerbaarheidskans; 0,1 = 10%)

De scores komen lager uit dan bij Pfeiffer en Suphan (2015), waar ze voor de Duitse populatie op 55% uitkomen. De reden waarom de scores anders zijn in de WBM heeft drie redenen: de operationalisering van de LCI is niet voor 100% gelijk aan die van Pfeiffer en Suphan (zie hoger); het aantal functiegroepen is beperkter dan in hun analyse; en de Duitse en Belgische situatie hoeven niet met elkaar vergelijkbaar te zijn.

Voor de zes functiegroepen in de WBM kunnen we voor alle meetmomenten de LCI berekenen. Figuur 4 toont de ontwikkeling van de LCI-scores van 2004 tot en met 2019. Ongeschoolde of halfgeschoolde arbeiders hebben een LCI van 12% waarmee Pfeiffer en Suphan aangeven dat in de arbeidsinhoud van deze functies geen bescherming zit tegen automatisering.



Figuur 4. Ontwikkeling van de LCI-scores voor de zes functiegroepen voor de zes meetmomenten (LCI=0 is hoge automatiseerbaarheidskans; LCI=1 is lage automatiseerbaarheidskans; 0.1 = 10%)

Uit Figuur 4 valt af te leiden dat kader of directie hoger scoren op de LCI en daarmee lage automatiseringskansen laten zien. De functiegroepsscores blijken over de verschillende metingen tamelijk stabiel te blijven. In die zin is sprake van een hoge mate van betrouwbaarheid van de meetconstructen.

3.3 Lange-termijnvoorspelling van de LCI: actuele veranderingen in proporties functiegroepen

3.3.1 Inleiding

De volgende analyse gaat na in hoeverre de LCI in 2004 en volgende jaren gerelateerd is aan de proportionele verandering in de omvang van de functiegroepen over de verschillende metingen heen. We starten eerst met het totale effect, vervolgens kijken we naar het totale model zonder de functiegroep kader of directie, en kijken dan naar de volledige multilevel-modellen. In 2008 is de beroepenclassificatie van de ISCO gewijzigd. De implementatie daarvan is pas na 2010 in de LFS zichtbaar en de verschuivingen in de klassen hebben mogelijk een effect gehad op de

voorspellingskracht van de LCI. Daarom kijken we in het bijzonder naar twee resultaten: de cijfers van 2013 en later; en de resultaten voor de functiegroepen waarbij kader of directie zijn uitgesloten.

3.3.2 Wijziging over de hele periode

In hoeverre is de LCI in 2004, 2007, 2010, 2013 en 2016 gerelateerd aan de verandering in de proportionele omvang van de functiegroepen in 2019? *Tabel 7* en volgende laten zien dat de verklaarde variantie in groei in functies tussen de startdatum (2004) en 2019 bijna onbestaande is ($R^2=1,6\%$), en sterk groeit tot 72% in 2013. Alleen de voorspelling in 2013 zorgt voor een hoge verklaarde variantie van de omvang van de functiegroep in 2019. De LCI-2013 laat zien dat een hogere LCI-score hier gepaard gaat met een significante stijging in de omvang van de functiegroep. Dat is wat Pfeiffer voor ogen heeft. In 2016 is de verklaringskracht opnieuw een stuk lager en niet meer significant.

Tabel 7. Algemeen effect van de LCI2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	0.149	0.331	0.450	0.676	0.016
LCI_2004	0.287	1.114	0.258	0.809	

Tabel 8. Algemeen effect van de LCI2007 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	0.191	0.268	0.714	0.515	0.005
LCI_2007	-0.128	0.906	-0.142	0.894	

Tabel 9. Algemeen effect van de LCI2010 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	0.224	0.217	1.033	0.360	0.073
LCI_2010	-0.403	0.716	-0.563	0.603	

Tabel 10. Algemeen effect van de LCI2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM) (groene cel: significant, $p<0.05$)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	-0.041	0.046	-0.877	0.430	0.72
LCI_2013	0.515	0.161	3.209	0.033	

Tabel 11. Algemeen effect van de LCI2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	0.024	0.051	0.479	0.657	0.166
LCI_2016	0.149	0.167	0.893	0.422	

3.3.3 LCI-scores en de impact van tijd

Tabel 12 en volgende zijn multilevel-regressiemodellen voor de proportionele verandering van de functiegroepen per meetperiode. De modellen tonen het intercept als nul en schattingen voor de verschillende variabelen voor de verandering als gevolg van jaar en de interactie van jaar en LCI. Een multilevel-analyse is nodig omdat anders het verschil tussen de functiegroepen verdwijnt (een multilevel-correctie is nodig). De tabellen geven aan welke effecten significant zijn. R^2 geeft de

verklaarde variantie van de fixed effecten van dit totale model weer. De R^2 delta is het verschil in verklaarde variantie van het model met index versus het model zonder index. Deze maat is de meest interessante omdat deze de restverklaring van de LCI-score geeft.

Tabel 12. Detailbeeld van effect van de LCI2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	Df ¹⁹	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.227	9.227	0.000	1.000	0.119	0.017
factor(Jaar)2005	-0.085	0.195	60.000	-0.434	0.666		
factor(Jaar)2006	-0.057	0.195	60.000	-0.293	0.771		
factor(Jaar)2007	-0.011	0.195	60.000	-0.055	0.957		
factor(Jaar)2008	0.016	0.195	60.000	0.084	0.934		
factor(Jaar)2009	-0.062	0.195	60.000	-0.316	0.753		
factor(Jaar)2010	-0.058	0.195	60.000	-0.296	0.769		
factor(Jaar)2011	0.336	0.195	60.000	1.716	0.091		
factor(Jaar)2012	0.217	0.195	60.000	1.110	0.271		
factor(Jaar)2013	0.194	0.195	60.000	0.993	0.325		
factor(Jaar)2014	0.121	0.195	60.000	0.619	0.538		
factor(Jaar)2015	0.159	0.195	60.000	0.815	0.419		
factor(Jaar)2016	0.129	0.195	60.000	0.660	0.512		
factor(Jaar)2017	0.164	0.195	60.000	0.837	0.406		
factor(Jaar)2018	0.145	0.195	60.000	0.742	0.461		
factor(Jaar)2019	0.149	0.195	60.000	0.762	0.449		
LCI_2004	0.000	0.764	9.227	0.000	1.000		
factor(Jaar)2005:LCI_2004	0.363	0.658	60.000	0.552	0.583		
factor(Jaar)2006:LCI_2004	0.316	0.658	60.000	0.480	0.633		
factor(Jaar)2007:LCI_2004	0.252	0.658	60.000	0.383	0.703		
factor(Jaar)2008:LCI_2004	0.225	0.658	60.000	0.342	0.734		
factor(Jaar)2009:LCI_2004	0.484	0.658	60.000	0.735	0.465		
factor(Jaar)2010:LCI_2004	0.582	0.658	60.000	0.885	0.380		
factor(Jaar)2011:LCI_2004	-0.913	0.658	60.000	-1.386	0.171		
factor(Jaar)2012:LCI_2004	-0.426	0.658	60.000	-0.646	0.520		
factor(Jaar)2013:LCI_2004	-0.281	0.658	60.000	-0.427	0.671		
factor(Jaar)2014:LCI_2004	0.065	0.658	60.000	0.098	0.922		
factor(Jaar)2015:LCI_2004	-0.107	0.658	60.000	-0.163	0.871		
factor(Jaar)2016:LCI_2004	0.079	0.658	60.000	0.119	0.905		
factor(Jaar)2017:LCI_2004	-0.028	0.658	60.000	-0.042	0.967		
factor(Jaar)2018:LCI_2004	0.218	0.658	60.000	0.330	0.742		
factor(Jaar)2019:LCI_2004	0.287	0.658	60.000	0.437	0.664		

Tabel 13. Detailbeeld van effect van de LCI2007 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) (groene cel: significant, $p < 0.05$)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.204	8.407	0.000	1.000	0.127	0.059
factor(Jaar)2008	0.030	0.169	48.000	0.176	0.861		

¹⁹ Een vraag is waarom er zo weinig significante effecten gevonden worden. Een verklaring is dat door aggregatie het aantal eenheden waarop de berekeningen worden uitgevoerd, erg beperkt is. In de kolom vrijheidsgraden (Df) kun je aflezen met hoeveel eenheden er feitelijk wordt gerekend. We hebben in het methodologie hoofdstuk reeds aangegeven dat je wel met een dergelijk klein aantal eenheden kunt werken als de intra-klasse correlatie hoog is (redelijk homogeen binnen een eenheid).



factor(Jaar)2009	-0.047	0.169	48.000	-0.278	0.782		
factor(Jaar)2010	-0.033	0.169	48.000	-0.198	0.844		
factor(Jaar)2011	0.343	0.169	48.000	2.032	0.048		
factor(Jaar)2012	0.230	0.169	48.000	1.364	0.179		
factor(Jaar)2013	0.221	0.169	48.000	1.313	0.195		
factor(Jaar)2014	0.151	0.169	48.000	0.897	0.374		
factor(Jaar)2015	0.192	0.169	48.000	1.136	0.261		
factor(Jaar)2016	0.166	0.169	48.000	0.982	0.331		
factor(Jaar)2017	0.204	0.169	48.000	1.212	0.231		
factor(Jaar)2018	0.188	0.169	48.000	1.113	0.271		
factor(Jaar)2019	0.191	0.169	48.000	1.135	0.262		
LCI_2007	0.000	0.689	8.407	0.000	1.000		
factor(Jaar)2008:LCI_2007	-0.043	0.570	48.000	-0.075	0.941		
factor(Jaar)2009:LCI_2007	0.210	0.570	48.000	0.367	0.715		
factor(Jaar)2010:LCI_2007	0.264	0.570	48.000	0.462	0.646		
factor(Jaar)2011:LCI_2007	-1.155	0.570	48.000	-2.025	0.048		
factor(Jaar)2012:LCI_2007	-0.696	0.570	48.000	-1.220	0.229		
factor(Jaar)2013:LCI_2007	-0.610	0.570	48.000	-1.069	0.290		
factor(Jaar)2014:LCI_2007	-0.282	0.570	48.000	-0.495	0.623		
factor(Jaar)2015:LCI_2007	-0.460	0.570	48.000	-0.807	0.424		
factor(Jaar)2016:LCI_2007	-0.296	0.570	48.000	-0.518	0.607		
factor(Jaar)2017:LCI_2007	-0.423	0.570	48.000	-0.742	0.462		
factor(Jaar)2018:LCI_2007	-0.195	0.570	48.000	-0.342	0.734		
factor(Jaar)2019:LCI_2007	-0.128	0.570	48.000	-0.225	0.823		

Tabel 14. Detailbeeld van effect van de LCI2010 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.194	5.577	0.000	1.000	0.212	0.166
factor(Jaar)2011	0.373	0.114	36.000	3.276	0.002		
factor(Jaar)2012	0.260	0.114	36.000	2.286	0.028		
factor(Jaar)2013	0.252	0.114	36.000	2.212	0.033		
factor(Jaar)2014	0.182	0.114	36.000	1.600	0.118		
factor(Jaar)2015	0.222	0.114	36.000	1.952	0.059		
factor(Jaar)2016	0.197	0.114	36.000	1.731	0.092		
factor(Jaar)2017	0.235	0.114	36.000	2.067	0.046		
factor(Jaar)2018	0.220	0.114	36.000	1.934	0.061		
factor(Jaar)2019	0.224	0.114	36.000	1.968	0.057		
LCI_2010	0.000	0.641	5.577	0.000	1.000		
factor(Jaar)2011:LCI_2010	-1.358	0.376	36.000	-3.612	0.001		
factor(Jaar)2012:LCI_2010	-0.917	0.376	36.000	-2.440	0.020		
factor(Jaar)2013:LCI_2010	-0.841	0.376	36.000	-2.237	0.032		
factor(Jaar)2014:LCI_2010	-0.530	0.376	36.000	-1.410	0.167		
factor(Jaar)2015:LCI_2010	-0.700	0.376	36.000	-1.863	0.071		
factor(Jaar)2016:LCI_2010	-0.549	0.376	36.000	-1.459	0.153		
factor(Jaar)2017:LCI_2010	-0.675	0.376	36.000	-1.795	0.081		
factor(Jaar)2018:LCI_2010	-0.465	0.376	36.000	-1.238	0.224		
factor(Jaar)2019:LCI_2010	-0.403	0.376	36.000	-1.073	0.290		

Tabel 15. Detailbeeld van effect van de LCI2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) (groene cel: significant, $p < 0.05$)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.049	14.367	0.000	1.000	0.543	0.253
factor(Jaar)2014	-0.070	0.054	24.000	-1.289	0.210		
factor(Jaar)2015	-0.030	0.054	24.000	-0.550	0.587		
factor(Jaar)2016	-0.061	0.054	24.000	-1.121	0.273		
factor(Jaar)2017	-0.010	0.054	24.000	-0.182	0.857		
factor(Jaar)2018	-0.038	0.054	24.000	-0.694	0.494		
factor(Jaar)2019	-0.041	0.054	24.000	-0.751	0.460		
LCI_2013	0.000	0.171	14.367	0.000	1.000		
factor(Jaar)2014:LCI_2013	0.331	0.187	24.000	1.763	0.091		
factor(Jaar)2015:LCI_2013	0.150	0.187	24.000	0.800	0.431		
factor(Jaar)2016:LCI_2013	0.332	0.187	24.000	1.770	0.089		
factor(Jaar)2017:LCI_2013	0.135	0.187	24.000	0.722	0.477		
factor(Jaar)2018:LCI_2013	0.415	0.187	24.000	2.213	0.037		
factor(Jaar)2019:LCI_2013	0.515	0.187	24.000	2.748	0.011		

Tabel 16. Detailbeeld van effect van de LCI2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.058	8.541	0.000	1.000	0.324	0.013
factor(Jaar)2017	0.056	0.056	12.000	1.003	0.335		
factor(Jaar)2018	0.027	0.056	12.000	0.484	0.637		
factor(Jaar)2019	0.024	0.056	12.000	0.437	0.670		
LCI_2016	0.000	0.191	8.541	0.000	1.000		
factor(Jaar)2017:LCI_2016	-0.200	0.183	12.000	-1.090	0.297		
factor(Jaar)2018:LCI_2016	0.059	0.183	12.000	0.323	0.752		
factor(Jaar)2019:LCI_2016	0.149	0.183	12.000	0.815	0.431		

Tabel 12 laat zien dat de LCI-scores in de vervolgmetingen geen significante verbanden opleveren met de verandering in de absolute omvang van de functiegroep: de interactie-coëfficiënten zijn niet significant. De effectgroottes zijn over het algemeen klein. De verklaarde variantie (R^2) in verandering in de proportionele omvang van de functiegroepen van de index in 2004 is 11.9% en wordt iets groter tot ca. 12.7% in 2007, 21.2% in 2010, 54.3% in 2013 en 32.4% in 2016. Dit betekent dat (slechts) 11.9% van de variatie in de omvang van de zes functiegroepen na 2004 verklaard wordt door de positie van de functiegroepen in de LCI-index. Als alleen de impact van de LCI wordt bekeken, dan is de R^2 slechts 1.7% in 2004, 5.9% in 2007, 16.6% in 2010, 25.3% in 2013 en 1.3% in 2016. Van belang is op te merken dat de geschatte parameters (estimate) niet altijd in de goede richting gaan. Dit is vooral het geval in 2007, 2010, maar ook in 2016. De waarde van de LCI is sterk afhankelijk van het meetmoment. De meeste wijzigingen in de omvang van de groepen worden verklaard door de factor tijd.

3.4 Robuustheidscheck: wat gebeurt er als we kader of directie uitsluiten?

Uit figuur 2 weten we dat de functiegroep kader of directie een afwijkend patroon laat zien in de ontwikkeling van de omvang. Met de wijziging in de ISCO-08 is de samenstelling van verschillende

functiegroepen gewijzigd, en zorgt vooral de definitiewijziging in de functiegroep kader of directie voor een effect. Als sensitiviteitsanalyse hebben we de analyse van 2004 herhaald zonder de directie/kader functiegroep. *Tabel 17* en volgende sluiten kader of directie uit de analyse uit. De tabellen geven aan in welke mate de LCI per jaar de proportionele verandering in omvang van de functiegroepen in 2019 verklaart.

De verklaarde variantie (R^2) in de ontwikkeling van de omvang van de functies van de index in 2004 is 67.8% en wordt groter tot 88.4% in 2013 en 36.1% in 2016. Het enige significante verband is er voor de index van 2013 voor de verandering in omvang in 2019. De coëfficiënt is gelijk aan 0.698; dus een toename van 1% op de LCI-index van 2013 staat gelijk aan een toename van 0.6% aan omvang van de functiegroep in 2019 (ten opzichte van 2013).

Tabel 17. Algemeen effect van de LCI2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	-0.153	0.191	-0.801	0.482	0.678
LCI_2004	1.811	0.721	2.511	0.087	

Tabel 18. Algemeen effect van de LCI2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	-0.076	0.038	-2.002	0.139	0.884
LCI_2013	0.698	0.146	4.771	0.017	

Tabel 19. Algemeen effect van de LCI2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	-0.001	0.057	-0.019	0.986	0.361
LCI_2016	0.270	0.208	1.302	0.284	

In de volgende tabellen is de multilevel-analyse herhaald voor alle functies maar zonder de functiegroep kader of directie. De R^2 stijgt naar 58.2% in 2004, 84.1% in 2013 en 55.4% in 2016 en respectievelijk voor R^2 delta 31.3% (2004), 55.5% (2013) en 16.2% (2016). Dan zijn de effecten opeens een stuk sterker en de verklaarde variantie een stuk groter. Van belang is op te merken dat het weglaten van deze functiegroep geen oplossing is voor het probleem van Pfeiffer en Suphan, namelijk dat ze geen verklaring hebben voor de ontwikkelingen op managementniveau in organisaties. De essentie van de LCI is dat meer autonomie, meer complexiteit en een grotere vooropleiding de kansen op automatisering verlagen. Juist deze functiegroep ontwikkelt zich niet over tijd zoals zij voorspellen.

Tabel 20. Detailbeeld van effect van de LCI2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))

	Estimate	Std. Error	Df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.145	10.815	0.000	1.000	0.582	0.313
factor(Jaar)2005	-0.125	0.148	45.000	-0.847	0.401		
factor(Jaar)2006	-0.105	0.148	45.000	-0.711	0.481		
factor(Jaar)2007	-0.051	0.148	45.000	-0.343	0.733		
factor(Jaar)2008	-0.040	0.148	45.000	-0.269	0.789		
factor(Jaar)2009	-0.132	0.148	45.000	-0.892	0.377		
factor(Jaar)2010	-0.149	0.148	45.000	-1.008	0.319		

factor(Jaar)2011	0.125	0.148	45.000	0.847	0.402		
factor(Jaar)2012	0.003	0.148	45.000	0.020	0.984		
factor(Jaar)2013	-0.030	0.148	45.000	-0.205	0.838		
factor(Jaar)2014	-0.126	0.148	45.000	-0.852	0.399		
factor(Jaar)2015	-0.086	0.148	45.000	-0.578	0.566		
factor(Jaar)2016	-0.125	0.148	45.000	-0.846	0.402		
factor(Jaar)2017	-0.165	0.148	45.000	-1.112	0.272		
factor(Jaar)2018	-0.174	0.148	45.000	-1.174	0.246		
factor(Jaar)2019	-0.153	0.148	45.000	-1.034	0.306		
LCI_2004	0.000	0.547	10.815	0.000	1.000		
factor(Jaar)2005:LCI_2004	0.567	0.559	45.000	1.016	0.315		
factor(Jaar)2006:LCI_2004	0.558	0.559	45.000	0.999	0.323		
factor(Jaar)2007:LCI_2004	0.454	0.559	45.000	0.813	0.420		
factor(Jaar)2008:LCI_2004	0.508	0.559	45.000	0.910	0.368		
factor(Jaar)2009:LCI_2004	0.838	0.559	45.000	1.501	0.140		
factor(Jaar)2010:LCI_2004	1.043	0.559	45.000	1.868	0.068		
factor(Jaar)2011:LCI_2004	0.148	0.559	45.000	0.265	0.792		
factor(Jaar)2012:LCI_2004	0.654	0.559	45.000	1.170	0.248		
factor(Jaar)2013:LCI_2004	0.852	0.559	45.000	1.525	0.134		
factor(Jaar)2014:LCI_2004	1.311	0.559	45.000	2.347	0.023		
factor(Jaar)2015:LCI_2004	1.128	0.559	45.000	2.019	0.049		
factor(Jaar)2016:LCI_2004	1.361	0.559	45.000	2.436	0.019		
factor(Jaar)2017:LCI_2004	1.628	0.559	45.000	2.915	0.006		
factor(Jaar)2018:LCI_2004	1.826	0.559	45.000	3.270	0.002		
factor(Jaar)2019:LCI_2004	1.811	0.559	45.000	3.242	0.002		

Tabel 21. Detailbeeld van effect van de LCI2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/ directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))

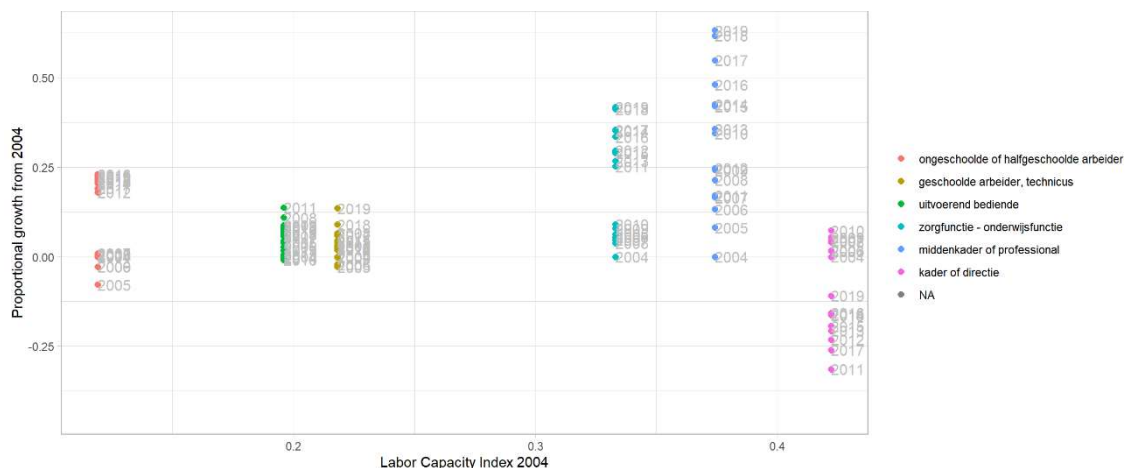
	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.031	11.836	0.000	1.000	0.841	0.555
factor(Jaar)2014	-0.076	0.035	18.000	-2.153	0.045		
factor(Jaar)2015	-0.041	0.035	18.000	-1.160	0.261		
factor(Jaar)2016	-0.070	0.035	18.000	-1.971	0.064		
factor(Jaar)2017	-0.096	0.035	18.000	-2.722	0.014		
factor(Jaar)2018	-0.097	0.035	18.000	-2.728	0.014		
factor(Jaar)2019	-0.076	0.035	18.000	-2.141	0.046		
LCI_2013	0.000	0.121	11.836	0.000	1.000		
factor(Jaar)2014:LCI_2013	0.364	0.137	18.000	2.662	0.016		
factor(Jaar)2015:LCI_2013	0.209	0.137	18.000	1.526	0.144		
factor(Jaar)2016:LCI_2013	0.379	0.137	18.000	2.772	0.013		
factor(Jaar)2017:LCI_2013	0.586	0.137	18.000	4.280	0.000		
factor(Jaar)2018:LCI_2013	0.722	0.137	18.000	5.275	0.000		
factor(Jaar)2019:LCI_2013	0.698	0.137	18.000	5.103	0.000		

Tabel 22. Detailbeeld van effect van de LCI2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/ directie (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.042	5.813	0.000	1.000	0.554	0.162
factor(Jaar)2017	-0.023	0.038	9.000	-0.608	0.559		
factor(Jaar)2018	-0.023	0.038	9.000	-0.609	0.558		
factor(Jaar)2019	-0.001	0.038	9.000	-0.029	0.978		
LCI_2016	0.000	0.154	5.813	0.000	1.000 ²⁰		
factor(Jaar)2017:LCI_2016	0.176	0.138	9.000	1.276	0.234		
factor(Jaar)2018:LCI_2016	0.298	0.138	9.000	2.156	0.059		
factor(Jaar)2019:LCI_2016	0.270	0.138	9.000	1.958	0.082		

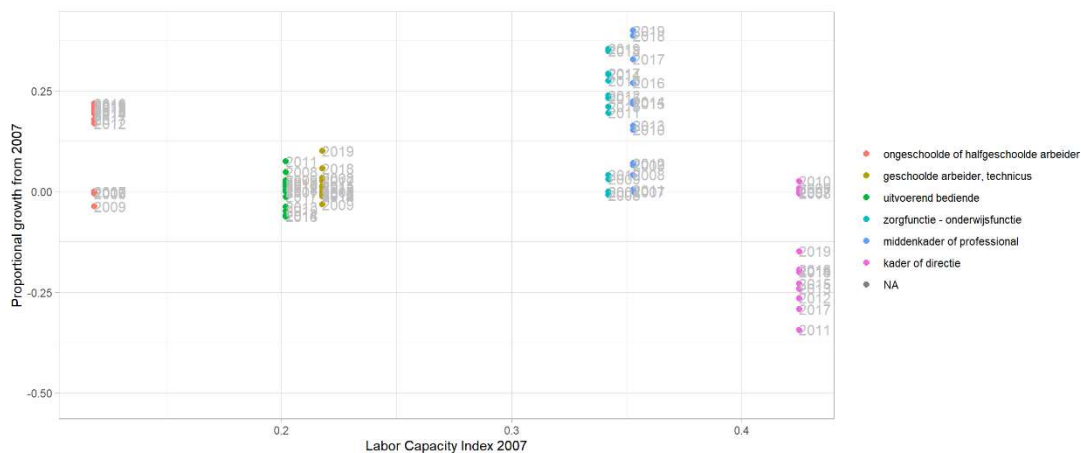
3.5 Visualisatie van LCI met LFS-uitkomsten

In onderstaande (interactieve) plots is voor de zes groepen in de WBM gevisualiseerd wat de proportionele groei of krimp is geweest in de verschillende jaren. Functies op kader/directieniveau laten een krimp zien, terwijl middenkader/professionals en zorg/onderwijsfuncties de grootste groei laten zien. Opvallend is het cijfer voor kader/directie omdat deze functies de hoogste scores op de LCI laten zien. Die scores verklaren niet de ontwikkeling in de functies op termijn. We hebben deze oefening herhaald voor de jaren 2007, 2010 en 2013. De spreidingsfiguren in de verschillende plots laten weinig wijzigingen zien. We zien wel dat de spreiding in verschillende functies meer ‘volatiel’ wordt: dit wil zeggen, meer verschuivingen over de jaren heen van toename naar afname. Uitvoerende bediende functionarissen laten gaandeweg hetzelfde patroon zien als kader/directie, met vooral sterke krimp in de functiegroep.

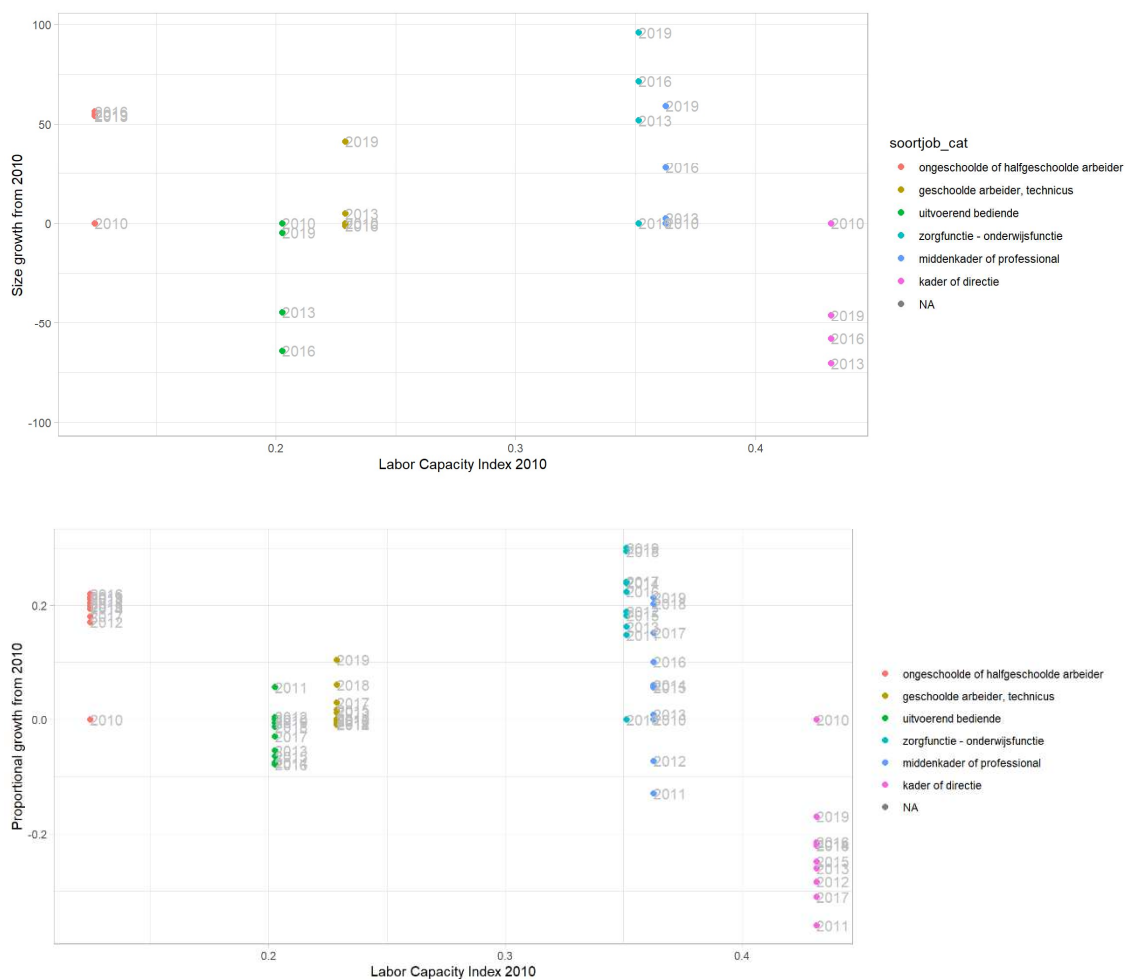


Figuur 5. Interactieve plot van LCI-scores voor functiegroepen en groei na 2004

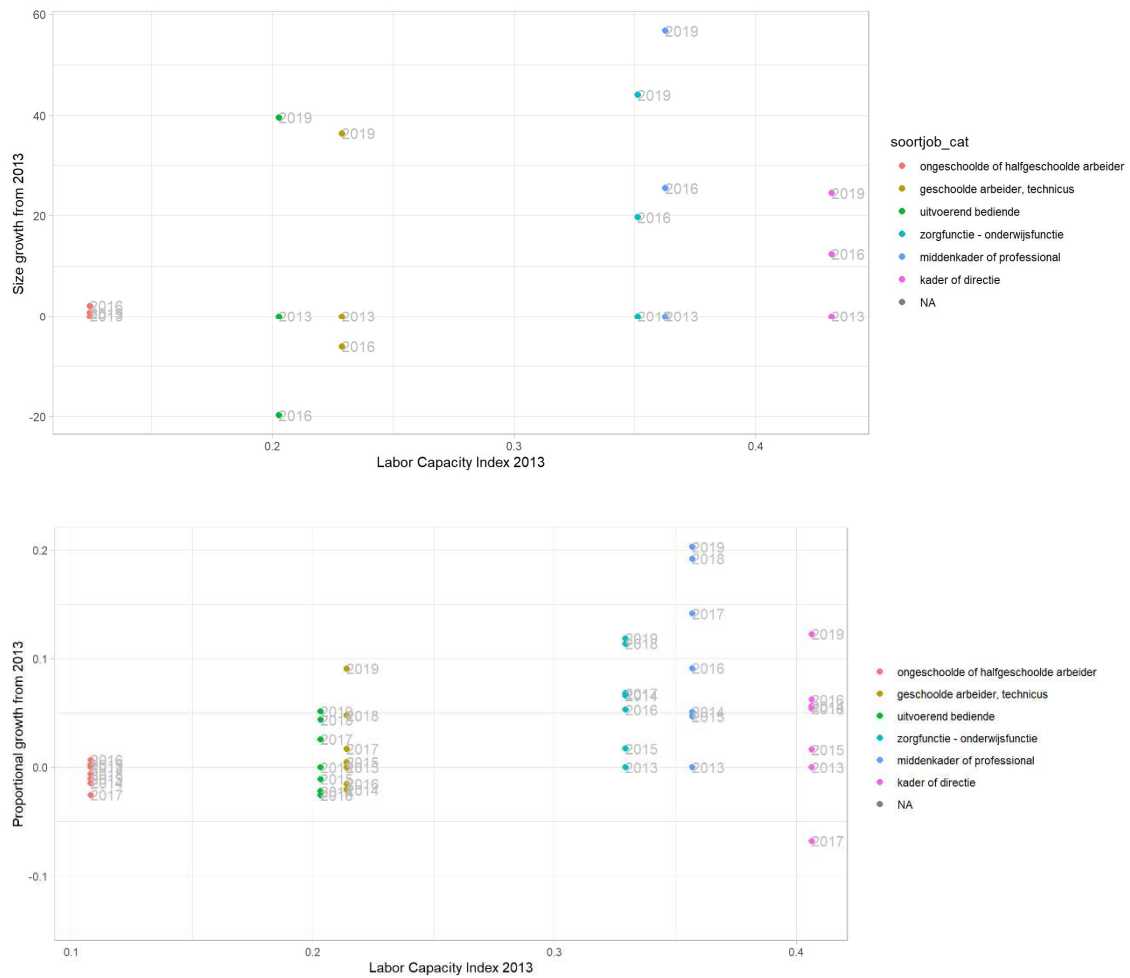
²⁰ Voor deze cel is de kans gelijk aan één omdat het intercept de proportionele wijziging is ten opzichte van 2004; dat begint als nul. Er is geen toename in functiegroep-omvang; dat geldt ook voor de LCI (0*0 = 1).



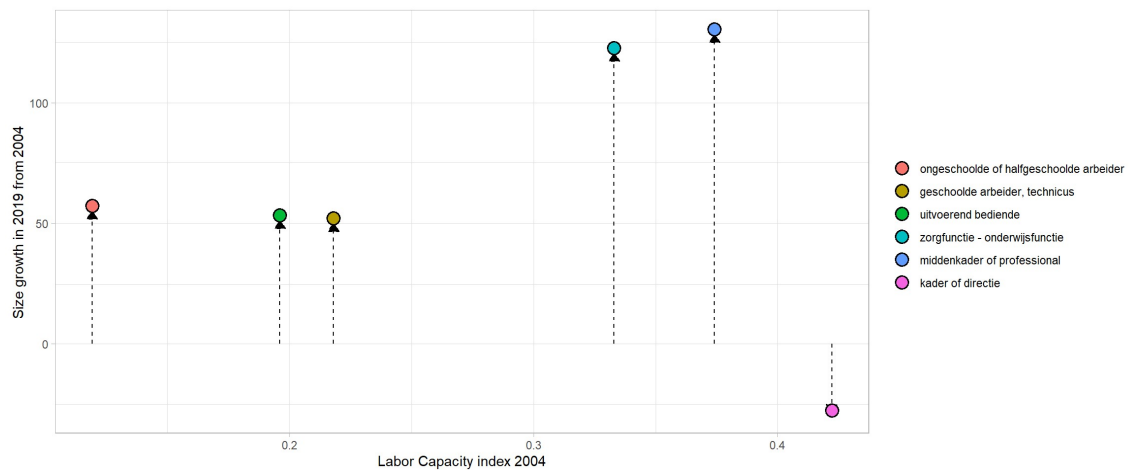
Figuur 6. Interactieve plot van LCI-scores voor functiegroepen en groei na 2007.

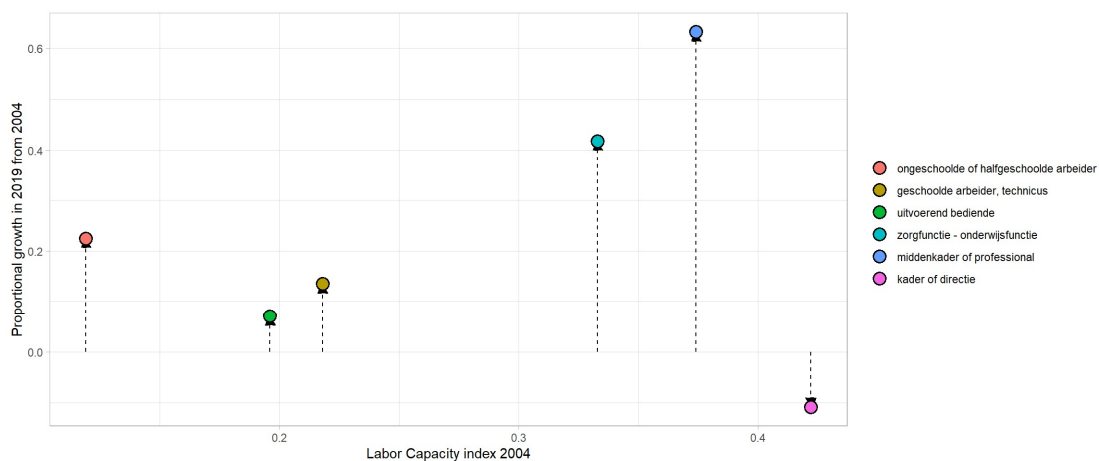


Figuur 7. Interactieve plot van LCI-scores voor functiegroepen en groei na 2010 (absoluut ($\times 1000$) en proportioneel).

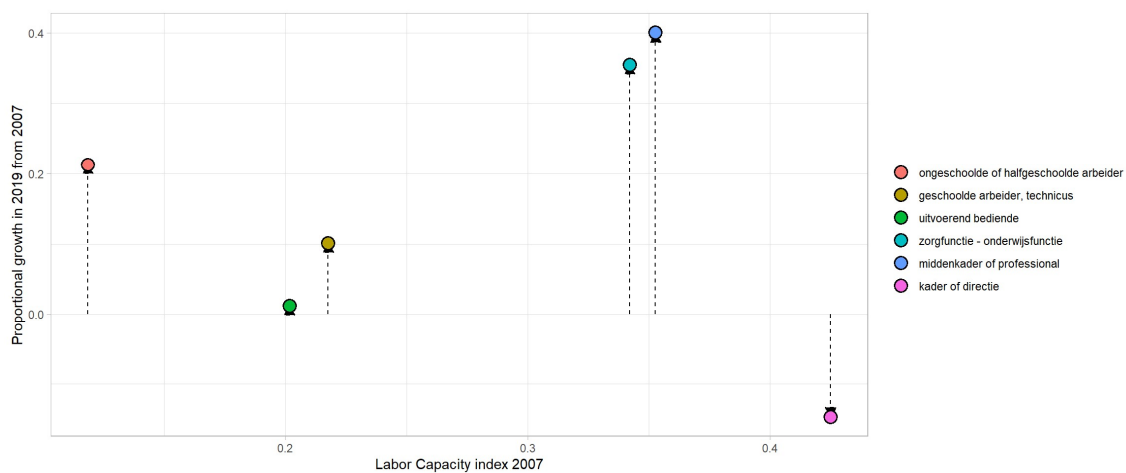
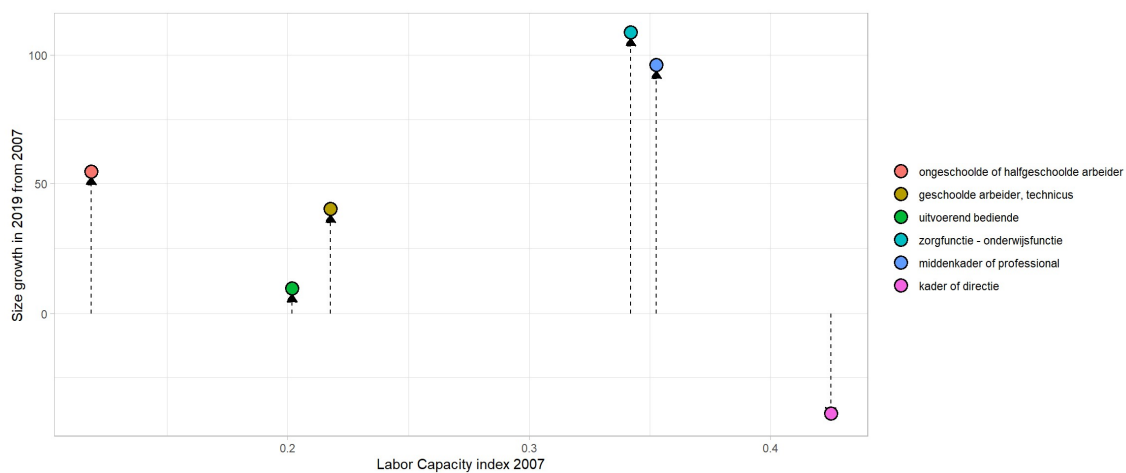


Figuur 8. Interactieve plot van LCI-scores voor functiegroepen en groei na 2013 (absoluut ($\times 1000$) en proportioneel).

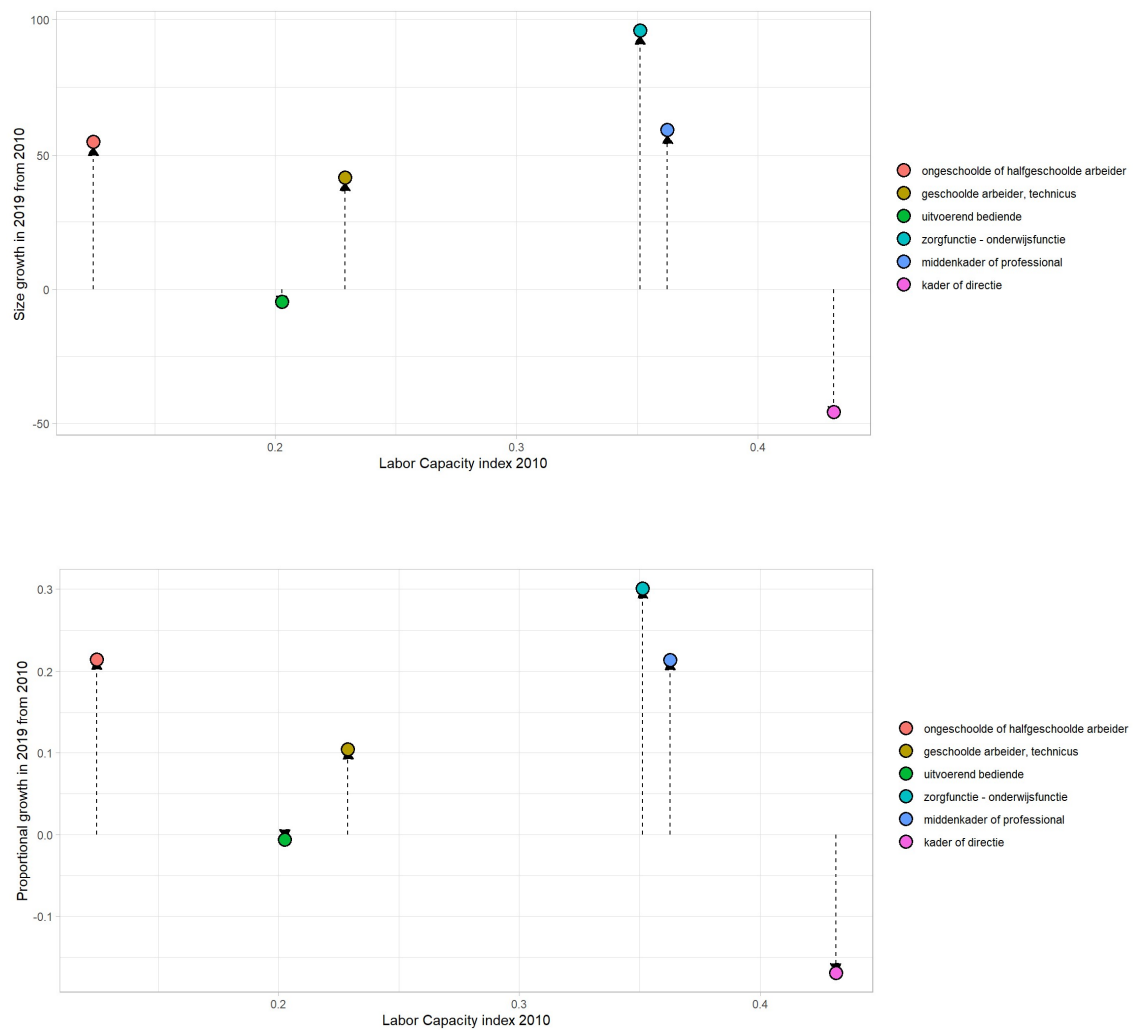




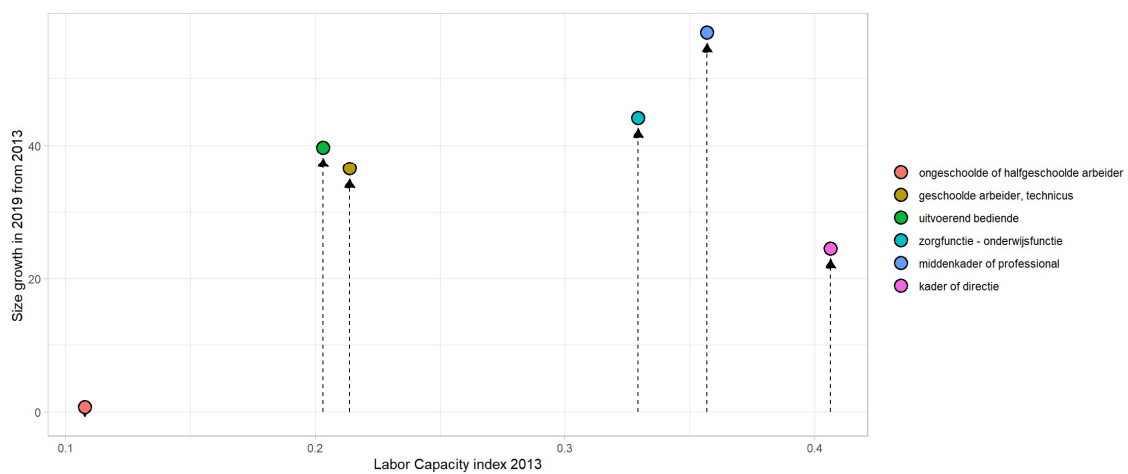
Figuur 9. Interactieve plot van LCI-scores voor functiegroepen in 2004 en uiteindelijke groei in 2019, met absolute en proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2004.

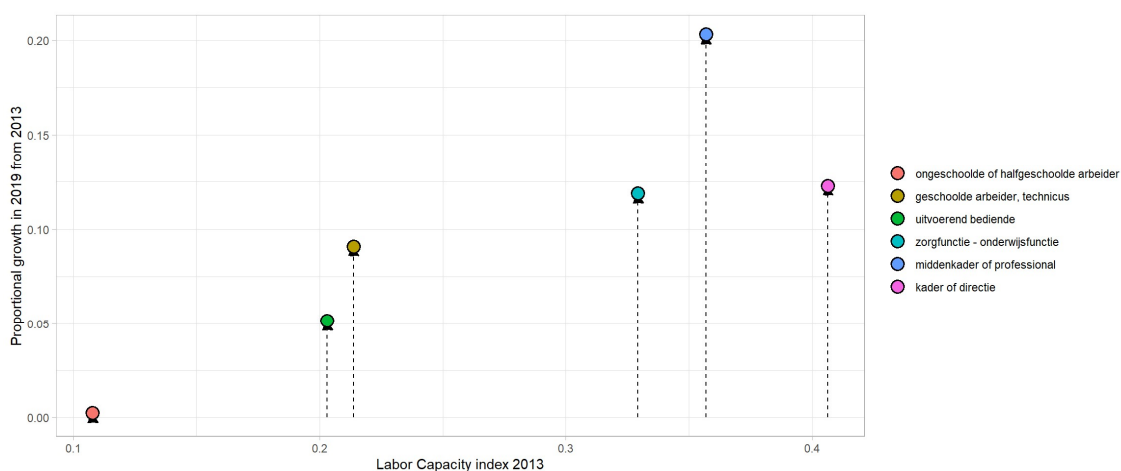


Figuur 10. Interactieve plot van LCI-scores voor functiegroepen in 2007 en uiteindelijke groei in 2019, met absolute en proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2004.



Figuur 11. Interactieve plot van LCI-scores voor functiegroepen in 2010 en uiteindelijke groei in 2019, met absolute en proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2004.





Figuur 12. Interactieve plot van LCI-scores voor functiegroepen in 2013 en uiteindelijke groei in 2019, met absolute en proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2004.

3.6 Conclusie

In het gedachtegoed van Pfeiffer en Suphan geeft een LCI-score aan dat functiegroepen met een hoge mate van *labouring capacity* (gemeten met de LCI-index) uiteindelijk ook lagere automatiseringsrisico's moeten hebben. Functies die steunen op veel meer vrijheid en veel meer regelruimte en vooral ervaring, zijn functies die het laagste risico lopen om te verdwijnen. Functies met een lage LCI lopen dat risico in sterkere mate. In ons onderzoek hebben we de impact van de LCI geoperationaliseerd aan de hand van de ontwikkeling in de omvang in absolute aantallen van functiegroepen zoals vastgesteld in de LFS-data van Eurostat (voor Vlaanderen). Met onze analyse kijken we op twee manieren naar de actuele wijzigingen in functiegroepen: de directe impact op de omvang van de functiegroep in 2019 en de multilevel-impact in 2019. Tabel 7 en Tabel 12 laten zien dat de LCI-score in 2004 geen significant verband vertoont met de proportionele verandering in omvang van de functiegroep (interactie-coëfficiënten zijn niet significant) in 2019. De effectgroottes zijn over het algemeen klein. De verklaarde variantie (R^2_{delta}) in de ontwikkeling van de omvang van de functies van 2004 tot 2019 is uiteindelijk 1.7%. Dit betekent dat slechts 1.7% van de variatie in de proportionele groei in omvang van de zes functiegroepen na 2004 verklaard wordt door de positie van de functies in de LCI-index.

De LCI vertoont geen voorspellende kracht op de ontwikkeling in functiegroepen in 2019 als we de forecasting-methode hanteren. Deze voorspellende kracht wordt niet groter of kleiner hoe dichter we komen bij 2019, het eindjaar in onze metingen. Alleen in het meetjaar 2013 zou enig effect zichtbaar zijn. In de multilevel-analyse, waarbij rekening wordt gehouden met de tussentijdse jaren, wijzigt het beeld niet.

De verklaarde variantie van de LCI (R^2_{delta}) neemt toe over de tijd. In 2004 is nog maar 1.7% dan in 2007 5.9%, maar in 2010 groeit dit naar 16.6% en tot 25.3% in 2013 en daalt naar slechts 1.3% in 2016. De LCI van 2013 voorspelt de verandering in omvang van de functiegroep relatief goed: een procent hoger op de index in 2013 staat gelijk aan 0.5% toename in omvang van de functiegroep in 2019 (ten opzichte van 2013).

De regressies en de grafieken laten zien dat de ontwikkeling in de omvang van kader/directie de spelbreker is in de voorspelling van de LCI. De voorspellende kracht van de LCI wordt groter als kader/directie als functiegroep wordt uitgesloten. Mogelijk dat de ontwikkeling in deze functiegroep verklaard kan worden door de herclassificatie van functies in 2008, maar dan blijft staan dat in 2016 de impact van de LCI opnieuw zo goed als helemaal verdwijnt. Als we de directie/kader groep weglaten, zien we dat de verklaarde variantie enorm toeneemt (*Tabel 20*), naar 31.3% (ten opzichte van 1.7%). De effectgrootte neemt ook toe; een procent toename in LCI 2004 relateert aan een toename van 1.8% aan omvang in 2019 (net niet significant). Deels zou deze uitsluiting gerechtvaardigd zijn omdat we vermoeden dat de impact van de aanpassingen in de ISCO-classificatie de grootste impact heeft gehad op deze categorie. Toch zou zelfs deze verschuiving in aantallen personen naar andere klassen geen grote impact mogen hebben op de ontwikkeling in omvang van de functiegroep. De blijvers en vertrekkers in deze functiegroep hebben allemaal een hoge LCI. De ontwikkeling in omvang blijft negatief op termijn.

Dit laatste maakt dat de LCI-theorie onvolledig lijkt te zijn: de absolute en relatieve krimp in omvang van kader/directie wordt niet voorspeld. Deze functiegroep kader/directie heeft in alle scenario's de hoogste LCI-score, zelfs als we wegen dat delen uit de groep weggelaten of bijgesloten worden. Een hoge LCI-score voor deze functie leidt niet over de jaren heen niet tot een groei in de functiegroep op termijn. Daarmee is de onderbouwing voor de andere scores meteen ook onduidelijk. Om toch een meer sluitende verklaring te krijgen zou de structuur van de organisatie ook moeten worden gewogen. Een verklaring voor deze afwijkende ontwikkeling kan liggen in een centraliserings-/decentraliseringstendens binnen organisaties: óf organisaties kunnen met minder kader/directie toe (omdat technologie hen dat toelaat), óf er is sprake van decentralisering en toewijzing van autonomie aan andere functies. Wat het geval is, dat is niet af te leiden uit de bovenstaande cijfers en uit de LCI-theorie.

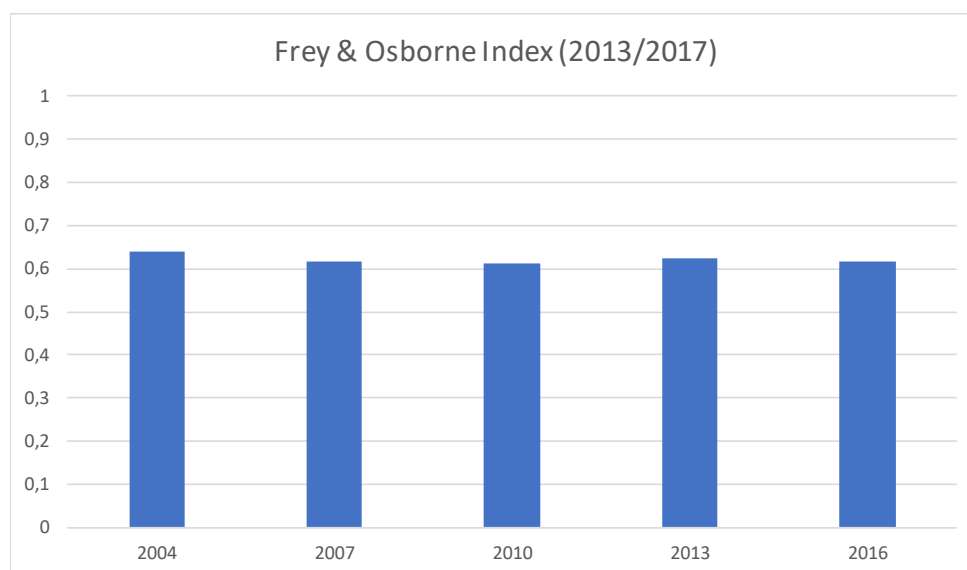
4. Voorspelling wijzigingen in kwantitatieve werkgelegenheidsstructuur functiegroepen met de Frey en Osborne systematiek

4.1 Inleiding

Het doel van dit hoofdstuk is om na te gaan wat de predictieve waarde is van de FOI. In sectie 4.2 kijken we eerst naar de FOI-scores voor de verschillende functiegroepen in de WBM. Daarmee krijgen we in beeld hoe stabiel de berekende scores zijn. Sectie 4.3 richt zich op de predictieve waarde van de FOI. We kijken wat de LCI-scores verklaren op de lange-termijn en of de FOI-scores meer verklaren dan de factor tijd. In sectie 4.4 checken we hoe robuust de voorspellingen zijn. De gegevens worden gevisualiseerd in sectie 4.5. Uiteindelijk brengen we de belangrijkste resultaten samen in sectie 4.6. Deze conclusies worden in hoofdstuk 7 vergeleken met de andere indices.

4.2 Beschrijvende analyse

Figuur 13 laat de gemiddelde FOI-scores per jaar zien.

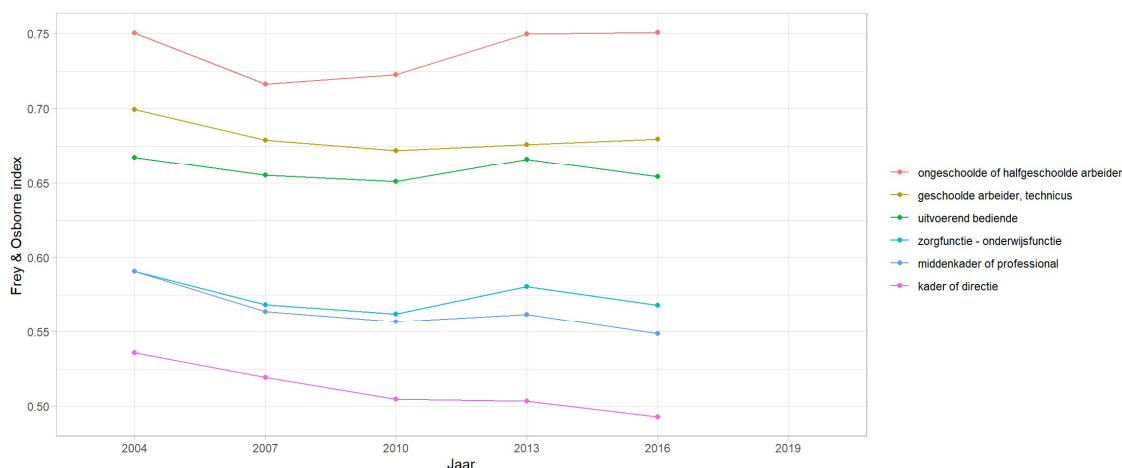


Figuur 13. Ontwikkeling van de gemiddelde FOI-scores voor de zes meetmomenten van de WBM (FOI=1 is hoge automatiseerbaarheidskans; FOI=0 is lage automatiseerbaarheidskans)

Deze scores zijn gemiddelden over alle individuele FOI-scores in de WBM-data. Nedelkoska en Quintini (2018) kijken ook naar het percentage van de personen dat een 70% of hogere automatiseringskans heeft. In de WBM-populatie is dat 37.8% in 2004, 32.6% in 2007, 31.1% in 2010, 36% in 2013 en 33.3% in 2016. Dit is bijna tweemaal zo hoog als bij Nedelkoska en Quintini (14%), maar lager dan de 47% die Frey en Osborne (2013/2014) hadden berekend. De reden waarom de

scores hoger zijn in de WBM heeft zoals bij de LCI drie redenen: de operationalisering van de FOI is niet voor 100% gelijk aan die van Frey en Osborne (zie hoger); het aantal functies is beperkter dan in hun analyse; en de Vlaamse werksituatie hoeft niet met de populaties van Nedelkoska en Quintini of Frey en Osborne overeen te komen.

Voor de zes functiegroepen in de WBM kunnen we voor alle meetmomenten de FOI berekenen. *Figuur 14* laat zien hoe de automatiseringskansen voor de verschillende functiegroepen zich over de verschillende metingen ontwikkelen.



Figuur 14. Ontwikkeling van de gemiddelde FOI-scores per functiegroep voor de zes meetmomenten van WBM (FOI=1 is hoge automatisiseerbaarheidskans; FOI=0 is lage automatisiseerbaarheidskans; 0.55=55%)

Uit *Figuur 14* valt af te leiden dat kader of directie laag scoort op de FOI en daarmee een lage automatiseringskans laat zien. Ongeschoolde of halfgeschoolde arbeiders tonen een hoge FOI en daarmee volgens Frey en Osborne (2013, 2017) een grotere kans om weg geautomatiseerd te worden. De scores blijken over de verschillende metingen minder stabiel te blijven dan bij de LCI (zie *Figuur 4*). Voor zover sprake is van wijziging, dalen de automatiseringskansen van vijf van de functiegroepen. De relatieve posities van de functiegroepen blijven gelijk, behalve voor ongeschoolde functies die stabiele cijfers laten zien.

Wat kunnen we zeggen over de vergelijking met de LCI? Wat zeggen deze indices over automatiseringskansen? Op het eerste zicht leiden LCI en FOI tot een gelijksoortige voorspelling van automatiseringskansen tussen functies. De schalen zijn gespiegeld aan elkaar. Toch zijn er enkele verschillen. Een eerste verschil tussen de twee methoden is de plaats van de geschoolde arbeiders/technici. Bij Pfeiffer en Suphan is de automatiseringskans lager dan bij Frey en Osborne. Ondanks de aandacht van Pfeiffer voor deze technische functies, zien we in haar benadering dat de functies hogere automatiseringsrisico's lopen met de technologische ontwikkeling.

De LCI laat tegelijk meer schommelingen in de scores over de jaren heen zien, maar meer stabielere scores tussen 2004 en 2019 (1.6% uiteindelijke variatie versus 2.4% bij FOI). De FOI laat alleen voor ongeschoolde of halfgeschoolde arbeiders stabiele scores zien als we 2004 met 2019 vergelijken. Alle andere functiegroepen laten dalende scores zien wat aangeeft dat de afstand in automatiseringskansen tot de ongeschoolde en halfgeschoolde arbeiders relatief genomen stijgt.

De twee indices laten zien dat er feitelijk vier niveaus in de scores zijn: ongeschoolden hebben de hoogste automatiseringskansen, geschoolde arbeiders en uitvoerende bedienden vormen een tweede niveau, zorg/onderwijsfuncties en middenkader vormen het derde niveau en kader of directie hebben de laagste automatiseringskansen.

Wat zien we als we meer functies proberen te onderscheiden in de FOI? We hebben in Tabel 23 de automatiseringskansen berekend voor de 112 functiegroepen die we aan de hand van de combinatie van functiegroep x sector hebben berekend. Deze tabel analyseren we in meer detail.

Tabel 23. Overzichtstabel van functies en automatiseringskansen

sector14cat_f	soortjob_f	Probability of automation				
		2004	2007	2010	2013	2016
banken en verzekeringen	geschoolde arbeider, technicus	0.750	0.681	0.680	0.799	0.895
banken en verzekeringen	kader of directie	0.552	0.511	0.517	0.529	0.481
banken en verzekeringen	middenkader of professional	0.584	0.578	0.570	0.588	0.548
banken en verzekeringen	NA	NaN	NaN	0.571	0.680	0.649
banken en verzekeringen	ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider	0.765			0.760	
banken en verzekeringen	uitvoerend bediende	0.663	0.680	0.667	0.693	0.666
banken en verzekeringen	zorgfunctie - onderwijsfunctie		0.513	0.471		NaN
bouw	geschoolde arbeider, technicus	0.730	0.690	0.681	0.679	0.693
bouw	kader of directie	0.532	0.477	0.496	0.512	0.498
bouw	middenkader of professional	0.590	0.575	0.539	0.521	0.532
bouw	NA	0.682	0.675	0.732	0.594	0.619
bouw	ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider	0.755	0.746	0.700	0.717	0.723
bouw	uitvoerend bediende	0.644	0.649	0.624	0.632	0.629
bouw	zorgfunctie - onderwijsfunctie	NaN	0.611	0.753	0.739	0.538
chemie	geschoolde arbeider, technicus	0.674	0.685	0.686	0.678	0.685
chemie	kader of directie	0.546	0.516	0.486	0.506	0.457
chemie	middenkader of professional	0.571	0.531	0.553	0.541	0.533
chemie	NA	0.727	0.706	0.674	0.703	NaN
chemie	ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider	0.756	0.683	0.781	0.770	0.749
chemie	uitvoerend bediende	0.654	0.642	0.643	0.643	0.630
chemie	zorgfunctie - onderwijsfunctie		0.528		0.854	0.605
gezondheids- en welzijnszorg	geschoolde arbeider, technicus	0.689	0.627	0.648	0.666	0.674
gezondheids- en welzijnszorg	kader of directie	0.534	0.510	0.467	0.497	0.459
gezondheids- en welzijnszorg	middenkader of professional	0.591	0.543	0.556	0.539	0.531
gezondheids- en welzijnszorg	NA	0.637	0.612	0.677	0.691	0.607
gezondheids- en welzijnszorg	ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider	0.730	0.679	0.669	0.756	0.741
gezondheids- en welzijnszorg	uitvoerend bediende	0.682	0.653	0.665	0.653	0.643
gezondheids- en welzijnszorg	zorgfunctie - onderwijsfunctie	0.657	0.636	0.631	0.662	0.649
groot- en kleinhandel	geschoolde arbeider, technicus	0.720	0.685	0.684	0.690	0.679
groot- en kleinhandel	kader of directie	0.548	0.527	0.524	0.500	0.526
groot- en kleinhandel	middenkader of professional	0.613	0.584	0.553	0.572	0.577
groot- en kleinhandel	NA	0.701	0.626	0.619	0.731	0.640
groot- en kleinhandel	ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider	0.771	0.711	0.714	0.752	0.739
groot- en kleinhandel	uitvoerend bediende	0.696	0.678	0.677	0.688	0.683
groot- en kleinhandel	zorgfunctie - onderwijsfunctie	0.732	0.633		0.563	0.655
horeca	geschoolde arbeider, technicus	0.667	0.641	0.635	0.661	0.660
horeca	kader of directie	0.539	0.564	0.473	0.535	0.676
horeca	middenkader of professional	0.644	0.577	0.479	0.615	0.670
horeca	NA	NaN	0.569	0.709	0.749	0.622
horeca	ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider	0.743	0.710	0.719	0.734	0.743
horeca	uitvoerend bediende	0.666	0.658	0.663	0.671	0.715
horeca	zorgfunctie - onderwijsfunctie	0.813	0.629	0.506	0.636	0.810
metaalindustrie	geschoolde arbeider, technicus	0.697	0.687	0.672	0.673	0.671
metaalindustrie	kader of directie	0.536	0.524	0.488	0.487	0.508
metaalindustrie	middenkader of professional	0.575	0.550	0.545	0.555	0.526
metaalindustrie	NA	0.662	0.716	0.692	0.658	0.711
metaalindustrie	ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider	0.764	0.750	0.759	0.768	0.740
metaalindustrie	uitvoerend bediende	0.612	0.626	0.627	0.636	0.615
metaalindustrie	zorgfunctie - onderwijsfunctie	0.804		0.739	0.659	0.507

NA	geschoolde arbeider, technicus	0.672	0.689	0.661	0.711	0.707
NA	kader of directie	0.654	0.467	0.464	0.503	0.523
NA	middenkader of professional	0.507	0.590	0.502	0.593	0.614
NA	NA	0.639	0.639	0.644	0.702	0.688
NA	ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider	0.799	0.682	0.698	0.755	0.728
NA	uitvoerend bediende	0.638	0.666	0.679	0.674	0.702
NA	zorgfunctie - onderwijsfunctie	0.590	0.547	0.503	0.605	0.645
onderwijs	geschoolde arbeider, technicus	0.669	0.588	0.581	0.625	0.677
onderwijs	kader of directie	0.477	0.461	0.503	0.482	0.475
onderwijs	middenkader of professional	0.538	0.516	0.500	0.514	0.504
onderwijs	NA	0.544	0.568	0.556	0.548	0.629
onderwijs	ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider	0.717	0.630	0.621	0.709	0.686
onderwijs	uitvoerend bediende	0.604	0.605	0.571	0.621	0.617
onderwijs	zorgfunctie - onderwijsfunctie	0.526	0.498	0.493	0.485	0.473
openbaar bestuur	geschoolde arbeider, technicus	0.663	0.644	0.643	0.662	0.667
openbaar bestuur	kader of directie	0.541	0.558	0.520	0.533	0.516
openbaar bestuur	middenkader of professional	0.619	0.574	0.566	0.578	0.572
openbaar bestuur	NA	0.734	0.639	0.583	0.646	0.681
openbaar bestuur	ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider	0.712	0.669	0.679	0.703	0.757
openbaar bestuur	uitvoerend bediende	0.673	0.657	0.642	0.666	0.661
openbaar bestuur	zorgfunctie - onderwijsfunctie	0.638	0.593	0.583	0.627	0.607
overige	geschoolde arbeider, technicus	0.694	0.680	0.686	0.664	0.665
overige	kader of directie	0.538	0.527	0.502	0.489	0.493
overige	middenkader of professional	0.583	0.562	0.570	0.553	0.548
overige	NA	0.666	0.698	0.675	0.615	0.760
overige	ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider	0.757	0.722	0.745	0.737	0.764
overige	uitvoerend bediende	0.662	0.638	0.636	0.670	0.640
overige	zorgfunctie - onderwijsfunctie	0.584	0.553	0.533	0.605	0.681
post en telecommunicatie	geschoolde arbeider, technicus	0.695	0.730	0.690	0.693	0.703
post en telecommunicatie	kader of directie	0.574	0.525	0.566	0.442	0.479
post en telecommunicatie	middenkader of professional	0.590	0.578	0.545	0.577	0.546
post en telecommunicatie	NA	0.729	0.831	0.670	0.824	0.800
post en telecommunicatie	ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider	0.713	0.771	0.773	0.824	0.797
post en telecommunicatie	uitvoerend bediende	0.722	0.699	0.704	0.740	0.728
post en telecommunicatie	zorgfunctie - onderwijsfunctie		0.595			
productie textiel, confectie	geschoolde arbeider, technicus	0.707	0.700	0.669	0.721	0.692
productie textiel, confectie	kader of directie	0.539	0.401	0.554	0.447	0.386
productie textiel, confectie	middenkader of professional	0.566	0.511	0.528	0.530	0.505
productie textiel, confectie	NA	0.658	0.741	0.760	0.552	0.575
productie textiel, confectie	ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider	0.753	0.752	0.726	0.764	0.769
productie textiel, confectie	uitvoerend bediende	0.616	0.631	0.599	0.637	0.680
productie textiel, confectie	zorgfunctie - onderwijsfunctie		0.784			
productie van voeding	geschoolde arbeider, technicus	0.709	0.715	0.689	0.667	0.701
productie van voeding	kader of directie	0.515	0.504	0.495	0.503	0.501
productie van voeding	middenkader of professional	0.586	0.567	0.522	0.565	0.512
productie van voeding	NA	0.816	0.682	0.585	0.904	0.745
productie van voeding	ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider	0.762	0.745	0.731	0.777	0.759
productie van voeding	uitvoerend bediende	0.628	0.638	0.657	0.643	0.645
productie van voeding	zorgfunctie - onderwijsfunctie		0.931		0.612	0.383
transport	geschoolde arbeider, technicus	0.716	0.688	0.656	0.708	0.708
transport	kader of directie	0.528	0.522	0.508	0.503	0.491
transport	middenkader of professional	0.607	0.603	0.583	0.590	0.573
transport	NA	0.716	0.702	0.720	0.800	0.771
transport	ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider	0.769	0.721	0.733	0.749	0.755
transport	uitvoerend bediende	0.666	0.649	0.647	0.684	0.682
transport	zorgfunctie - onderwijsfunctie		0.840	0.584	0.827	0.504
zakelijke diensten	geschoolde arbeider, technicus	0.722	0.662	0.669	0.722	0.677
zakelijke diensten	kader of directie	0.540	0.504	0.524	0.489	0.521
zakelijke diensten	middenkader of professional	0.594	0.575	0.574	0.571	0.560
zakelijke diensten	NA	0.711	0.634	0.689	0.751	0.591
zakelijke diensten	ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider	0.712	0.693	0.713	0.772	0.795
zakelijke diensten	uitvoerend bediende	0.662	0.655	0.647	0.661	0.637
zakelijke diensten	zorgfunctie - onderwijsfunctie	0.763	0.611	0.692	0.705	0.709

Het eerste gegeven waar we in geïnteresseerd zijn is hoe groot het verschil in automatiseringskansen is tussen 2004 en 2019. Daarbij hebben we de verschillen geclassificeerd naar grootte van het verschil. *Tabel 24* geeft aan dat zo'n 63% van de sector/functiegroepen combinaties in vergelijking met 2004 tussen de 5% lagere en 5% hogere automatiseringsscores blijft. 21% van de functies laat een sterkere krimp in scores zien en 15% een sterkere groei. De meeste combinaties sector/functiegroepen behouden stabiele automatiseringskansen. Zo'n 40% van de sector/functiegroepen combinaties wijzigt sterk in kansen. Automatiseringskansen voor functies liggen met dit resultaat niet voor altijd vastgebeiteld.

Tabel 24. Verschil tussen automatiseringskansen in 2004 en in 2019 (voor zover cijfers beschikbaar waren, anders dichtstbijzijnde cijfers geselecteerd)

Verschil 2004-2019	Aantal	Percentage
> -0,10	7	6%
-0,05 > -0,09	17	15%
0 > -0,05	49	44%
0,05 < 0	21	19%
0,05 < 0,09	13	12%
>0,10	3	3%
Onduidelijk	2	2%

4.3 Lange-termijnvoorspelling van de Frey Osborne Index (FOI): actuele veranderingen in proporties functiegroepen

4.3.1 Inleiding

Onze volgende analyse gaat na in hoeverre de FOI in 2004 gerelateerd is aan de proportionele verandering in de omvang van de functiegroepen over de verschillende metingen heen. We starten eerst met het totale effect, vervolgens kijken we naar het totale model zonder de functiegroep kader of directie, en kijken dan naar de volledige multilevel-modellen. Zoals reeds aangegeven is in 2008 de beroepenclassificatie van de ISCO gewijzigd. De implementatie daarvan is pas na 2010 zichtbaar en de verschuivingen in de klassen hebben mogelijk een effect gehad op de voorspellingskracht van de FOI. Daarom kijken we in het bijzonder naar twee resultaten: de cijfers van 2013 en later; en de resultaten voor de functiegroepen waarbij kader of directie zijn uitgesloten.

4.3.2 Wijziging over hele periode

In hoeverre is de FOI in 2004, 2007, 2010, 2013 en 2016 gerelateerd aan de verandering in proportionele omvang van de functiegroepen in 2019? *Tabel 25* en volgende laten zien dat de resterende verklaarde variantie (R^2_{delta}) in groei in functieomvang tussen de startdatum (2004) en 2019 bijna onbestaande is (0,2%) en groeit tot 64% in 2013. Alleen de voorspelling in 2013 zorgt voor een hoge verklaarde variantie van de omvang van de functiegroep in 2019. In 2016 is de verklarende kracht opnieuw een stuk lager. De tabellen laten geen effect size zien omdat de cijfers percentagewijzigingen leveren. Die zijn voor zich sprekend.

De FOI-2004 index laat zien dat een toename in de index een afname van de groei in de functiegroepen laat zien. Het effect is op geen enkel moment significant; de richting van het verband gaat wel in de richting van wat de FOI eigenlijk voorspellen. Het effect wordt groter als we van 2004

naar 2007 en 2010 gaan. Het effect wordt in 2010 positief (en niet in lijn met Frey en Osborne). De FOI-2013 draait het effect weer om: hoogste automatiseringskansen gaan hier gepaard met een afname in de omvang van de functiegroep, weer in lijn met wat Frey en Osborne voor ogen hebben. Het effect is net niet significant. In 2016 verdwijnt het effect weer.

Tabel 25. Algemeen effect van de FOI2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	0.312	1.055	0.296	0.782	0.002
FOI_2004	-0.130	1.640	-0.080	0.940	

Tabel 26. Algemeen effect van de FOI2007 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	0.077	0.838	0.092	0.931	0.002
FOI_2007	0.127	1.349	0.094	0.929	

Tabel 27. Algemeen effect van de FOI2010 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	-0.274	0.613	-0.446	0.678	0.09
FOI_2010	0.627	0.995	0.630	0.563	

Tabel 28. Algemeen effect van de FOI2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	0.479	0.142	3.368	0.028	0.646
FOI_2013	-0.611	0.226	-2.700	0.054	

Tabel 29. Algemeen effect van de FOI2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	0.168	0.122	1.378	0.240	0.148
FOI_2016	-0.164	0.196	-0.835	0.451	

4.3.3 FOI-scores en de impact van tijd

Tabel 30 en volgende zijn multilevel-regressiemodellen voor de proportionele verandering in omvang functiegroepen per meetperiode. De modellen tonen het intercept als nul en met schattingen voor de verschillende variabelen voor de verandering als gevolg van jaartal en voor de interactie van jaartal en FOI. *Tabel 30* laat zien dat het model 11,8% van de totale variantie verklaart in verandering in de proportionele omvang van de functiegroepen. Als alleen de impact van de FOI wordt bekeken, dan is de R² slechts 1,6%. De interactie-coëfficiënten zijn niet significant. De waarde van de FOI is zeer beperkt om de omvang van functiegroepen in 2019 te voorspellen. De factor tijd verklaart de meeste wijzigingen in de omvang van de groepen.

In de volgende tabellen is dezelfde analyse herhaald voor de metingen van 2007, 2010, 2013 en 2016. In *Tabel 31* daalt de R² eerst van 11,8% naar 11,3% in 2007, en stijgt in de volgende tabellen dan naar 21,6%, 50,7% en uiteindelijk 32,4%. De R²delta stijgt naar 4,5%, 17,2%, 21,6%, maar daalt dan sterk in 2016 naar 1,4%. Van belang is op te merken dat de geschatte parameters (estimate) niet altijd in de goede richting gaan. Dit is het geval in 2007, 2010, maar ook in 2016.

Tabel 30. Detailbeeld van effect van de FOI2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.719	9.203	0.000	1.000	0.118	0.016
factor(Jaar)2005	0.375	0.618	60.000	0.607	0.546		
factor(Jaar)2006	0.314	0.618	60.000	0.508	0.614		
factor(Jaar)2007	0.265	0.618	60.000	0.429	0.670		
factor(Jaar)2008	0.254	0.618	60.000	0.411	0.683		
factor(Jaar)2009	0.505	0.618	60.000	0.817	0.417		
factor(Jaar)2010	0.575	0.618	60.000	0.930	0.356		
factor(Jaar)2011	-0.758	0.618	60.000	-1.225	0.225		
factor(Jaar)2012	-0.323	0.618	60.000	-0.523	0.603		
factor(Jaar)2013	-0.259	0.618	60.000	-0.419	0.677		
factor(Jaar)2014	0.079	0.618	60.000	0.127	0.899		
factor(Jaar)2015	-0.108	0.618	60.000	-0.175	0.861		
factor(Jaar)2016	0.075	0.618	60.000	0.121	0.904		
factor(Jaar)2017	-0.031	0.618	60.000	-0.050	0.960		
factor(Jaar)2018	0.237	0.618	60.000	0.384	0.703		
factor(Jaar)2019	0.312	0.618	60.000	0.504	0.616		
FOI_2004	0.000	1.117	9.203	0.000	1.000		
factor(Jaar)2005:FOI_2004	-0.563	0.961	60.000	-0.585	0.561		
factor(Jaar)2006:FOI_2004	-0.444	0.961	60.000	-0.462	0.646		
factor(Jaar)2007:FOI_2004	-0.322	0.961	60.000	-0.335	0.738		
factor(Jaar)2008:FOI_2004	-0.274	0.961	60.000	-0.285	0.776		
factor(Jaar)2009:FOI_2004	-0.678	0.961	60.000	-0.705	0.483		
factor(Jaar)2010:FOI_2004	-0.738	0.961	60.000	-0.767	0.446		
factor(Jaar)2011:FOI_2004	1.315	0.961	60.000	1.368	0.176		
factor(Jaar)2012:FOI_2004	0.661	0.961	60.000	0.688	0.494		
factor(Jaar)2013:FOI_2004	0.588	0.961	60.000	0.611	0.543		
factor(Jaar)2014:FOI_2004	0.094	0.961	60.000	0.098	0.922		
factor(Jaar)2015:FOI_2004	0.372	0.961	60.000	0.387	0.700		
factor(Jaar)2016:FOI_2004	0.119	0.961	60.000	0.124	0.902		
factor(Jaar)2017:FOI_2004	0.293	0.961	60.000	0.305	0.762		
factor(Jaar)2018:FOI_2004	-0.050	0.961	60.000	-0.052	0.959		
factor(Jaar)2019:FOI_2004	-0.130	0.961	60.000	-0.136	0.893		

Tabel 31. Detailbeeld van effect van de FOI2007 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.643	8.441	0.000	1.000	0.113	0.045
factor(Jaar)2008	-0.025	0.534	48.000	-0.046	0.963		
factor(Jaar)2009	0.225	0.534	48.000	0.422	0.675		
factor(Jaar)2010	0.295	0.534	48.000	0.554	0.582		
factor(Jaar)2011	-0.955	0.534	48.000	-1.788	0.080		
factor(Jaar)2012	-0.531	0.534	48.000	-0.994	0.325		
factor(Jaar)2013	-0.455	0.534	48.000	-0.852	0.398		
factor(Jaar)2014	-0.124	0.534	48.000	-0.233	0.817		
factor(Jaar)2015	-0.309	0.534	48.000	-0.579	0.565		
factor(Jaar)2016	-0.126	0.534	48.000	-0.235	0.815		

factor(Jaar)2017	-0.239	0.534	48.000	-0.448	0.656		
factor(Jaar)2018	0.012	0.534	48.000	0.023	0.982		
factor(Jaar)2019	0.077	0.534	48.000	0.145	0.885		
FOI_2007	0.000	1.036	8.441	0.000	1.000		
factor(Jaar)2008:FOI_2007	0.069	0.859	48.000	0.080	0.936		
factor(Jaar)2009:FOI_2007	-0.347	0.859	48.000	-0.404	0.688		
factor(Jaar)2010:FOI_2007	-0.415	0.859	48.000	-0.483	0.631		
factor(Jaar)2011:FOI_2007	1.585	0.859	48.000	1.844	0.071		
factor(Jaar)2012:FOI_2007	0.921	0.859	48.000	1.072	0.289		
factor(Jaar)2013:FOI_2007	0.823	0.859	48.000	0.958	0.343		
factor(Jaar)2014:FOI_2007	0.320	0.859	48.000	0.373	0.711		
factor(Jaar)2015:FOI_2007	0.605	0.859	48.000	0.704	0.485		
factor(Jaar)2016:FOI_2007	0.340	0.859	48.000	0.395	0.695		
factor(Jaar)2017:FOI_2007	0.529	0.859	48.000	0.616	0.541		
factor(Jaar)2018:FOI_2007	0.197	0.859	48.000	0.229	0.820		
factor(Jaar)2019:FOI_2007	0.127	0.859	48.000	0.148	0.883		

Tabel 32. Detailbeeld van effect van de FOI2010 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.552	5.647	0.000	1.000	0.216	0.171
factor(Jaar)2011	-1.152	0.329	36.000	-3.499	0.001		
factor(Jaar)2012	-0.776	0.329	36.000	-2.357	0.024		
factor(Jaar)2013	-0.724	0.329	36.000	-2.200	0.034		
factor(Jaar)2014	-0.438	0.329	36.000	-1.330	0.192		
factor(Jaar)2015	-0.600	0.329	36.000	-1.822	0.077		
factor(Jaar)2016	-0.448	0.329	36.000	-1.360	0.182		
factor(Jaar)2017	-0.556	0.329	36.000	-1.688	0.100		
factor(Jaar)2018	-0.336	0.329	36.000	-1.020	0.315		
factor(Jaar)2019	-0.274	0.329	36.000	-0.831	0.411		
FOI_2010	0.000	0.896	5.647	0.000	1.000		
factor(Jaar)2011:FOI_2010	1.863	0.534	36.000	3.488	0.001		
factor(Jaar)2012:FOI_2010	1.269	0.534	36.000	2.375	0.023		
factor(Jaar)2013:FOI_2010	1.206	0.534	36.000	2.258	0.030		
factor(Jaar)2014:FOI_2010	0.768	0.534	36.000	1.438	0.159		
factor(Jaar)2015:FOI_2010	1.019	0.534	36.000	1.908	0.064		
factor(Jaar)2016:FOI_2010	0.800	0.534	36.000	1.497	0.143		
factor(Jaar)2017:FOI_2010	0.981	0.534	36.000	1.836	0.075		
factor(Jaar)2018:FOI_2010	0.693	0.534	36.000	1.297	0.203		
factor(Jaar)2019:FOI_2010	0.627	0.534	36.000	1.173	0.248		

Tabel 33. Detailbeeld van effect van de FOI2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.141	13.041	0.000	1.000	0.507	0.216
factor(Jaar)2014	0.273	0.149	24.000	1.828	0.080		
factor(Jaar)2015	0.120	0.149	24.000	0.805	0.429		
factor(Jaar)2016	0.280	0.149	24.000	1.873	0.073		
factor(Jaar)2017	0.098	0.149	24.000	0.656	0.518		
factor(Jaar)2018	0.372	0.149	24.000	2.490	0.020		
factor(Jaar)2019	0.479	0.149	24.000	3.208	0.004		
FOI_2013	0.000	0.224	13.041	0.000	1.000		
factor(Jaar)2014:FOI_2013	-0.407	0.238	24.000	-1.713	0.100		
factor(Jaar)2015:FOI_2013	-0.176	0.238	24.000	-0.740	0.467		
factor(Jaar)2016:FOI_2013	-0.403	0.238	24.000	-1.695	0.103		
factor(Jaar)2017:FOI_2013	-0.114	0.238	24.000	-0.481	0.635		
factor(Jaar)2018:FOI_2013	-0.478	0.238	24.000	-2.010	0.056		
factor(Jaar)2019:FOI_2013	-0.611	0.238	24.000	-2.572	0.017		

Tabel 34. Detailbeeld van effect van de FOI2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	Df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.138	8.523	0.000	1.000	0.324	0.014
factor(Jaar)2017	-0.151	0.132	12.000	-1.143	0.275		
factor(Jaar)2018	0.083	0.132	12.000	0.625	0.543		
factor(Jaar)2019	0.168	0.132	12.000	1.273	0.227		
FOI_2016	0.000	0.222	8.523	0.000	1.000		
factor(Jaar)2017:FOI_2016	0.243	0.213	12.000	1.144	0.275		
factor(Jaar)2018:FOI_2016	-0.063	0.213	12.000	-0.295	0.773		
factor(Jaar)2019:FOI_2016	-0.164	0.213	12.000	-0.771	0.456		

4.4 Robuustheidscheck: wat gebeurt er als we kader of directie uitsluiten?

Als sensitiviteitsanalyse hebben we zoals voor de LCI de analyse van 2004 herhaald zonder de directie/kader functiegroep. Met de wijziging in de ISCO-08, is de samenstelling van verschillende functiegroepen, en waarschijnlijk vooral in de functiegroep kader of directie, gewijzigd. Die verandering zorgt ervoor dat we de resultaten krijgen die we zien. In Tabel 35 en volgende hebben we kader of directie als functiegroep weggelaten. De tabellen geven aan in welke mate de FOI per jaar de proportionele verandering in omvang van de functiegroepen in 2019 verklaart.

De verklaarde variantie (R^2) in de proportionele verandering van de omvang van de functiegroepen als gevolg van de FOI-index in 2004 is 52.4% en groeit tot 85% in 2013 en 36% in 2016. Dan zijn de effecten opeens een stuk sterker en stijgt de resterende verklaarde variantie in 2004 van 1.6% naar 23.5% in 2004. Het enige significante verband is er voor de index van 2013 voor de verandering in omvang in 2019. De coëfficiënt is gelijk aan -0.908; dus een toename van 1% op de FOI-index van 2013 staat gelijk aan een afname van 0.9% aan omvang van de functiegroep in 2019 (ten opzichte van 2013). Van belang is op te merken dat het weglaten van deze functiegroep zoals bij de LCI geen oplossing is voor het probleem van Frey en Osborne, namelijk dat ze geen verklaring hebben voor de ontwikkelingen op managementniveau in organisaties.

Tabel 35. Algemeen effect van de FOI2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	1.871	0.870	2.152	0.121	0.524
FOI_2004	-2.387	1.312	-1.819	0.166	

 Tabel 36. Algemeen effect van de FOI2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	0.681	0.144	4.743	0.018	0.85
FOI_2013	-0.908	0.221	-4.115	0.026	

Tabel 37. Algemeen effect van de FOI2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	0.280	0.162	1.729	0.182	0.363
FOI_2016	-0.328	0.251	-1.308	0.282	

In de volgende tabellen is de multilevel-analyse herhaald voor alle functies maar zonder de functiegroep kader of directie. De R^2 stijgt naar 50.5% in 2004, 82.4% (2013) en 58.3% (2016) en respectievelijk voor R^2 delta 23.4% (2004), 53.8% (2013) en 19.2% (2016). In 2004 worden de interactie-effecten pas vanaf 2017 en daarna significant. In 2013 is alleen in 2015 het interactie-effect niet significant. In 2016 is alleen het interactie-effect van 2018 significant.

 Tabel 38. Detailbeeld van effect van de FOI2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))

	Estimate	Std. Error	Df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.603	10.123	0.000	1.000	0.505	0.235
factor(Jaar)2005	0.625	0.603	45.000	1.037	0.305		
factor(Jaar)2006	0.582	0.603	45.000	0.965	0.340		
factor(Jaar)2007	0.475	0.603	45.000	0.787	0.435		
factor(Jaar)2008	0.548	0.603	45.000	0.909	0.368		
factor(Jaar)2009	0.897	0.603	45.000	1.488	0.144		
factor(Jaar)2010	1.049	0.603	45.000	1.739	0.089		
factor(Jaar)2011	0.399	0.603	45.000	0.662	0.511		
factor(Jaar)2012	0.841	0.603	45.000	1.394	0.170		
factor(Jaar)2013	0.904	0.603	45.000	1.499	0.141		
factor(Jaar)2014	1.372	0.603	45.000	2.275	0.028		
factor(Jaar)2015	1.155	0.603	45.000	1.915	0.062		
factor(Jaar)2016	1.388	0.603	45.000	2.301	0.026		
factor(Jaar)2017	1.683	0.603	45.000	2.791	0.008		
factor(Jaar)2018	1.899	0.603	45.000	3.149	0.003		
factor(Jaar)2019	1.871	0.603	45.000	3.103	0.003		
FOI_2004	0.000	0.909	10.123	0.000	1.000		
factor(Jaar)2005:FOI_2004	-0.924	0.910	45.000	-1.016	0.315		
factor(Jaar)2006:FOI_2004	-0.832	0.910	45.000	-0.914	0.365		
factor(Jaar)2007:FOI_2004	-0.626	0.910	45.000	-0.688	0.495		
factor(Jaar)2008:FOI_2004	-0.700	0.910	45.000	-0.769	0.446		
factor(Jaar)2009:FOI_2004	-1.245	0.910	45.000	-1.368	0.178		
factor(Jaar)2010:FOI_2004	-1.423	0.910	45.000	-1.564	0.125		
factor(Jaar)2011:FOI_2004	-0.359	0.910	45.000	-0.395	0.695		

factor(Jaar)2012:FOI_2004	-1.024	0.910	45.000	-1.125	0.266		
factor(Jaar)2013:FOI_2004	-1.096	0.910	45.000	-1.205	0.235		
factor(Jaar)2014:FOI_2004	-1.777	0.910	45.000	-1.954	0.057		
factor(Jaar)2015:FOI_2004	-1.456	0.910	45.000	-1.600	0.116		
factor(Jaar)2016:FOI_2004	-1.781	0.910	45.000	-1.957	0.057		
factor(Jaar)2017:FOI_2004	-2.188	0.910	45.000	-2.404	0.020		
factor(Jaar)2018:FOI_2004	-2.455	0.910	45.000	-2.698	0.010		
factor(Jaar)2019:FOI_2004	-2.387	0.910	45.000	-2.623	0.012		

Tabel 39. Detailbeeld van effect van de FOI2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/ directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.110	10.599	0.000	1.000	0.824	0.538
factor(Jaar)2014	0.322	0.120	18.000	2.679	0.015		
factor(Jaar)2015	0.184	0.120	18.000	1.526	0.144		
factor(Jaar)2016	0.341	0.120	18.000	2.830	0.011		
factor(Jaar)2017	0.548	0.120	18.000	4.555	0.000		
factor(Jaar)2018	0.694	0.120	18.000	5.767	0.000		
factor(Jaar)2019	0.681	0.120	18.000	5.659	0.000		
FOI_2013	0.000	0.169	10.599	0.000	1.000		
factor(Jaar)2014:FOI_2013	-0.480	0.185	18.000	-2.593	0.018		
factor(Jaar)2015:FOI_2013	-0.269	0.185	18.000	-1.455	0.163		
factor(Jaar)2016:FOI_2013	-0.492	0.185	18.000	-2.661	0.016		
factor(Jaar)2017:FOI_2013	-0.777	0.185	18.000	-4.200	0.001		
factor(Jaar)2018:FOI_2013	-0.952	0.185	18.000	-5.145	0.000		
factor(Jaar)2019:FOI_2013	-0.908	0.185	18.000	-4.911	0.000		

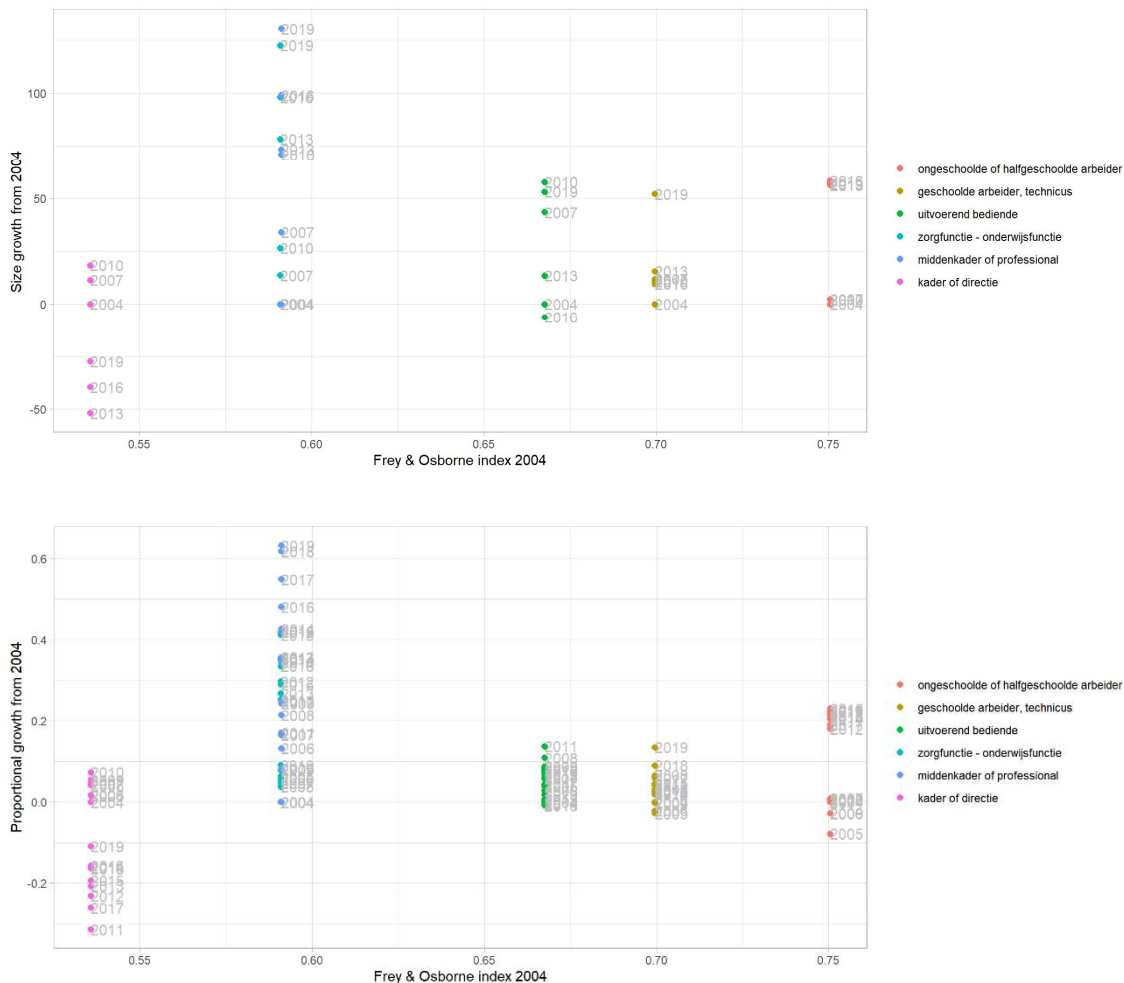
Tabel 40. Detailbeeld van effect van de FOI2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/ directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.115	5.938	0.000	1.000	0.583	0.192
factor(Jaar)2017	0.180	0.105	9.000	1.717	0.120		
factor(Jaar)2018	0.300	0.105	9.000	2.853	0.019		
factor(Jaar)2019	0.280	0.105	9.000	2.663	0.026		
FOI_2016	0.000	0.178	5.938	0.000	1.000		
factor(Jaar)2017:FOI_2016	-0.246	0.163	9.000	-1.510	0.165		
factor(Jaar)2018:FOI_2016	-0.383	0.163	9.000	-2.350	0.043		
factor(Jaar)2019:FOI_2016	-0.328	0.163	9.000	-2.015	0.075		

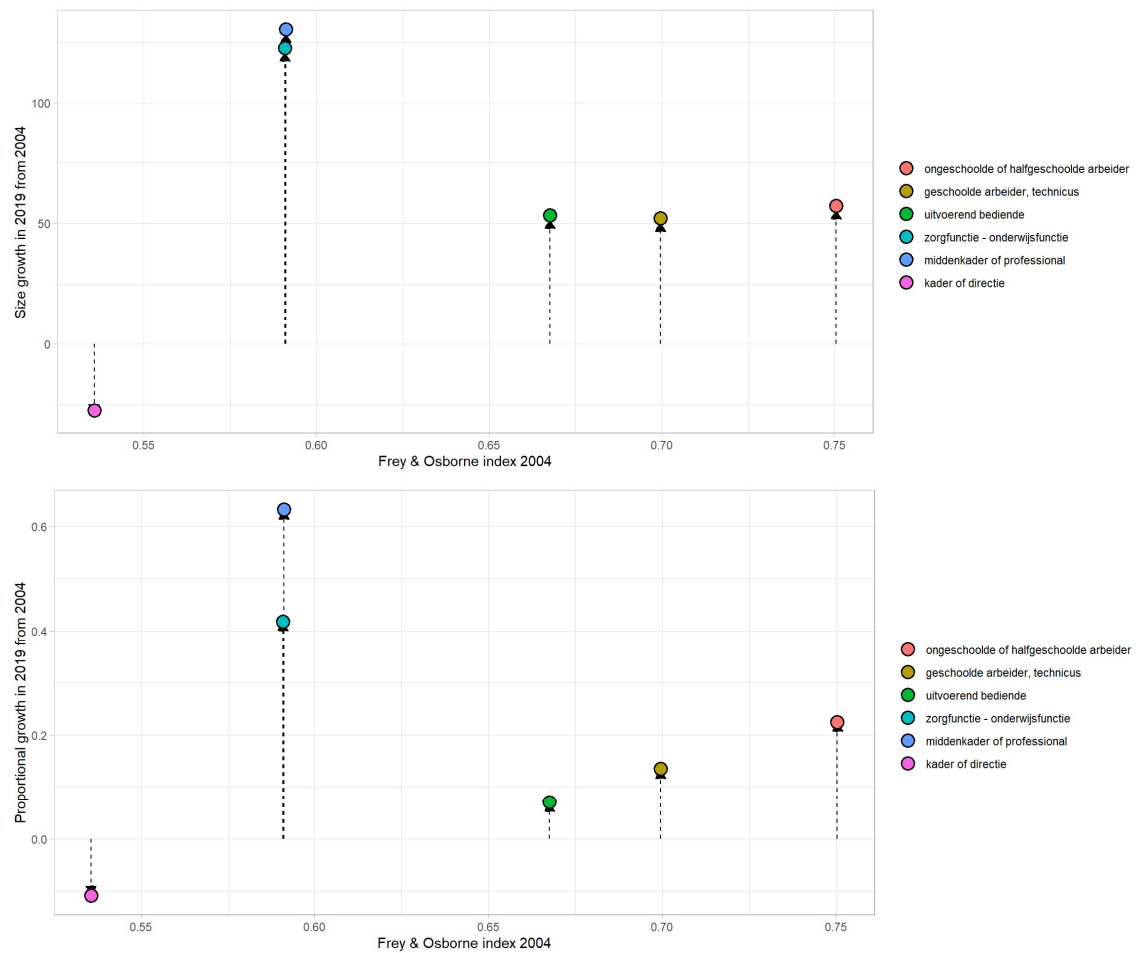
4.5 Visualisatie van de FOI met LFS-uitkomsten

In onderstaande (interactieve) plots is voor de zes groepen in de WBM gevisualiseerd wat de absolute en proportionele groei/krimp is geweest in de verschillende jaren. Functiegroepen op kader/directie niveau laten een absolute en proportionele krimp zien, middenkader/professionals en zorg/onderwijsfuncties laten de grootste groei zien. Opvallend is het cijfer voor kader/directie omdat deze functies de hoogste scores op de FOI laten zien (dus laagste kans op automatisering). Die scores verklaren niet de ontwikkeling in de functies. We hebben deze oefening herhaald voor de jaren 2007, 2010, 2013 en 2016. De spreidingsfiguren in de verschillende plots laten weinig wijzigingen zien. We zien wel dat de spreiding in verschillende functies meer ‘volatiel’ wordt, dit wil zeggen, meer

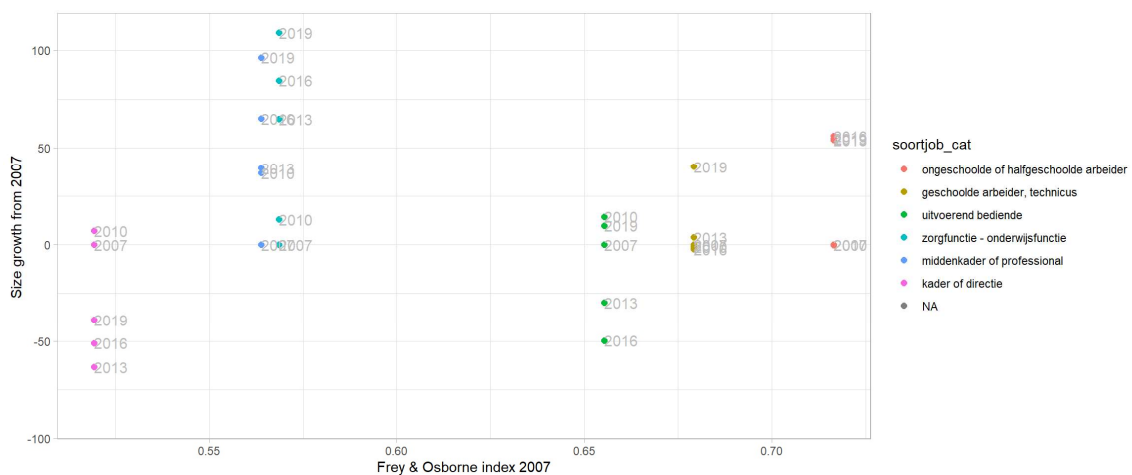
verschuivingen over de jaren heen van toename naar afname. Uitvoerende bedienden laten gaandeweg hetzelfde patroon zien als kader/directie, met vooral sterke krimp in de functiegroep.

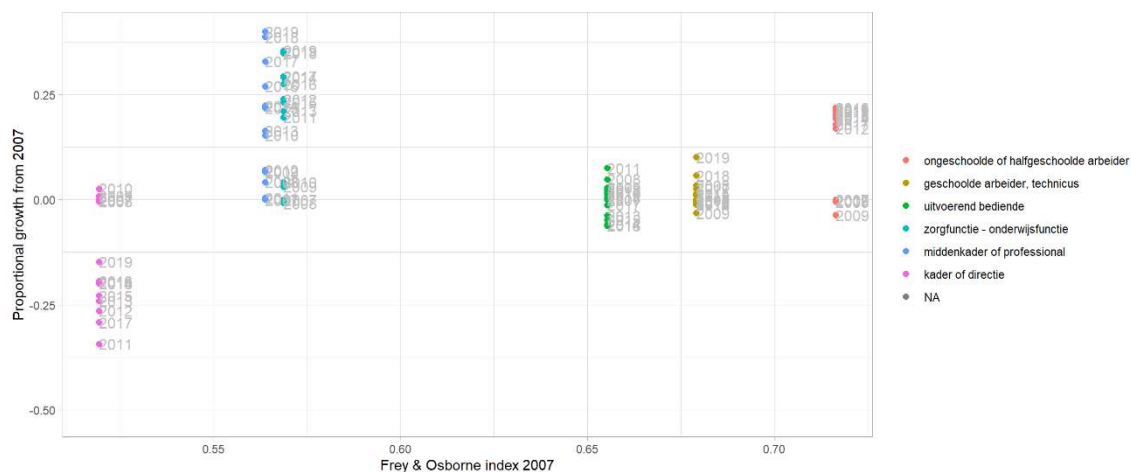


Figuur 15. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen en groei na 2004 (cijfers zijn percentages tussen 0 en 1) (absoluut ($\times 1000$) en proportioneel).

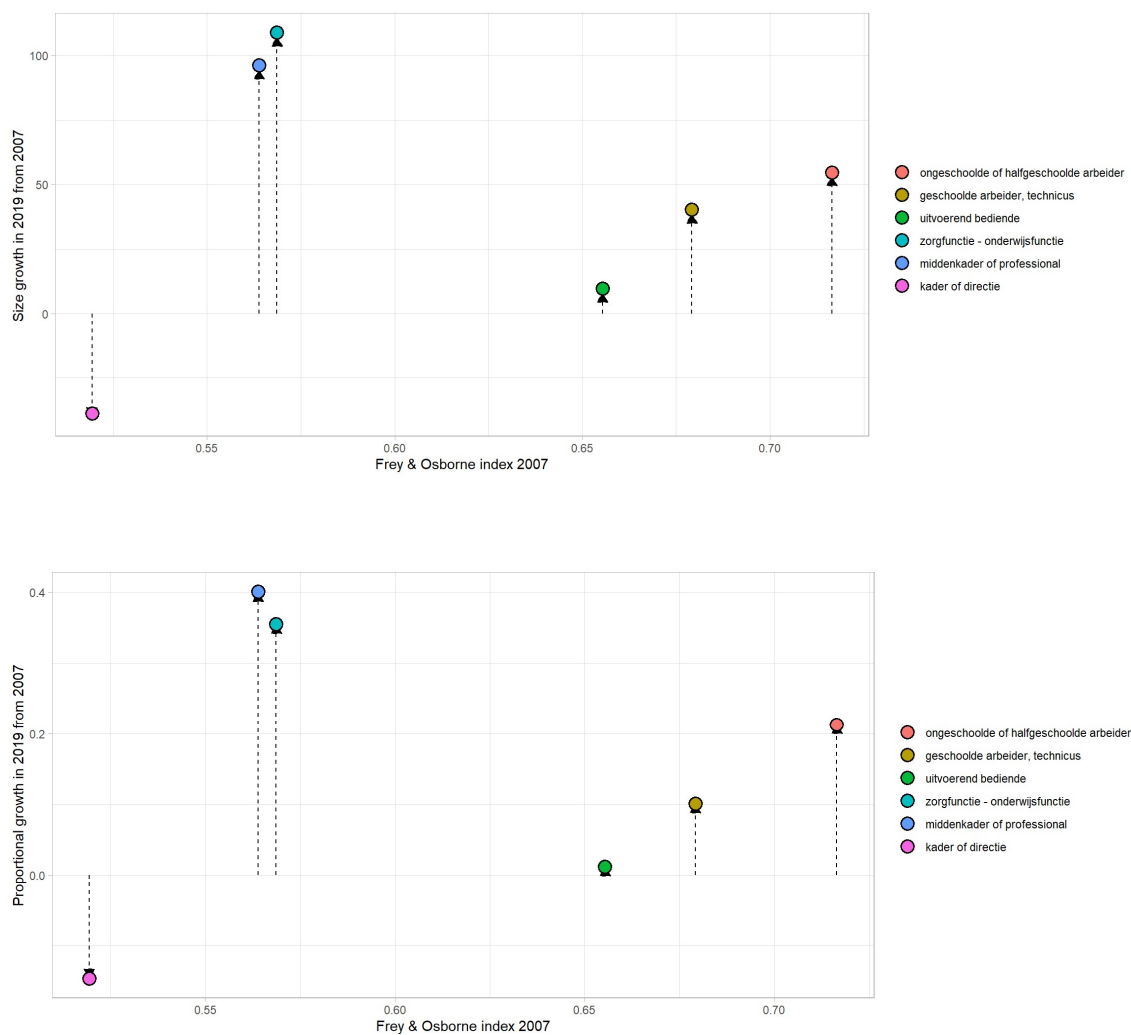


Figuur 16. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen in 2004 en uiteindelijke groei in 2019, met proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2004.

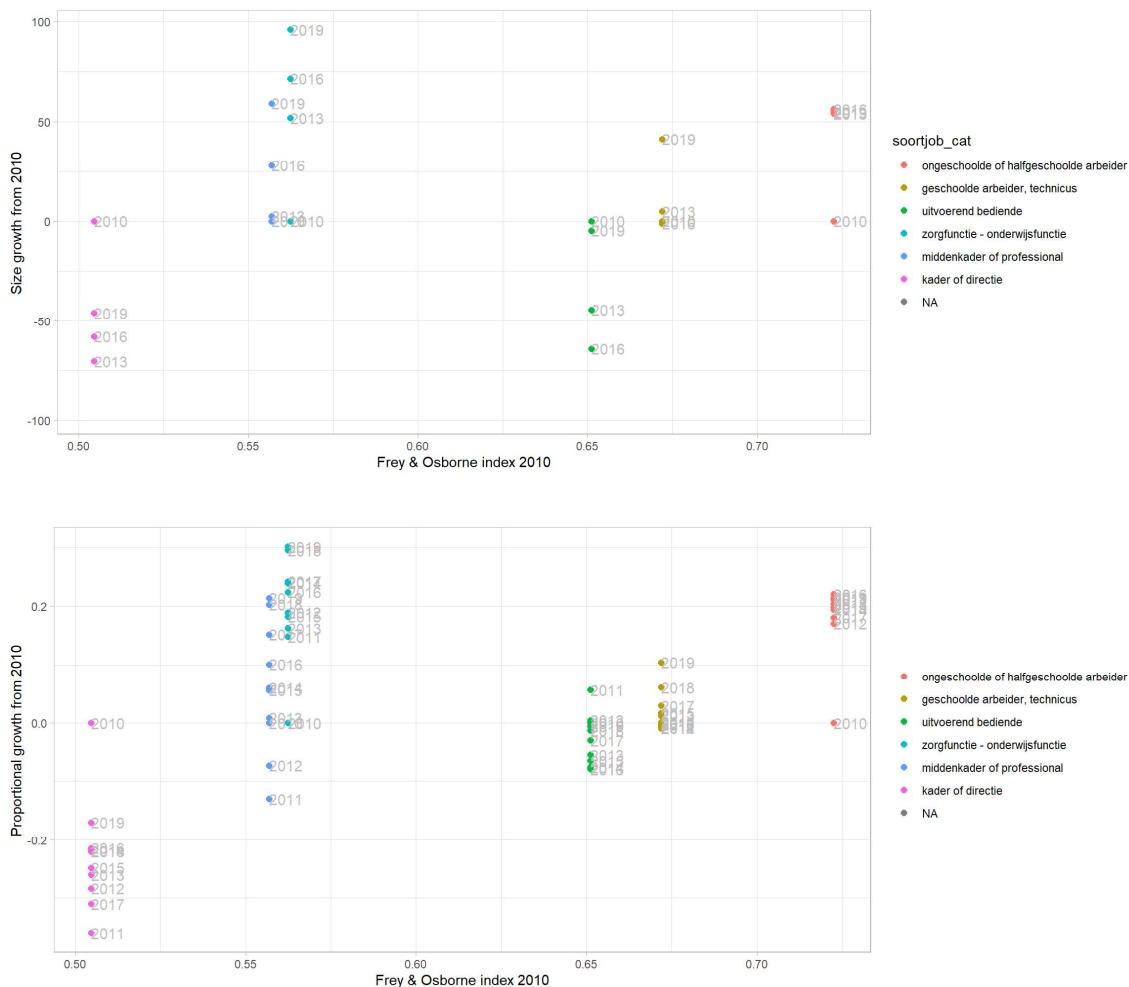




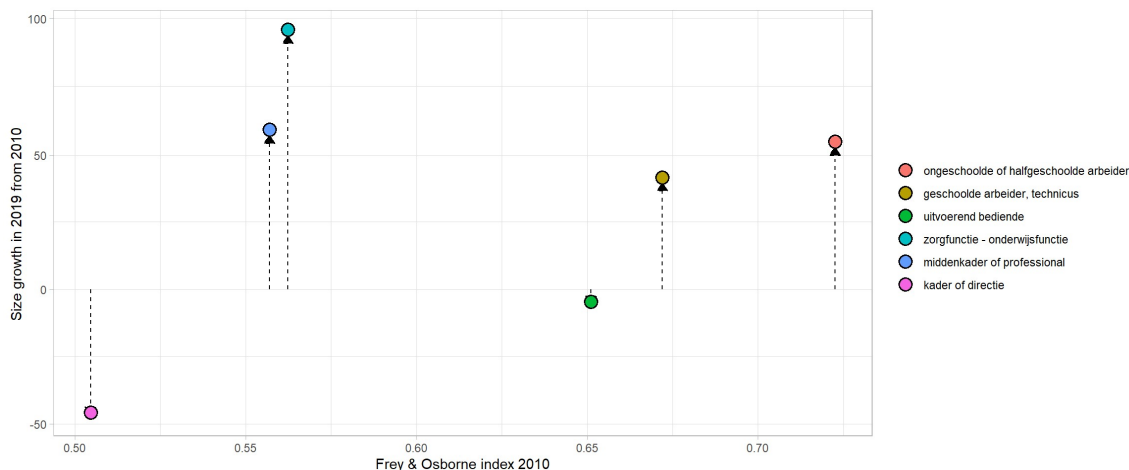
Figuur 17. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen en groei na 2007

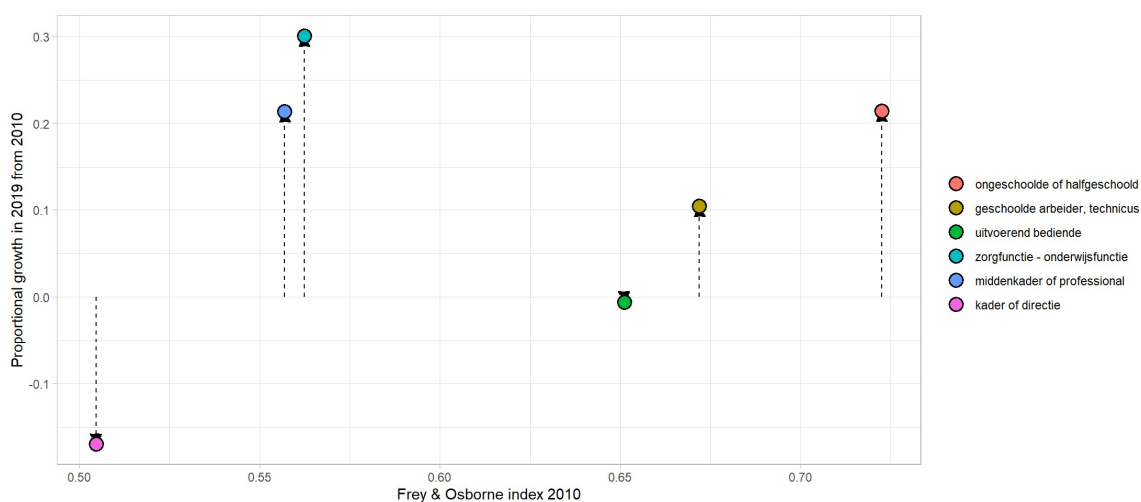


Figuur 18. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen in 2007 en uiteindelijke groei in 2019, met absolute groei en proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2007.

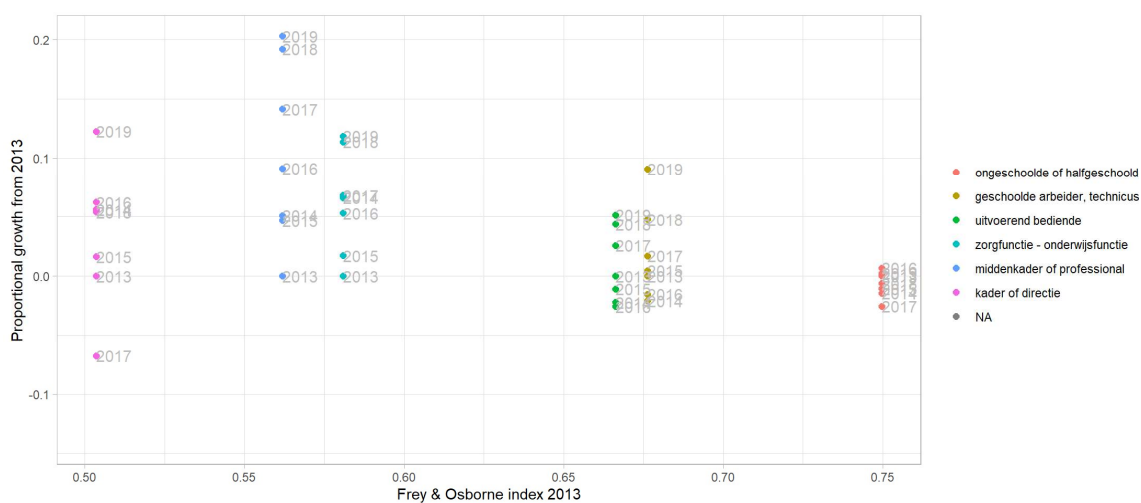
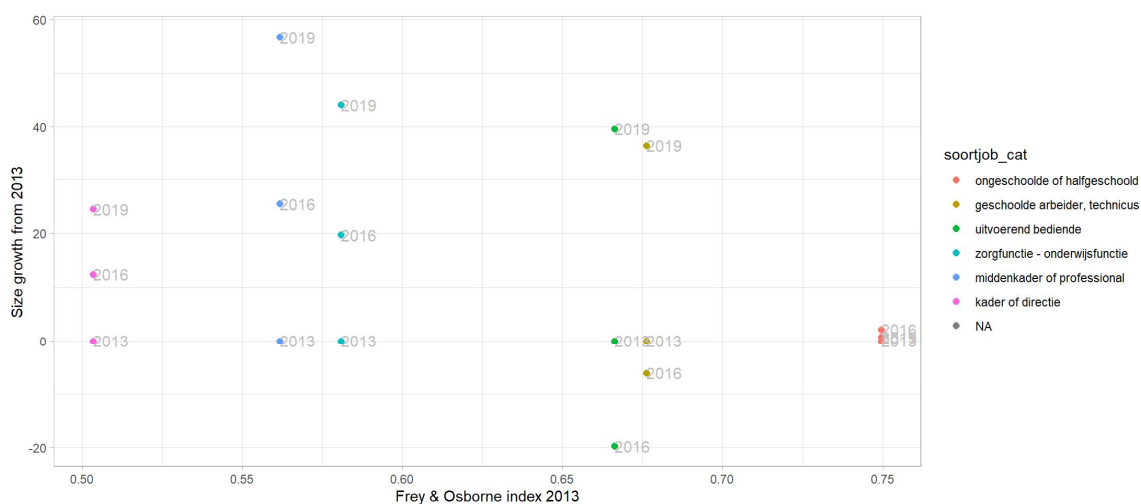


Figuur 19. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen en groei na 2010

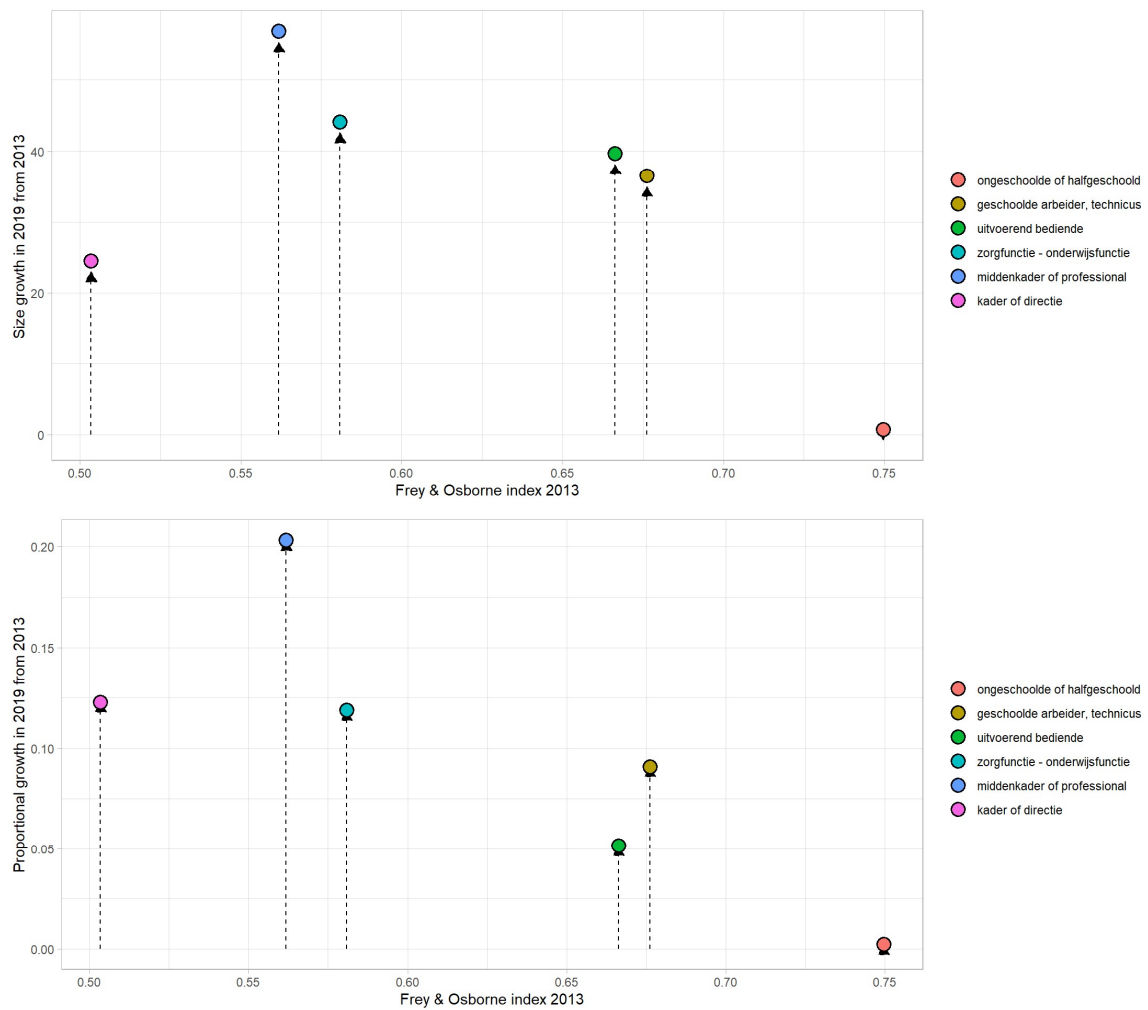




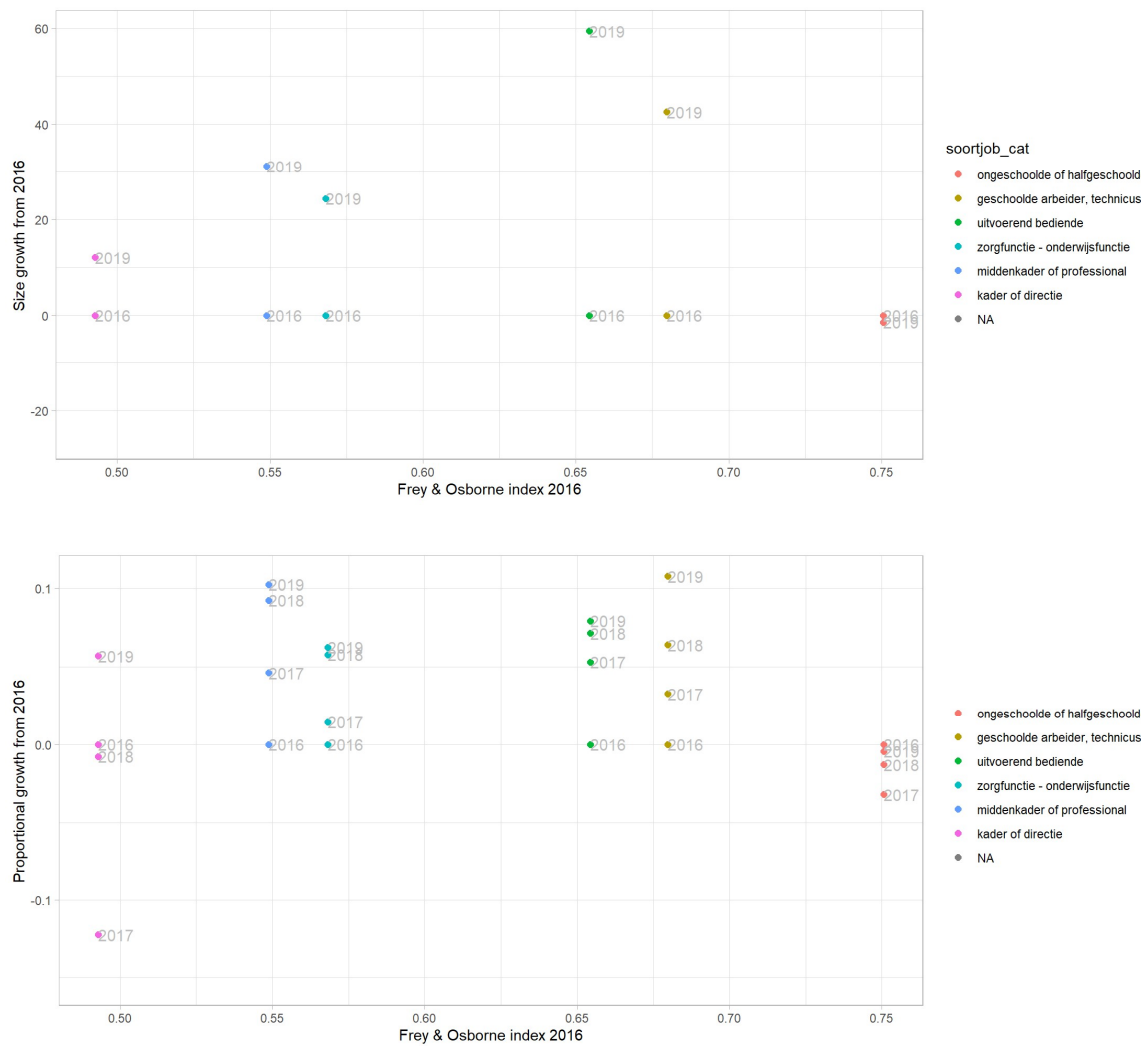
Figuur 20. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen in 2010 en uiteindelijke groei in 2019, met absolute en proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2010.



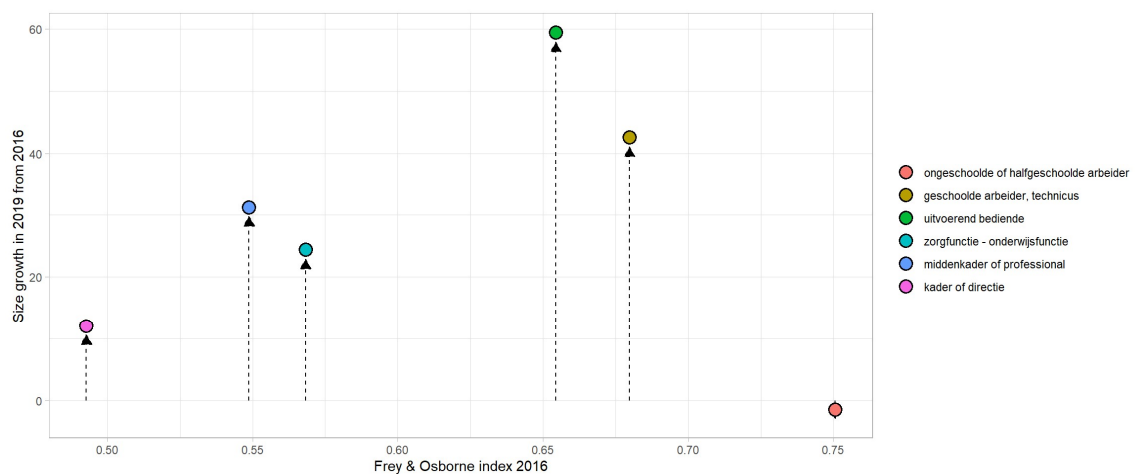
Figuur 21. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen en groei na 2013

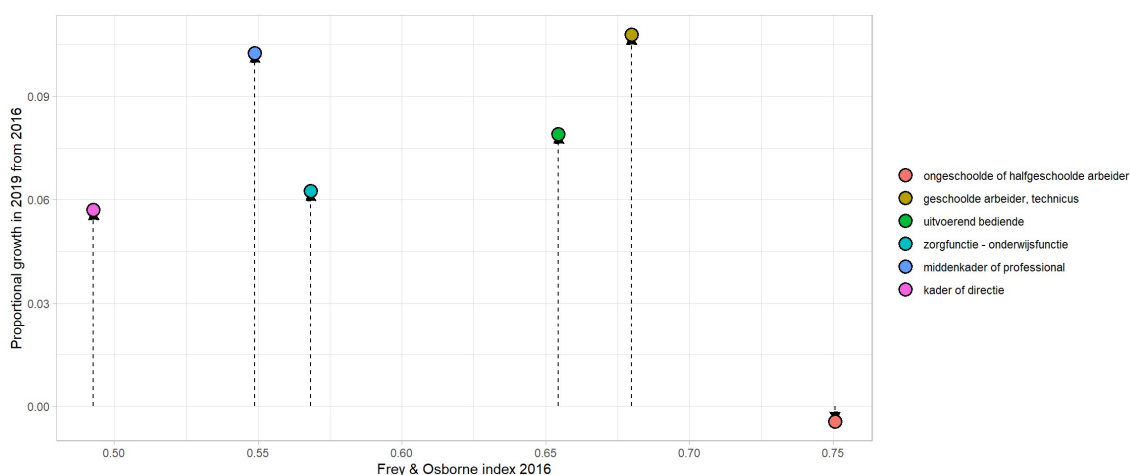


Figuur 22. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen in 2013 en uiteindelijke groei in 2019, maar op basis van absolute en proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2013.



Figuur 23. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen en groei na 2016





Figuur 24. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen in 2016 en uiteindelijke groei in 2019, met absolute en proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2016.

4.6 Conclusie

Volgens Frey en Osborne geeft een FOI-score aan dat functiegroepen met een hoge automatiseringskans (gemeten met de FOI) uiteindelijk ook de minste groei in omvang zouden moeten hebben over tijd. In die zin is de FOI een spiegeling van de LCI-scores. Functies die steunen op veel meer vrijheid en veel meer regelruimte en ervaring, zijn functies die het laagste risico lopen om te verdwijnen. Frey en Osborne typeren die baankenmerken als automatiseringsbottlenecks. In ons onderzoek hebben we de impact geoperationaliseerd aan de hand van de ontwikkeling in de omvang in relatieve omvang van functiegroepen vastgesteld in de LFS ten opzichte van een referentiejaar.

Met onze analyse kijken we op twee manieren naar de actuele wijzigingen in functiegroepen: de directe impact op de omvang van de functiegroep in 2019 en de multilevel-impact in 2019 waarbij de impact van de tijd ook een rol speelt. De FOI vertoont zoals de LCI geen voorspellende kracht op de ontwikkeling in functies in 2019 als we de forecasting-methode hanteren. Deze voorspellende kracht wordt niet groter of kleiner hoe dichter we komen bij 2019, het eindjaar in onze metingen. Alleen het jaar 2013 toont een resultaat conform verwachtingen. Na 2013 daalt het resultaat weer wat aangeeft dat de voorspellingskracht van de FOI niet stabiel is. In de multilevel-analyse, waarbij rekening wordt gehouden met de tussentijdse jaren, wijzigt het beeld niet.

Opnieuw is de situatie bij kader/directie een belangrijke reden voor het fout lopen van de voorspellingen. De voorspellende kracht van de FOI wordt groter als kader/directie als functiegroep wordt uitgesloten. De FOI houdt wel voorspellingen in voor kader/directie. Alleen blijken die slecht uit te komen.

5. Voorspelling wijzigingen in kwantitatieve werkgelegenheidsstructuur functiegroepen met de MST-score

5.1 Inleiding

In deze eerste analyse kijken we naar de MST-methode zoals we dat ook met LCI en FOI hebben gedaan. Zoals eerder aangegeven, vergt de MST-benadering een breder kader om de ontwikkeling van het aantal banen te voorspellen. Dat kader is niet aanwezig in de data van de MST. De toetsing van de MST-benadering is daarmee beperkt. De werkwijze die we volgen om het MST-model testen, is dezelfde als de methode om de LCI te testen. We beperken de MST-systematiek tot twee schalen: volledigheid en regeltaken. Deze schalen bepalen in belangrijke mate ontwikkelkansen (promotiemogelijkheden, kennisontwikkeling) op individueel en functieniveau. We beperken de analyse tot het functieniveau. De aanname daarbij is dat functies met betere ontwikkelkansen, op termijn beter ‘overleven’. Bij deze analyse kunnen we bij aanvang een accent bij plaatsen. Ontwikkelkansen zijn ook beslissingen van bedrijven. De afweging van het management zal te maken hebben met welke investering het meeste zal opleveren. Elementaire beroepen hoeven daarbij niet altijd de verliezer te zijn in de afwegingen. We zijn ons bewust van dit gegeven, maar kijken welke verklaringskracht dit MST-model oplevert. Omdat volledigheid en regeltaken in de praktijk sterk met elkaar samenhangen (blijkbaar nemen bedrijven besluiten over deze twee dimensies samen), voegen we voor de tijdsanalyse de twee schalen samen tot een MST-score.

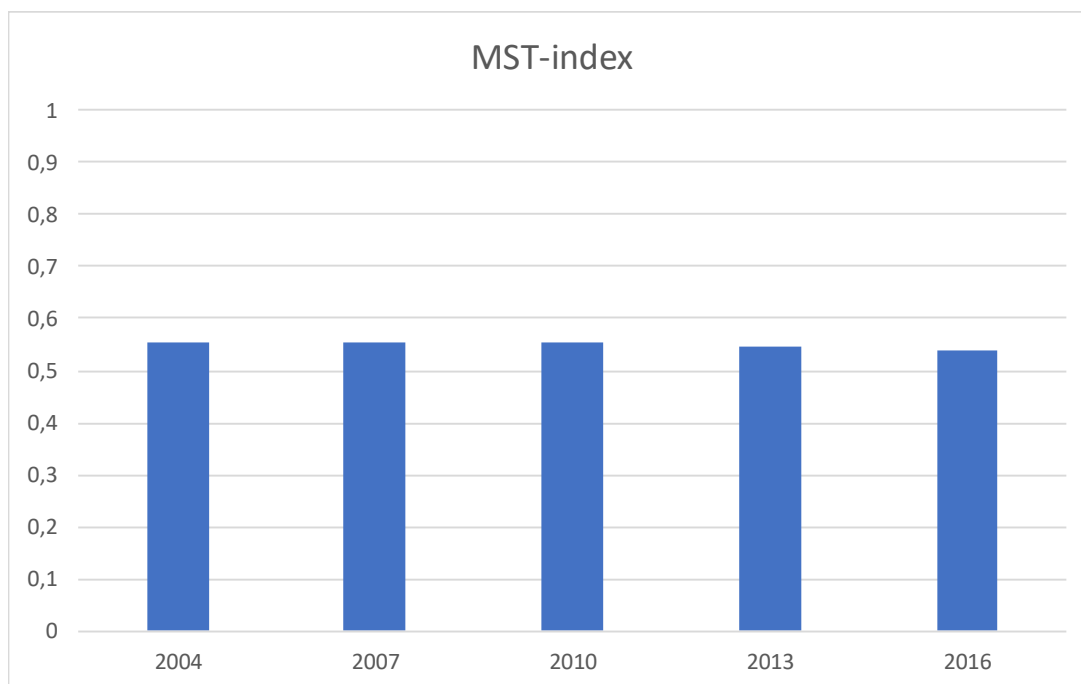
De analyse bestaat uit de volgende stappen:

- We onderzoeken de relatie van *volledigheid* met de ontwikkeling in de omvang op functiegroepniveau. Zoals bij de FOI en LCI beschikken we op basis van de berekeningen over coëfficiënten voor de interacties, effectgroottes en verklaarde variantie als parameters. De coëfficiënten voor de interacties tussen volledigheid en jaar, geven de relatie tussen de volledigheidsscore in dat jaar en de verandering ten opzichte van het referentiejaar. De effectgrootte is de coëfficiënt gedeeld door de standaarddeviatie van de omvang van de functiegroep in het referentiejaar. De verklaarde variantie van het model geeft aan hoeveel de volledigheidsscore en de tijd verklaren van de omvang van de functiegroep. Vervolgens visualiseren we de volledigheidsscore en omvang van de functiegroep over de jaren heen en laten we zien wat er over de jaren heen gebeurt met dit verband.
- We voeren dezelfde analyses uit voor de *regeltakenscores*.
- Daarnaast bekijken we het verband tussen de *volledigheid en regeltaken* en hoe dit verband zich ontwikkelt in de tijd. In een dynamische visualisatie zien we het verband tussen volledigheid en regeltaken per functiegroep over de tijd. We eindigen met de samengestelde schaal volledigheid en regeltaken, de MST-score.

- Uiteindelijk voeren we robuustheidschecks uit met analyses voor de WBM-populatie zonder kader of directie en voor een analyse beperkt tot de industrie. Deze laatste analyse hebben we nodig om na te gaan of in de industrie sprake is van specifieke ontwikkelingen, als gevolg van de beweging in Vlaanderen naar Industrie 4.0.

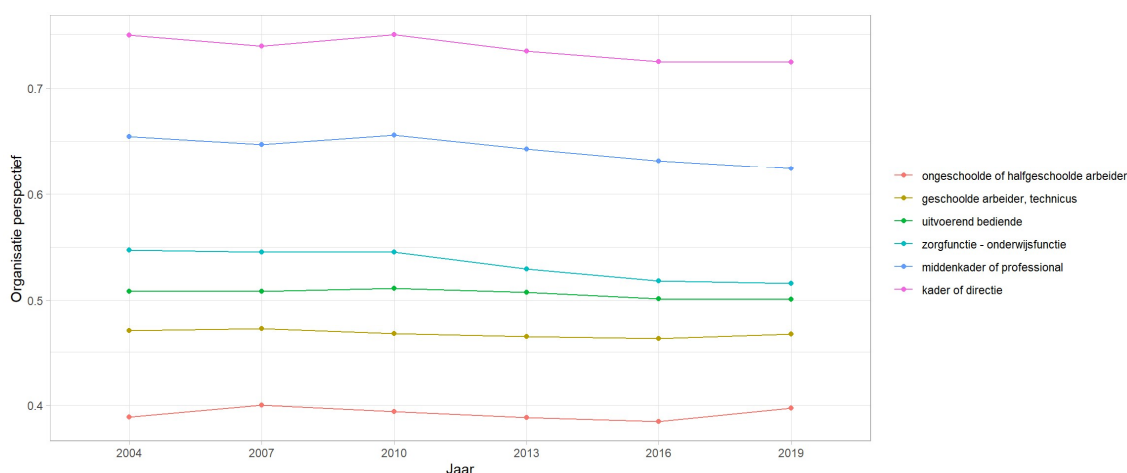
5.2 Beschrijvende analyse

De volgende figuur laat zien dat de gemiddelde MST-scores over alle beroepen per jaar zien.



Figuur 25. Ontwikkeling van de gemiddelde organisatie-scores voor de zes meetmomenten van de WBM (MST-score=0 is hoge automatiseerbaarheidskans)

In de volgende figuur zijn we voor de zes functiegroepen in de WBM nagegaan hoe de MST-score zich ontwikkelt van 2004 tot en met 2019.



Figuur 26. Ontwikkeling van de organisatie-scores voor de zes functiegroepen voor de zes meetmomenten (MST-score=0 is hoge automatiseerbaarheidskans)

Uit de figuur valt af te leiden dat kader of directie hoog uitkomt op de MST-score en daarmee een lage automatiseringskans laat zien. Ongeschoolde of halfgeschoolde arbeiders tonen een lage MST-score. De scores blijken over de verschillende metingen tamelijk stabiel te blijven. In die zin is sprake van een hoge mate van betrouwbaarheid van het meetconstruct. De figuur toont eenzelfde hiërarchie in functiegroepen als in de andere benaderingen is gevonden, maar de groepering van functiegroepen is niet dezelfde. De afstanden tussen ongeschoolde/halfgeschoolde en geschoolde arbeiders/technici is groot ten opzichte van de overige functies.

5.3 In hoeverre is de volledigheid gerelateerd aan (de verandering in) omvang van de functiegroepen?

In de eerste analyse wordt het algemene verband tussen volledigheid en de verandering in de proportionele functieomvang in 2019 bekeken. In

Tabel 41 wordt een random intercept voor functiegroep meegenomen (dus verschillen tussen functiegroepen worden gecorrigeerd). Er is een sterk, (niet significant) negatief verband tussen volledigheid en omvang van de functiegroep. Hoe hoger de volledigheidsscore, hoe kleiner de omvang van de functiegroep. Volledigheid verklaart 10.2% (R^2) van de proportionele verandering in omvang van functiegroep.

Tabel 41. Algemeen effect van de volledigheidsscore 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	Df	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	0.559	0.439	2.779	1.276	0.298	0.102
volledigheid	-0.741	0.713	2.799	-1.039	0.380	

In Tabel 42 wordt gekeken naar het verband tussen de volledigheidsscore per meting en de verandering in omvang van functiegroepen ten opzichte van 2004. We zien dat de volledigheidsscore

niet de *verandering* in omvang verklaart. Er is wel een verband tussen volledigheid en omvang in het referentiejaar (sterk negatief), maar veranderingen ten opzichte van dit jaar worden niet significant verklaard door veranderingen in volledigheid.

Tabel 42. Detailbeeld van effect van de jaarlijkse volledigheidsscore vanaf 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	Df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.083	0.498	9.481	0.167	0.871	0.151	0.102
volledigheid	-0.134	0.794	9.488	-0.169	0.869		
factor(Jaar)2007	-0.120	0.478	19.948	-0.251	0.805		
factor(Jaar)2010	-0.297	0.472	19.912	-0.629	0.537		
factor(Jaar)2013	0.435	0.472	19.910	0.923	0.367		
factor(Jaar)2016	0.262	0.467	19.902	0.560	0.582		
factor(Jaar)2019	0.231	0.474	19.923	0.488	0.631		
volledigheid:factor(Jaar)2007	0.291	0.767	19.986	0.379	0.709		
volledigheid:factor(Jaar)2010	0.650	0.756	19.923	0.860	0.400		
volledigheid:factor(Jaar)2013	-0.531	0.761	19.951	-0.697	0.494		
volledigheid:factor(Jaar)2016	-0.192	0.760	19.946	-0.252	0.803		
volledigheid:factor(Jaar)2019	-0.010	0.772	20.027	-0.013	0.990		

5.4 In hoeverre zijn de regeltaken gerelateerd aan (de verandering in) omvang van de functiegroepen?

Tabel 43 toont het algemene verband tussen regeltaken en functiegroep-omvang in 2019. Voor verschillen tussen functiegroepen wordt gecorrigeerd. Er is geen significant verband tussen regeltaken en functiegroep-omvang. Regeltaken verklaart 2.9% van de proportionele groei in omvang van de functiegroep.

Tabel 43. Algemeen effect van de regeltakenscore in 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	0.230	0.230	4.175	1.004	0.370	0.029
regeltaken	-0.248	0.454	4.199	-0.547	0.612	

Tabel 44 geeft het verband tussen de jaarlijkse regeltakenscore en de verandering in functiegroep-omvang ten opzichte van 2004. We zien dat de toename in regeltaken wel een verband (maar niet significant) houdt met een afname in omvang van de functiegroep voor 2013, 2016 en 2019 (ten opzichte van 2004). Er is ook een verband tussen regeltaken en omvang in het referentiejaar (sterk negatief). Als we kijken naar het resterende effect van de schaal regeltaken, dan is de verklaarde variantie 14.8%, het merendeel van het totale effect.

Tabel 44. Detailbeeld van effect van de jaarlijkse regeltakenscore vanaf 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.076	0.271	8.609	0.280	0.786	0.197	0.148
regeltaken	-0.156	0.535	8.630	-0.292	0.777		
factor(Jaar)2007	-0.028	0.256	19.960	-0.107	0.916		
factor(Jaar)2010	-0.087	0.249	19.778	-0.350	0.730		

factor(Jaar)2013	0.393	0.252	19.848	1.559	0.135		
factor(Jaar)2016	0.342	0.256	19.953	1.337	0.196		
factor(Jaar)2019	0.387	0.262	20.210	1.474	0.156		
regeltaken:factor(Jaar)2007	0.178	0.504	19.910	0.354	0.727		
regeltaken:factor(Jaar)2010	0.389	0.488	19.758	0.797	0.435		
regeltaken:factor(Jaar)2013	-0.571	0.500	19.857	-1.143	0.267		
regeltaken:factor(Jaar)2016	-0.400	0.511	20.028	-0.783	0.443		
regeltaken:factor(Jaar)2019	-0.331	0.525	20.319	-0.630	0.536		

5.5 Regeltaken en volledigheid in combinatie

Het effect van de combinatie van regeltaken en volledigheid op de omvang van de functiegroep is zichtbaar in *Tabel 45*. In deze analyse bekijken we of de combinatie tussen regeltaken en volledigheid gerelateerd is aan de omvang van de functiegroep. Het interactie-effect voor regeltaken en volledigheid is negatief. Meer regeltaken zorgt voor groei in functiegroepen; meer volledigheid zorgt voor kleinere omvang, en de combinatie tussen regeltaken en volledigheid zorgt voor een kleine omvang. De verbanden zijn niet significant. De hoofdeffecten en het interactie-effect verklaren 23% van de variantie in de proportionele groei van de omvang in functiegroep.

Tabel 45. Relatie tussen volledigheid- en regeltakenscore in de WBM en de proportionele groei in omvang van de functiegroep (LFS)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	1.655	2.553	2.016	0.648	0.583	0.23
regeltaken	2.820	6.084	7.526	0.464	0.656	
volledigheid	-4.474	4.116	1.742	-1.087	0.405	
regeltaken:volledigheid	-0.650	8.387	4.224	-0.077	0.942	

Tabel 46. Detailbeeld van effect van de volledigheid- en regeltakenscore vanaf 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	-0.172	2.792	5.922	-0.062	0.953	0.214	0.165
Regeltaken	0.641	11.551	7.162	0.055	0.957		
volledigheid	0.203	3.584	5.379	0.057	0.957		
factor(Jaar)2007	-0.753	2.983	10.350	-0.253	0.806		
factor(Jaar)2010	-1.696	2.925	10.247	-0.580	0.575		
factor(Jaar)2013	0.220	3.477	11.412	0.063	0.951		
factor(Jaar)2016	0.210	3.046	10.592	0.069	0.946		
factor(Jaar)2019	-1.816	3.761	11.677	-0.483	0.638		
regeltaken:volledigheid	-0.840	12.879	6.740	-0.065	0.950		
regeltaken:factor(Jaar)2007	1.823	11.450	10.004	0.159	0.877		
regeltaken:factor(Jaar)2010	4.582	11.733	10.015	0.391	0.704		
regeltaken:factor(Jaar)2013	-4.010	13.466	10.659	-0.298	0.772		
regeltaken:factor(Jaar)2016	-4.825	11.689	10.014	-0.413	0.688		
regeltaken:factor(Jaar)2019	1.419	13.733	10.668	0.103	0.920		
volledigheid:factor(Jaar)2007	1.097	3.790	10.703	0.289	0.778		
volledigheid:factor(Jaar)2010	2.212	3.604	10.331	0.614	0.553		
volledigheid:factor(Jaar)2013	1.907	4.065	11.715	0.469	0.648		
volledigheid:factor(Jaar)2016	2.335	3.851	11.233	0.606	0.556		

volledigheid:factor(Jaar)2019	4.910	4.487	11.975	1.094	0.295		
regeltaken:volledigheid:factor(Jaar)2007	-2.429	13.088	10.076	-0.186	0.856		
regeltaken:volledigheid:factor(Jaar)2010	-5.769	13.221	10.070	-0.436	0.672		
regeltaken:volledigheid:factor(Jaar)2013	2.236	15.621	10.970	0.143	0.889		
regeltaken:volledigheid:factor(Jaar)2016	2.895	13.533	10.165	0.214	0.835		
regeltaken:volledigheid:factor(Jaar)2019	-5.282	16.067	11.018	-0.329	0.749		

5.6 Verband tussen de taken: volledigheid en regeltaken over de tijd

In hoeverre is er een verband tussen de regeltaken en de volledigheid? In deze analyses wordt de (verandering in) omvang in functiegroep niet meegenomen. Het gaat dus alleen om het verband tussen regeltaken en de volledigheid en om in hoeverre dit verband over de tijd verandert. In de onderstaande analyses wordt het verband algemeen bekeken. Hierin worden wel alle WBM-tijdstippen meegenomen, maar wordt niet gekeken naar eventuele veranderingen over de tijd. De analyse is uitgevoerd op de z-scores.

Tabel 47. Samenhang volledigheid en regeltaken in WBM over de verschillende metingen heen in z-score

	Estimate	Std. Error	Df	t value	Pr(> t)	Effect size	R2
(Intercept)	-0.040	0.091	4.549	-0.438	0.681	-0.061	0.849
zregeltaken	0.787	0.112	8.757	7.021	0.000	1.212	

Tabel 47 laat zien dat 84.9% van de variantie in volledigheid wordt verklaard door regeltaken. Het verband is sterk en significant met een regressiecoëfficiënt van 0.787. Dus een toename in regeltaken van 1 punt, houdt verband met een toename van 0.787 in volledigheid.

Als we kijken naar het effect van de combinatie van regeltaken en volledigheid op de omvang van de functiegroep, gebruiken we de interactie tussen deze twee maten eerst in het algemeen. In de onderstaande analyse wordt gekeken naar het verband tussen de verandering in regeltaken en volledigheid over de tijd.

Tabel 48. Resultaten relatie volledigheid en regeltaken in WBM over de tijd gezien (absolute aantallen)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	Effect size	R2
(Intercept)	0.341	0.046	8.234	7.423	0.000	3.153	0.818
regeltaken	0.576	0.089	9.135	6.476	0.000	5.330	
factor(Jaar)2007	-0.014	0.011	22.185	-1.271	0.217	-0.127	
factor(Jaar)2010	-0.005	0.010	19.685	-0.530	0.602	-0.049	
factor(Jaar)2013	-0.018	0.010	20.768	-1.785	0.089	-0.171	
factor(Jaar)2016	-0.038	0.011	22.092	-3.555	0.002	-0.355	
factor(Jaar)2019	-0.045	0.012	23.818	-3.789	0.001	-0.414	
regeltaken:factor(Jaar)2007	0.003	0.021	21.612	0.155	0.878	0.030	
regeltaken:factor(Jaar)2010	-0.010	0.019	19.335	-0.507	0.618	-0.091	
regeltaken:factor(Jaar)2013	0.007	0.021	20.897	0.337	0.740	0.064	
regeltaken:factor(Jaar)2016	0.034	0.022	22.815	1.545	0.136	0.314	
regeltaken:factor(Jaar)2019	0.048	0.024	23.996	1.993	0.058	0.447	

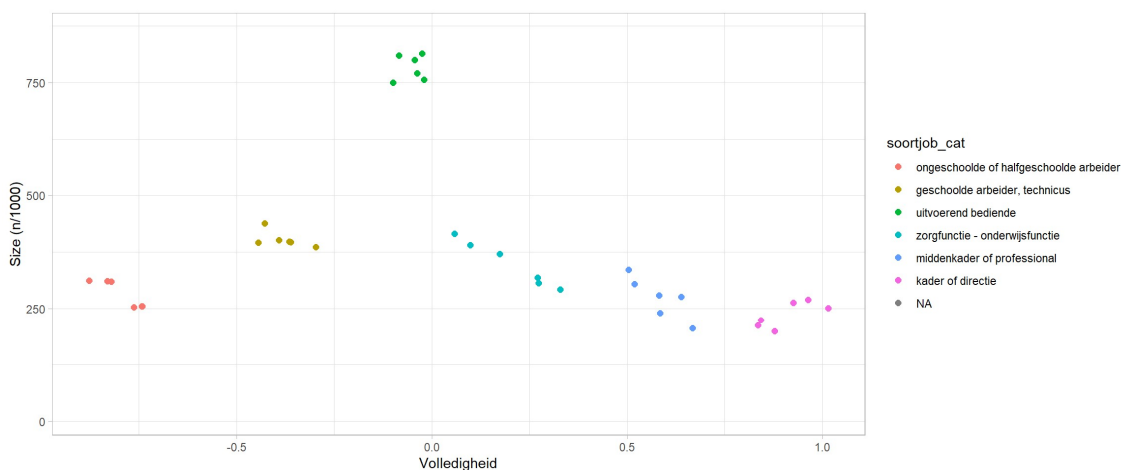
De interactiecoëfficiënten in Tabel 48 zijn niet significant, wat aangeeft dat het verband tussen regeltaken en volledigheid vrij stabiel blijft over de tijd. Het algemene verband tussen volledigheid en regeltaken met de omvang geldt niet voor de verandering in omvang. Als regeltaken en volledigheid

worden gecombineerd, dan verklaart de schaal 81.8% van de veranderingen in de omvang van de functiegroepen in de periode 2004-2019. Des te verder we in de tijd kijken, des te sterker het verband wordt tussen de schaal en de ontwikkeling in omvang van functiegroepen, maar het verband wordt niet significant. De samenhang tussen beide variabelen brengt ons ertoe om de schalen samen te voegen tot de schaal organisatietaken. Sectie 5.7 analyseert opnieuw de verbanden.

5.7 Visualisaties van de volledigheid en regeltaken

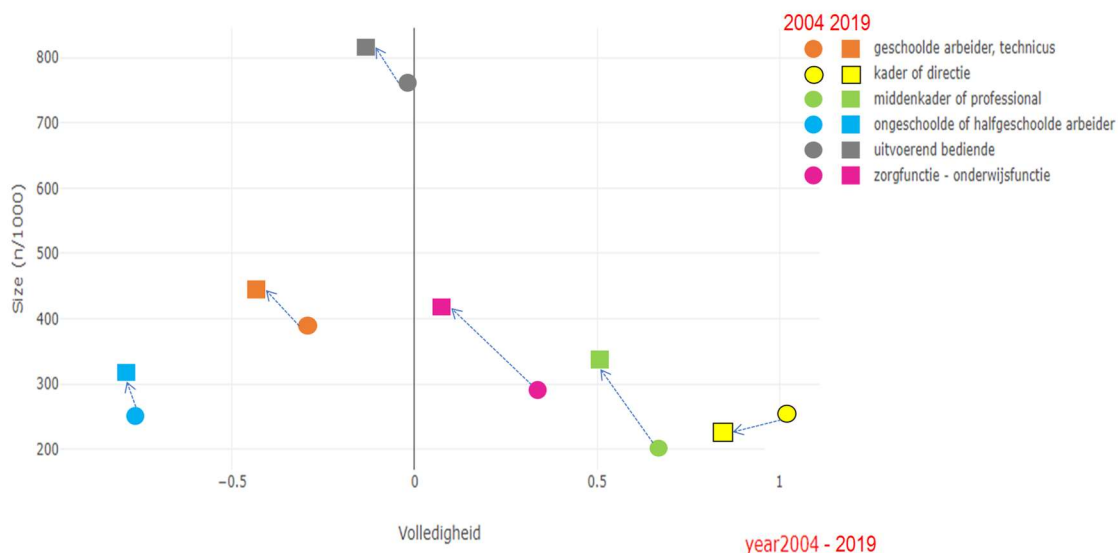
De plots visualiseren hoe functiegroepen zich ontwikkelen in omvang over de verschillende jaren.

Figuur 27 laat zien hoe de functiegroepen zich ontwikkelen, gegeven hun volledigheidsscore in 2004. Uitvoerende bedienden zijn de grootste groep (+/- 750.000 personen). De overige groepen blijken in omvang niet ver uit elkaar te liggen. De omvang van de groepen wijzigt niet drastisch, zelfs al betreft dit een periode van 15 jaren en was er sprake van een belangrijke technologische verschuiving in de sectoren.



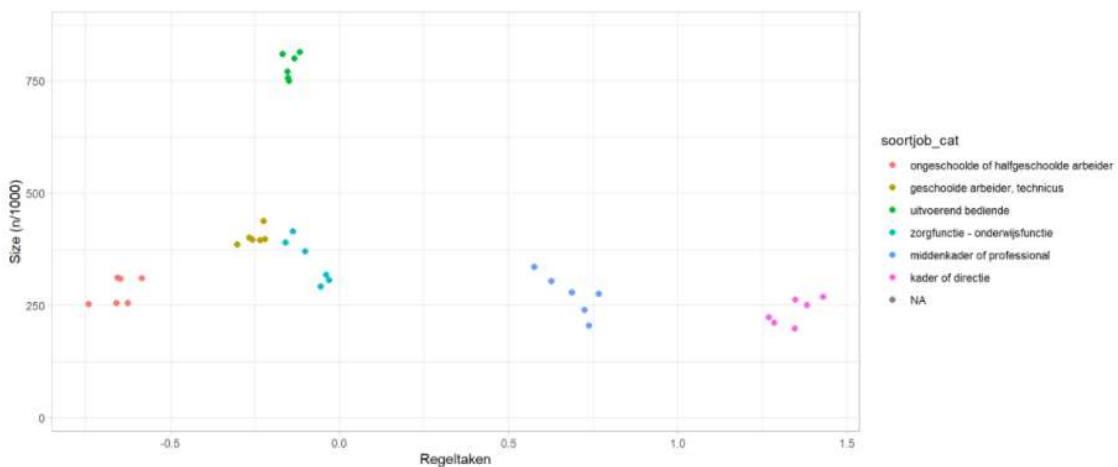
Figuur 27. Ontwikkeling in omvang van functiegroepen, start bij volledigheidsscore in 2004.

Figuur 28 toont de sprong van 2004 naar 2016 in volledigheidsscore en ontwikkeling in omvang van de functiegroepen. Alle functiegroepen laten een daling in volledigheid zien, maar de ontwikkeling in omvang van de functiegroepen is verschillend. Ongeschoolde of halfgeschoolde arbeiders hebben het meest uitvoerende profiel (en laagste volledigheid), en laten een groei in omvang zien. De volledigheid van de functie neemt verder af. Geschoolde arbeiders/technici, uitvoerende bedienden, zorg/onderwijsfuncties en middenkader/professionals laten allemaal een stijging in omvang zien. Scores in volledigheid nemen toe. Kader/directie is de enige categorie die in omvang afneemt, gekoppeld aan een daling in volledigheid.

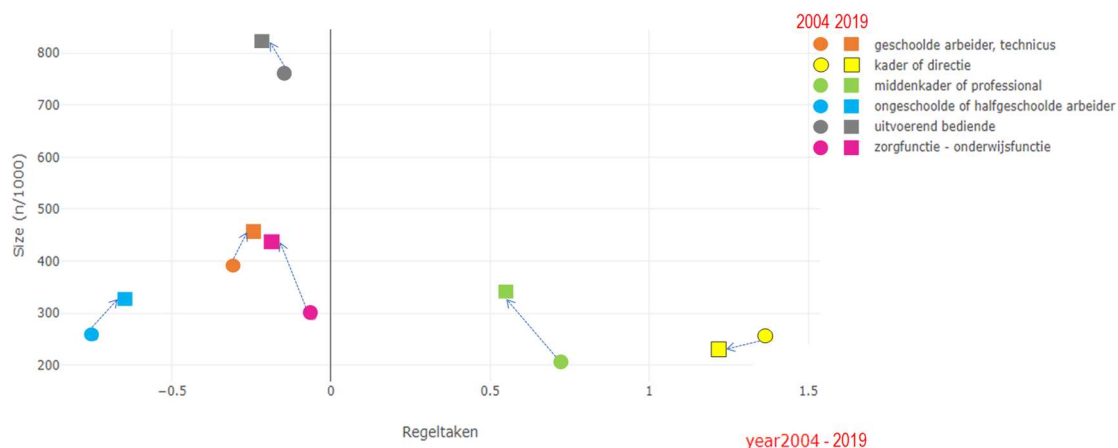


Figuur 28. Ontwikkeling in omvang van functiegroepen in 2004 en 2019, start bij volledigheidsscore in 2004.

Figuur 29 en Figuur 30 laten eenzelfde ontwikkeling zien als in Figuur 28, maar dan uitgaande van de regeltakenscore. De ontwikkeling in omvang van de functiegroepen blijft dezelfde. Stijgers in regeltaken zijn ongeschoolde/halfgeschoolde arbeiders en geschoolde arbeiders/technici. Uitvoerende bedienden blijven stabiel met hun score. De overige functies laten een krimp zien.

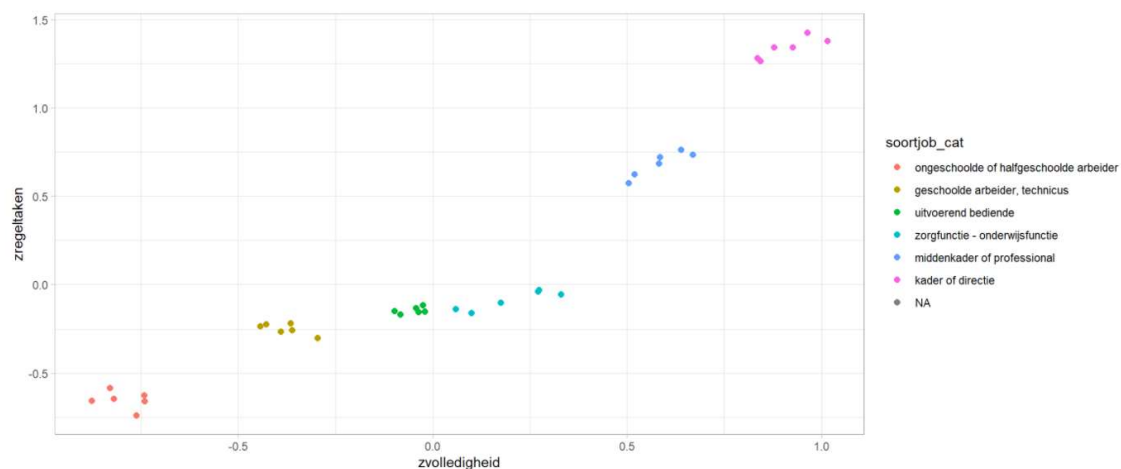


Figuur 29. Ontwikkeling in omvang van functiegroepen, start bij regeltakenscore in 2004.



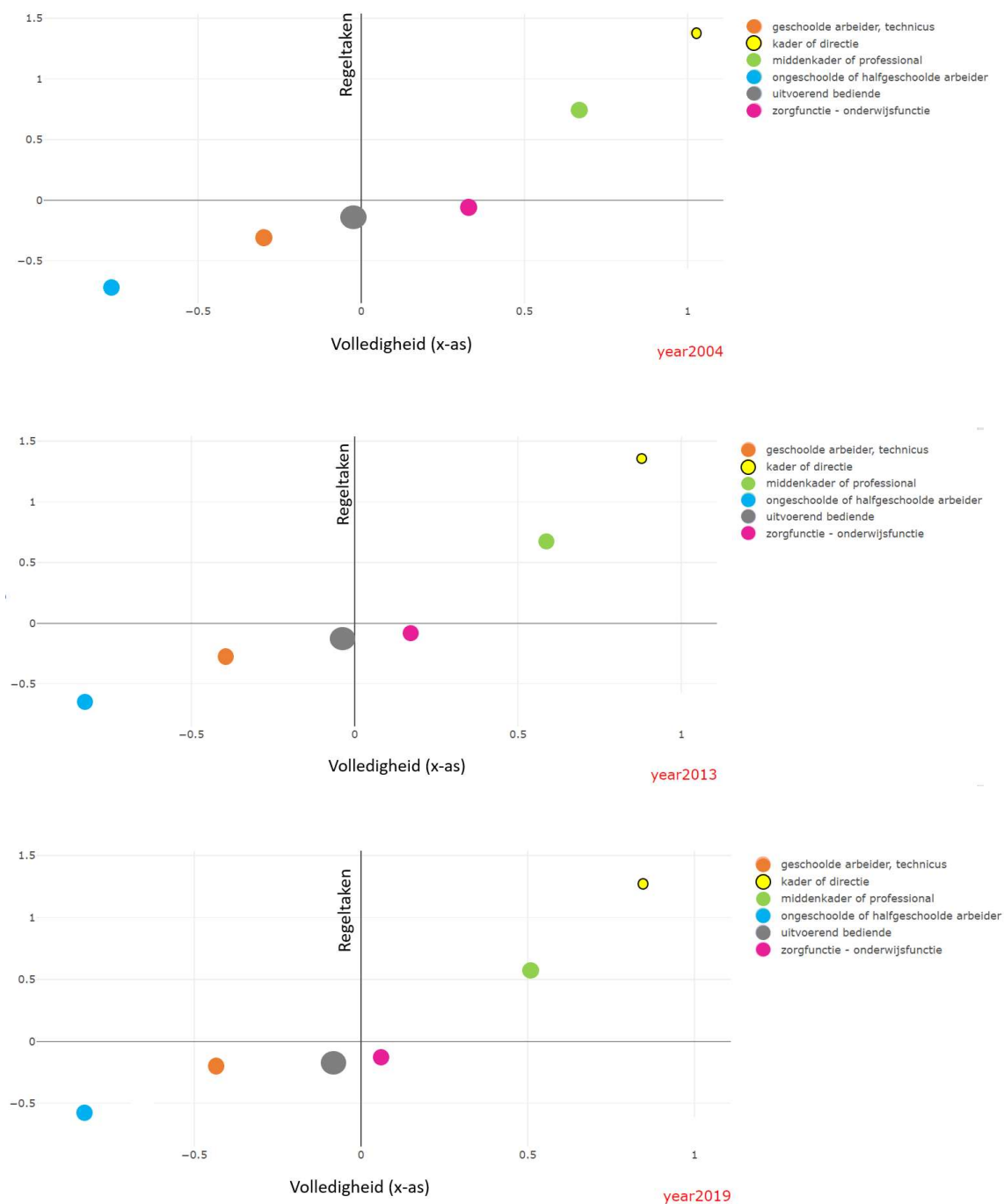
Figuur 30. Ontwikkeling in omvang van functiegroepen in 2004 en 2019, start bij regeltakenscore in 2004.

Figuur 31 laat de spreiding in functiegroepen zien op de twee assen volledigheid en regeltaken en de ontwikkeling over tijd. De figuur geeft aan dat de functiegroepen in de 15 jaren waar we naar kijken, amper verschuiven in de relatieve positie ten opzichte van elkaar. Dit houdt in dat er waarschijnlijk weinig wijzigt in de arbeidsorganisatie: volledigheid en regeltaken blijven redelijk stabiel verdeeld over de functiegroepen.



Figuur 31. Relatie tussen volledigheid en regeltaken voor de functiegroepen over de tijd gezien (2004-19)

Figuur 32 voegt aan voorgaande figuur nog de omvang van de functiegroepen toe. In de onderstaande plots staan de regeltaken op de verticale as en de volledigheid op de horizontale as.



Figuur 32. Ontwikkeling in positie van functiegroepen op schalen volledigheid en regeltaken op 3 momenten: 2004, 2013 en 2019. Omvang van cirkel geeft grootte van groep weer [x-as = regeltaken]

Met dit overzicht hebben we in beeld hoe stabiel de functiegroepen scoren voor volledigheid en regeltaken. De relatieve afstanden tussen functiegroepen in regeltaken en volledigheid wijzigen amper. De afstanden zijn ook groot. Over het geheel genomen hebben de organisaties duidelijk een sterke sturing van bovenaf. Medewerkers in de functiegroepen ervaren zeer verschillende mogelijkheden om zich te ontwikkelen en greep te krijgen op hun eigen situatie. Een conclusie kan zijn dat de organisatieconcepten in de Vlaamse bedrijven blijkbaar weinig gewijzigd zijn in de periode 2004-2019.

5.8 In hoeverre zijn de MST-scores gerelateerd aan (de verandering in) omvang van de functiegroepen

In hoeverre is de organisatie score in de verschillende metingen, gerelateerd aan de proportionele verandering in omvang van de functiegroepen in 2019? *Tabel 49* en volgende laten zien dat de schaal een sterker effect laat zien tot in 2013 op de proportionele verandering in de omvang van functies, daarna vermindert het effect opnieuw. Geen van de algemene effecten is statistisch significant.

Tabel 49. Algemeen effect van de organisatietaken in 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	0.300	0.571	0.526	0.627	0.004
orgtaken_2004	-0.129	1.008	-0.128	0.904	

Tabel 50. Algemeen effect van de organisatietaken in 2007 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	0.396	0.463	0.856	0.440	0.066
orgtaken_2007	-0.435	0.821	-0.530	0.624	

Tabel 51. Algemeen effect van de organisatietaken in 2010 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	0.487	0.325	1.498	0.209	0.261
orgtaken_2010	-0.682	0.574	-1.187	0.301	

Tabel 52. Algemeen effect van de organisatietaken in 2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	-0.124	0.101	-1.228	0.287	0.558
orgtaken_2013	0.408	0.182	2.247	0.088	

Tabel 53. Algemeen effect van de organisatietaken in 2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	0.002	0.085	0.029	0.978	0.132
orgtaken_2016	0.121	0.155	0.778	0.480	

In *Tabel 54* en volgende kijken we in hoeverre is de MST-score in 2004 en volgende jaren, gerelateerd is aan de proportionele verandering in omvang van de functiegroepen over de tijd. We richten onze focus op R²delta, het verschil in verklaarde variantie van het model met index versus het model zonder index. De verklaarde variantie van de organisatie maat (combinatie van volledigheid en werktaken) voor 2004 over de tijd naar 2019 is 4.6%, in 2007 neemt dit toe naar 14.7%, dan 35.5% in 2010; in 2013 een kleine daling naar 15.9% en in 2016 3.7%. In *Tabel 56* zien we dat in de 2010 meting de R²delta sterk omhooggaat. Alle interactie-effecten van MST-scores met de tijd zijn significant. Hogere MST-scores gaan gepaard met een daling in functieomvang. De richting van dat effect is wel tegen de verwachting in.

Tabel 54. Detailbeeld van effect van de MST-score 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.380	8.625	0.000	1.000	0.148	0.046
factor(Jaar)2005	-0.146	0.316	60.000	-0.463	0.645		
factor(Jaar)2006	-0.109	0.316	60.000	-0.345	0.731		
factor(Jaar)2007	-0.063	0.316	60.000	-0.200	0.842		
factor(Jaar)2008	-0.042	0.316	60.000	-0.133	0.895		

factor(Jaar)2009	-0.160	0.316	60.000	-0.506	0.615		
factor(Jaar)2010	-0.169	0.316	60.000	-0.534	0.596		
factor(Jaar)2011	0.674	0.316	60.000	2.134	0.037		
factor(Jaar)2012	0.471	0.316	60.000	1.491	0.141		
factor(Jaar)2013	0.420	0.316	60.000	1.328	0.189		
factor(Jaar)2014	0.306	0.316	60.000	0.968	0.337		
factor(Jaar)2015	0.361	0.316	60.000	1.141	0.258		
factor(Jaar)2016	0.304	0.316	60.000	0.963	0.339		
factor(Jaar)2017	0.388	0.316	60.000	1.229	0.224		
factor(Jaar)2018	0.319	0.316	60.000	1.009	0.317		
factor(Jaar)2019	0.300	0.316	60.000	0.949	0.346		
orgtaken_2004	0.000	0.671	8.625	0.000	1.000		
factor(Jaar)2005:orgtaken_2004	0.293	0.558	60.000	0.524	0.602		
factor(Jaar)2006:orgtaken_2004	0.252	0.558	60.000	0.451	0.654		
factor(Jaar)2007:orgtaken_2004	0.221	0.558	60.000	0.396	0.693		
factor(Jaar)2008:orgtaken_2004	0.218	0.558	60.000	0.391	0.697		
factor(Jaar)2009:orgtaken_2004	0.419	0.558	60.000	0.751	0.456		
factor(Jaar)2010:orgtaken_2004	0.492	0.558	60.000	0.881	0.382		
factor(Jaar)2011:orgtaken_2004	-1.069	0.558	60.000	-1.915	0.060		
factor(Jaar)2012:orgtaken_2004	-0.672	0.558	60.000	-1.204	0.233		
factor(Jaar)2013:orgtaken_2004	-0.548	0.558	60.000	-0.982	0.330		
factor(Jaar)2014:orgtaken_2004	-0.301	0.558	60.000	-0.540	0.591		
factor(Jaar)2015:orgtaken_2004	-0.417	0.558	60.000	-0.748	0.458		
factor(Jaar)2016:orgtaken_2004	-0.277	0.558	60.000	-0.497	0.621		
factor(Jaar)2017:orgtaken_2004	-0.420	0.558	60.000	-0.752	0.455		
factor(Jaar)2018:orgtaken_2004	-0.205	0.558	60.000	-0.367	0.715		
factor(Jaar)2019:orgtaken_2004	-0.129	0.558	60.000	-0.231	0.818		

Tabel 55. Detailbeeld van effect van de MST-score 2007 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) (groene cel: significant, $p < 0.05$)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.337	8.3	0.000	1.000	0.215	0.147
factor(Jaar)2008	0.024	0.277	48.0	0.088	0.931		
factor(Jaar)2009	-0.095	0.277	48.0	-0.343	0.733		
factor(Jaar)2010	-0.099	0.277	48.0	-0.356	0.724		
factor(Jaar)2011	0.755	0.277	48.0	2.724	0.009		
factor(Jaar)2012	0.551	0.277	48.0	1.988	0.053		
factor(Jaar)2013	0.505	0.277	48.0	1.822	0.075		
factor(Jaar)2014	0.392	0.277	48.0	1.413	0.164		
factor(Jaar)2015	0.448	0.277	48.0	1.616	0.113		
factor(Jaar)2016	0.393	0.277	48.0	1.418	0.163		
factor(Jaar)2017	0.483	0.277	48.0	1.744	0.088		
factor(Jaar)2018	0.415	0.277	48.0	1.496	0.141		
factor(Jaar)2019	0.396	0.277	48.0	1.429	0.160		
orgtaken_2007	0.000	0.599	8.3	0.000	1.000		
factor(Jaar)2008:orgtaken_2007	-0.012	0.492	48.0	-0.023	0.981		
factor(Jaar)2009:orgtaken_2007	0.192	0.492	48.0	0.390	0.698		
factor(Jaar)2010:orgtaken_2007	0.250	0.492	48.0	0.508	0.613		
factor(Jaar)2011:orgtaken_2007	-1.325	0.492	48.0	-2.693	0.010		

factor(Jaar)2012:orgtaken_2007	-0.930	0.492	48.0	-1.890	0.065		
factor(Jaar)2013:orgtaken_2007	-0.819	0.492	48.0	-1.665	0.102		
factor(Jaar)2014:orgtaken_2007	-0.577	0.492	48.0	-1.172	0.247		
factor(Jaar)2015:orgtaken_2007	-0.695	0.492	48.0	-1.412	0.164		
factor(Jaar)2016:orgtaken_2007	-0.560	0.492	48.0	-1.139	0.260		
factor(Jaar)2017:orgtaken_2007	-0.717	0.492	48.0	-1.458	0.151		
factor(Jaar)2018:orgtaken_2007	-0.509	0.492	48.0	-1.035	0.306		
factor(Jaar)2019:orgtaken_2007	-0.435	0.492	48.0	-0.884	0.381		

Tabel 56. Detailbeeld van effect van de MST-score 2010 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.273	6.046	0.000	1.000	0.401	0.355
factor(Jaar)2011	0.790	0.177	36.000	4.459	0.000		
factor(Jaar)2012	0.604	0.177	36.000	3.411	0.002		
factor(Jaar)2013	0.569	0.177	36.000	3.213	0.003		
factor(Jaar)2014	0.467	0.177	36.000	2.639	0.012		
factor(Jaar)2015	0.519	0.177	36.000	2.931	0.006		
factor(Jaar)2016	0.472	0.177	36.000	2.666	0.011		
factor(Jaar)2017	0.557	0.177	36.000	3.146	0.003		
factor(Jaar)2018	0.501	0.177	36.000	2.827	0.008		
factor(Jaar)2019	0.487	0.177	36.000	2.750	0.009		
orgtaken_2010	0.000	0.482	6.046	0.000	1.000		
factor(Jaar)2011:orgtaken_2010	-1.448	0.313	36.000	-4.630	0.000		
factor(Jaar)2012:orgtaken_2010	-1.091	0.313	36.000	-3.488	0.001		
factor(Jaar)2013:orgtaken_2010	-1.003	0.313	36.000	-3.209	0.003		
factor(Jaar)2014:orgtaken_2010	-0.786	0.313	36.000	-2.515	0.017		
factor(Jaar)2015:orgtaken_2010	-0.895	0.313	36.000	-2.861	0.007		
factor(Jaar)2016:orgtaken_2010	-0.778	0.313	36.000	-2.487	0.018		
factor(Jaar)2017:orgtaken_2010	-0.927	0.313	36.000	-2.963	0.005		
factor(Jaar)2018:orgtaken_2010	-0.745	0.313	36.000	-2.382	0.023		
factor(Jaar)2019:orgtaken_2010	-0.682	0.313	36.000	-2.180	0.036		

Tabel 57. Detailbeeld van effect van de MST-score 2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.096	11.464	0.000	1.000	0.449	0.159
factor(Jaar)2014	-0.116	0.097	24.000	-1.196	0.243		
factor(Jaar)2015	-0.053	0.097	24.000	-0.549	0.588		
factor(Jaar)2016	-0.118	0.097	24.000	-1.222	0.234		
factor(Jaar)2017	0.015	0.097	24.000	0.156	0.877		
factor(Jaar)2018	-0.085	0.097	24.000	-0.883	0.386		
factor(Jaar)2019	-0.124	0.097	24.000	-1.285	0.211		
orgtaken_2013	0.000	0.172	11.464	0.000	1.000		
factor(Jaar)2014:orgtaken_2013	0.248	0.174	24.000	1.427	0.166		
factor(Jaar)2015:orgtaken_2013	0.117	0.174	24.000	0.674	0.507		
factor(Jaar)2016:orgtaken_2013	0.270	0.174	24.000	1.553	0.134		
factor(Jaar)2017:orgtaken_2013	0.021	0.174	24.000	0.122	0.904		
factor(Jaar)2018:orgtaken_2013	0.293	0.174	24.000	1.688	0.104		
factor(Jaar)2019:orgtaken_2013	0.408	0.174	24.000	2.352	0.027		

Tabel 58. Detailbeeld van effect van de MST-score 2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.093	8.113	0.000	1.000	0.347	0.037
factor(Jaar)2017	0.130	0.087	12.000	1.508	0.157		
factor(Jaar)2018	0.038	0.087	12.000	0.441	0.667		
factor(Jaar)2019	0.002	0.087	12.000	0.029	0.978		
orgtaken_2016	0.000	0.170	8.113	0.000	1.000		
factor(Jaar)2017:orgtaken_2016	-0.245	0.158	12.000	-1.556	0.146		
factor(Jaar)2018:orgtaken_2016	0.011	0.158	12.000	0.070	0.945		
factor(Jaar)2019:orgtaken_2016	0.121	0.158	12.000	0.766	0.459		

5.9 Robuustheidscheck 1: wat gebeurt er als we kader of directie uitsluiten?

Het ontbreken van verwachte verbanden noodzaakt ons opnieuw te kijken of de verandering in de functieclassificatie in 2008 van invloed is op de verbanden. In Tabel 59 en volgende zijn deze verbanden in beeld gebracht. Opnieuw zien we dat de proportionele verandering in de omvang van de functiegroepen (zonder kader of directie) in grote mate samenhangen met de MST-score.

Tabel 59. Algemeen effect van de organisatietaken in 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/ directie (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	-0.619	0.454	-1.364	0.266	0.583
orgtaken_2004	1.781	0.871	2.046	0.133	

Tabel 60. Algemeen effect van de organisatietaken in 2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/ directie (LFS en WBM) (groene cel: significant, $p < 0.05$)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	-0.290	0.083	-3.482	0.040	0.879
orgtaken_2013	0.756	0.162	4.666	0.019	

Tabel 61. Algemeen effect van de organisatietaken in 2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/ directie (LFS en WBM)

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	-0.106	0.105	-1.008	0.388	0.488
orgtaken_2016	0.350	0.207	1.692	0.189	

We zien in deze analyses een vergelijkbaar beeld als bij FOI en LCI; alleen zijn de verklaarde varianties weer wat hoger dan voor FOI en LCI. Ook hier zorgt het “probleem” met kader/directie voor lage verklaarde varianties. De sensitiviteitsanalyses zonder deze groep in 2004 en 2013 laten beiden een grote stijging in die varianties zien.

Tabel 62. Detailbeeld van effect van de MST-score 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/ directie (LFS en WBM) (groene cel: significant, $p < 0.05$)

	Estimate	Std. Error	Df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.321	10.533	0.000	1.000	0.539	0.27
factor(Jaar)2005	-0.310	0.325	45.000	-0.953	0.346		
factor(Jaar)2006	-0.297	0.325	45.000	-0.914	0.366		
factor(Jaar)2007	-0.232	0.325	45.000	-0.713	0.479		

factor(Jaar)2008	-0.280	0.325	45.000	-0.860	0.395		
factor(Jaar)2009	-0.456	0.325	45.000	-1.401	0.168		
factor(Jaar)2010	-0.542	0.325	45.000	-1.667	0.102		
factor(Jaar)2011	0.125	0.325	45.000	0.384	0.702		
factor(Jaar)2012	-0.113	0.325	45.000	-0.348	0.729		
factor(Jaar)2013	-0.213	0.325	45.000	-0.656	0.515		
factor(Jaar)2014	-0.406	0.325	45.000	-1.247	0.219		
factor(Jaar)2015	-0.349	0.325	45.000	-1.073	0.289		
factor(Jaar)2016	-0.442	0.325	45.000	-1.358	0.181		
factor(Jaar)2017	-0.594	0.325	45.000	-1.826	0.074		
factor(Jaar)2018	-0.649	0.325	45.000	-1.996	0.052		
factor(Jaar)2019	-0.619	0.325	45.000	-1.904	0.063		
orgtaken_2004	0.000	0.616	10.533	0.000	1.000		
factor(Jaar)2005:orgtaken_2004	0.633	0.624	45.000	1.015	0.316		
factor(Jaar)2006:orgtaken_2004	0.643	0.624	45.000	1.030	0.308		
factor(Jaar)2007:orgtaken_2004	0.572	0.624	45.000	0.916	0.364		
factor(Jaar)2008:orgtaken_2004	0.712	0.624	45.000	1.141	0.260		
factor(Jaar)2009:orgtaken_2004	1.034	0.624	45.000	1.657	0.104		
factor(Jaar)2010:orgtaken_2004	1.269	0.624	45.000	2.033	0.048		
factor(Jaar)2011:orgtaken_2004	0.072	0.624	45.000	0.115	0.909		
factor(Jaar)2012:orgtaken_2004	0.542	0.624	45.000	0.868	0.390		
factor(Jaar)2013:orgtaken_2004	0.767	0.624	45.000	1.230	0.225		
factor(Jaar)2014:orgtaken_2004	1.177	0.624	45.000	1.887	0.066		
factor(Jaar)2015:orgtaken_2004	1.057	0.624	45.000	1.694	0.097		
factor(Jaar)2016:orgtaken_2004	1.273	0.624	45.000	2.040	0.047		
factor(Jaar)2017:orgtaken_2004	1.622	0.624	45.000	2.598	0.013		
factor(Jaar)2018:orgtaken_2004	1.807	0.624	45.000	2.895	0.006		
factor(Jaar)2019:orgtaken_2004	1.781	0.624	45.000	2.854	0.006		

Tabel 63. Detailbeeld van effect van de MST-score 2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))

	Estimate	Std. Error	Df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.070	8.134	0.000	1.000	0.827	0.541
factor(Jaar)2014	-0.148	0.070	18.000	-2.127	0.047		
factor(Jaar)2015	-0.104	0.070	18.000	-1.501	0.151		
factor(Jaar)2016	-0.173	0.070	18.000	-2.496	0.023		
factor(Jaar)2017	-0.291	0.070	18.000	-4.188	0.001		
factor(Jaar)2018	-0.322	0.070	18.000	-4.631	0.000		
factor(Jaar)2019	-0.290	0.070	18.000	-4.167	0.001		
orgtaken_2013	0.000	0.137	8.134	0.000	1.000		
factor(Jaar)2014:orgtaken_2013	0.316	0.135	18.000	2.331	0.032		
factor(Jaar)2015:orgtaken_2013	0.225	0.135	18.000	1.660	0.114		
factor(Jaar)2016:orgtaken_2013	0.386	0.135	18.000	2.852	0.011		
factor(Jaar)2017:orgtaken_2013	0.665	0.135	18.000	4.909	0.000		
factor(Jaar)2018:orgtaken_2013	0.790	0.135	18.000	5.835	0.000		
factor(Jaar)2019:orgtaken_2013	0.756	0.135	18.000	5.585	0.000		

Tabel 64. Detailbeeld van effect van de MST-score 2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.072	6.306	0.000	1.000	0.675	0.283
factor(Jaar)2017	-0.115	0.068	9.000	-1.678	0.128		
factor(Jaar)2018	-0.138	0.068	9.000	-2.021	0.074		
factor(Jaar)2019	-0.106	0.068	9.000	-1.544	0.157		
orgtaken_2016	0.000	0.142	6.306	0.000	1.000		
factor(Jaar)2017:orgtaken_2016	0.276	0.135	9.000	2.037	0.072		
factor(Jaar)2018:orgtaken_2016	0.386	0.135	9.000	2.853	0.019		
factor(Jaar)2019:orgtaken_2016	0.350	0.135	9.000	2.591	0.029		

5.10 Robuustheidscheck 2: in hoeverre is MST-score gerelateerd aan (de verandering in) omvang van de functiegroepen in de industrie?

We herhalen voorgaande analyse op het niveau van de Vlaamse industrie (industrie/bouw/mijnbouw/ elektriciteit/water). We sluiten ook de functiegroep zorg/onderwijs uit. De reden voor deze analyse is dat de impact van nieuwe technologieën in de industrie andere resultaten kan laten zien dan in andere sectoren. We beperken onze robuustheidscheck tot de MST-score. De volgende tabellen laten zien in hoeverre de MST-score in 2004 en daaropvolgende jaren, gerelateerd is aan de proportionele verandering in omvang van de functiegroepen in 2019. De R^2 laat zien dat in de meeste jaren de verklaarde variantie hoog is, maar dat de parameter voor de impact van organiserende taken niet significant scoort.

Tabel 65. Industrie: relatie tussen MST-score en proportionele verandering in functies 2004-19 (LFS) in WBM

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	-1.083	0.572	-1.893	0.155	0.587
orgtaken_2004	2.044	0.990	2.066	0.131	

Tabel 66. Industrie: relatie tussen MST-score en proportionele verandering in functies 2007-2019 (LFS) in WBM

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	-1.195	0.569	-2.101	0.126	0.617
orgtaken_2007	2.162	0.984	2.197	0.115	

Tabel 67. Industrie: relatie tussen MST-score en proportionele verandering in functies 2010-2019 (LFS) in WBM

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	-0.928	0.472	-1.964	0.144	0.596
orgtaken_2010	1.708	0.811	2.104	0.126	

Tabel 68. Industrie: relatie tussen MST-score en proportionele verandering in functies 2013-2019 (LFS) in WBM

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	-0.178	0.361	-0.494	0.655	0.218
orgtaken_2013	0.570	0.623	0.914	0.428	

Tabel 69. Industrie: relatie tussen MST-score en proportionele verandering in functies 2016-2019 (LFS) in WBM

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	R2
(Intercept)	-0.394	0.179	-2.197	0.116	0.715
orgtaken_2016	0.869	0.317	2.746	0.071	

De tweede analyse is het multilevel-effect waarbij de factor tijd gewogen wordt naast de MST-score. In de tabellen zijn opnieuw twee parameters van belang: de R^2 is de verklaarde variantie van de fixed

effecten van dit totale model. De R^2 delta is het verschil in verklaarde variantie van het model met index versus het model zonder index. Die parameter toont het resteffect van de MST-score. *Tabel 70* geeft het verband tussen de jaarlijkse MST-score en de verandering in (proportionele) omvang van de functiegroep ten opzichte van 2004. We zien dat de toename in MST-score per functie, verband houdt met een afname in omvang van de functiegroep voor 2013, 2016 en 2019 (ten opzichte van 2004). Dat gaat tegen onze verwachting in. Er is ook een verband tussen MST-score en de omvang in het referentiejaar (sterk positief). Als we kijken naar het resterende effect van de schaal MST-score, dan is de verklaarde variantie 31.4% (R^2 delta). Opnieuw zijn deze rest-varianties hoog, behalve dan voor 2013. In de verschillende tabellen zijn specifieke interacties significant.

Tabel 70. Industrie: detailbeeld van effect van de jaarlijkse MST-score vanaf 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.394	8.781	0.000	1.000	0.352	0.314
factor(Jaar)2005	-0.082	0.375	45.000	-0.219	0.828		
factor(Jaar)2006	0.040	0.375	45.000	0.107	0.915		
factor(Jaar)2007	0.217	0.375	45.000	0.580	0.565		
factor(Jaar)2008	-0.076	0.375	45.000	-0.203	0.840		
factor(Jaar)2009	-0.076	0.375	45.000	-0.204	0.840		
factor(Jaar)2010	-0.110	0.375	45.000	-0.293	0.771		
factor(Jaar)2011	-0.322	0.375	45.000	-0.859	0.395		
factor(Jaar)2012	-0.542	0.375	45.000	-1.443	0.156		
factor(Jaar)2013	-0.760	0.375	45.000	-2.025	0.049		
factor(Jaar)2014	-0.858	0.375	45.000	-2.286	0.027		
factor(Jaar)2015	-0.801	0.375	45.000	-2.135	0.038		
factor(Jaar)2016	-0.704	0.375	45.000	-1.876	0.067		
factor(Jaar)2017	-0.836	0.375	45.000	-2.228	0.031		
factor(Jaar)2018	-0.920	0.375	45.000	-2.452	0.018		
factor(Jaar)2019	-1.083	0.375	45.000	-2.886	0.006		
orgtaken_2004	0.000	0.681	8.781	0.000	1.000		
factor(Jaar)2005:orgtaken_2004	0.290	0.649	45.000	0.446	0.658		
factor(Jaar)2006:orgtaken_2004	0.073	0.649	45.000	0.113	0.910		
factor(Jaar)2007:orgtaken_2004	-0.278	0.649	45.000	-0.429	0.670		
factor(Jaar)2008:orgtaken_2004	0.247	0.649	45.000	0.381	0.705		
factor(Jaar)2009:orgtaken_2004	0.141	0.649	45.000	0.218	0.829		
factor(Jaar)2010:orgtaken_2004	0.229	0.649	45.000	0.353	0.726		
factor(Jaar)2011:orgtaken_2004	0.578	0.649	45.000	0.890	0.378		
factor(Jaar)2012:orgtaken_2004	0.871	0.649	45.000	1.342	0.186		
factor(Jaar)2013:orgtaken_2004	1.240	0.649	45.000	1.911	0.062		
factor(Jaar)2014:orgtaken_2004	1.425	0.649	45.000	2.196	0.033		
factor(Jaar)2015:orgtaken_2004	1.373	0.649	45.000	2.116	0.040		
factor(Jaar)2016:orgtaken_2004	1.188	0.649	45.000	1.830	0.074		
factor(Jaar)2017:orgtaken_2004	1.548	0.649	45.000	2.385	0.021		
factor(Jaar)2018:orgtaken_2004	1.769	0.649	45.000	2.726	0.009		
factor(Jaar)2019:orgtaken_2004	2.044	0.649	45.000	3.149	0.003		

Tabel 71. Industrie: detailbeeld van effect van de jaarlijkse MST-score vanaf 2007 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) (groene cel: significant, $p < 0.05$)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.404	6.307	0.000	1.000	0.421	0.395
factor(Jaar)2008	-0.263	0.334	36.000	-0.786	0.437		
factor(Jaar)2009	-0.258	0.334	36.000	-0.773	0.445		
factor(Jaar)2010	-0.297	0.334	36.000	-0.888	0.380		
factor(Jaar)2011	-0.474	0.334	36.000	-1.419	0.165		
factor(Jaar)2012	-0.675	0.334	36.000	-2.020	0.051		
factor(Jaar)2013	-0.856	0.334	36.000	-2.561	0.015		
factor(Jaar)2014	-0.962	0.334	36.000	-2.878	0.007		
factor(Jaar)2015	-0.921	0.334	36.000	-2.756	0.009		
factor(Jaar)2016	-0.816	0.334	36.000	-2.442	0.020		
factor(Jaar)2017	-0.957	0.334	36.000	-2.864	0.007		
factor(Jaar)2018	-1.041	0.334	36.000	-3.114	0.004		
factor(Jaar)2019	-1.195	0.334	36.000	-3.576	0.001		
orgtaken_2007	0.000	0.698	6.307	0.000	1.000		
factor(Jaar)2008:orgtaken_2007	0.477	0.578	36.000	0.825	0.415		
factor(Jaar)2009:orgtaken_2007	0.365	0.578	36.000	0.631	0.532		
factor(Jaar)2010:orgtaken_2007	0.463	0.578	36.000	0.800	0.429		
factor(Jaar)2011:orgtaken_2007	0.748	0.578	36.000	1.293	0.204		
factor(Jaar)2012:orgtaken_2007	1.020	0.578	36.000	1.765	0.086		
factor(Jaar)2013:orgtaken_2007	1.333	0.578	36.000	2.306	0.027		
factor(Jaar)2014:orgtaken_2007	1.533	0.578	36.000	2.652	0.012		
factor(Jaar)2015:orgtaken_2007	1.506	0.578	36.000	2.605	0.013		
factor(Jaar)2016:orgtaken_2007	1.307	0.578	36.000	2.261	0.030		
factor(Jaar)2017:orgtaken_2007	1.677	0.578	36.000	2.901	0.006		
factor(Jaar)2018:orgtaken_2007	1.896	0.578	36.000	3.280	0.002		
factor(Jaar)2019:orgtaken_2007	2.162	0.578	36.000	3.741	0.001		

Tabel 72. Industrie: detailbeeld van effect van de jaarlijkse MST-score vanaf 2010 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) (groene cel: significant, $p < 0.05$)

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.379	5.551	0.000	1.000	0.377	0.346
factor(Jaar)2011	-0.232	0.294	27.000	-0.789	0.437		
factor(Jaar)2012	-0.449	0.294	27.000	-1.528	0.138		
factor(Jaar)2013	-0.652	0.294	27.000	-2.221	0.035		
factor(Jaar)2014	-0.746	0.294	27.000	-2.541	0.017		
factor(Jaar)2015	-0.677	0.294	27.000	-2.306	0.029		
factor(Jaar)2016	-0.585	0.294	27.000	-1.992	0.057		
factor(Jaar)2017	-0.701	0.294	27.000	-2.388	0.024		
factor(Jaar)2018	-0.774	0.294	27.000	-2.635	0.014		
factor(Jaar)2019	-0.928	0.294	27.000	-3.159	0.004		
orgtaken_2010	0.000	0.651	5.551	0.000	1.000		
factor(Jaar)2011:orgtaken_2010	0.366	0.505	27.000	0.725	0.475		
factor(Jaar)2012:orgtaken_2010	0.660	0.505	27.000	1.307	0.202		
factor(Jaar)2013:orgtaken_2010	0.999	0.505	27.000	1.979	0.058		
factor(Jaar)2014:orgtaken_2010	1.176	0.505	27.000	2.331	0.027		
factor(Jaar)2015:orgtaken_2010	1.104	0.505	27.000	2.187	0.038		
factor(Jaar)2016:orgtaken_2010	0.928	0.505	27.000	1.839	0.077		
factor(Jaar)2017:orgtaken_2010	1.251	0.505	27.000	2.479	0.020		

factor(Jaar)2018:orgtaken_2010	1.448	0.505	27.000	2.869	0.008		
factor(Jaar)2019:orgtaken_2010	1.708	0.505	27.000	3.384	0.002		

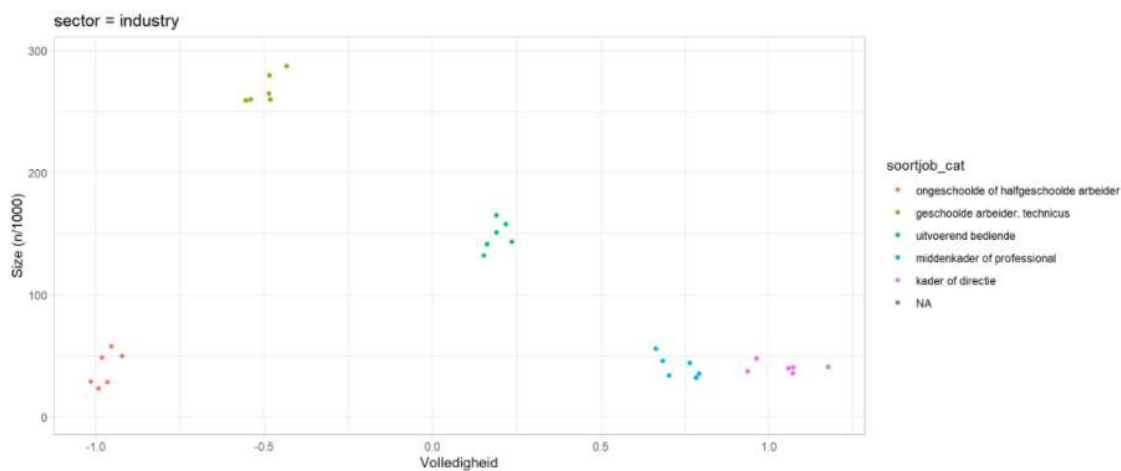
Tabel 73. Industrie: detailbeeld van effect van de jaarlijkse MST-score vanaf 2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.279	6.018	0.000	1.000	0.169	0.023
factor(Jaar)2014	-0.106	0.235	18.000	-0.449	0.659		
factor(Jaar)2015	0.124	0.235	18.000	0.527	0.604		
factor(Jaar)2016	0.216	0.235	18.000	0.920	0.370		
factor(Jaar)2017	0.151	0.235	18.000	0.643	0.528		
factor(Jaar)2018	0.076	0.235	18.000	0.323	0.751		
factor(Jaar)2019	-0.178	0.235	18.000	-0.758	0.458		
orgtaken_2013	0.000	0.482	6.018	0.000	1.000		
factor(Jaar)2014:orgtaken_2013	0.215	0.406	18.000	0.529	0.603		
factor(Jaar)2015:orgtaken_2013	-0.103	0.406	18.000	-0.254	0.803		
factor(Jaar)2016:orgtaken_2013	-0.293	0.406	18.000	-0.722	0.479		
factor(Jaar)2017:orgtaken_2013	-0.054	0.406	18.000	-0.132	0.896		
factor(Jaar)2018:orgtaken_2013	0.145	0.406	18.000	0.357	0.725		
factor(Jaar)2019:orgtaken_2013	0.570	0.406	18.000	1.402	0.178		

Tabel 74. Industrie: detailbeeld van effect van de jaarlijkse MST-score vanaf 2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))

	Estimate	Std. Error	df	t value	Pr(> t)	R2	R2delta
(Intercept)	0.000	0.138	6.621	0.000	1.000	0.549	0.417
factor(Jaar)2017	-0.088	0.135	9.000	-0.648	0.533		
factor(Jaar)2018	-0.164	0.135	9.000	-1.216	0.255		
factor(Jaar)2019	-0.394	0.135	9.000	-2.910	0.017		
orgtaken_2016	0.000	0.244	6.621	0.000	1.000		
factor(Jaar)2017:orgtaken_2016	0.275	0.239	9.000	1.151	0.280		
factor(Jaar)2018:orgtaken_2016	0.477	0.239	9.000	1.997	0.077		
factor(Jaar)2019:orgtaken_2016	0.869	0.239	9.000	3.637	0.005		

Figuur 33 laat de schaalpositie voor volledigheid, de omvang en de ontwikkeling in beide elementen zien. Zoals ook voor de hele populatie het geval is, blijven de scores en omvang tamelijk stabiel.



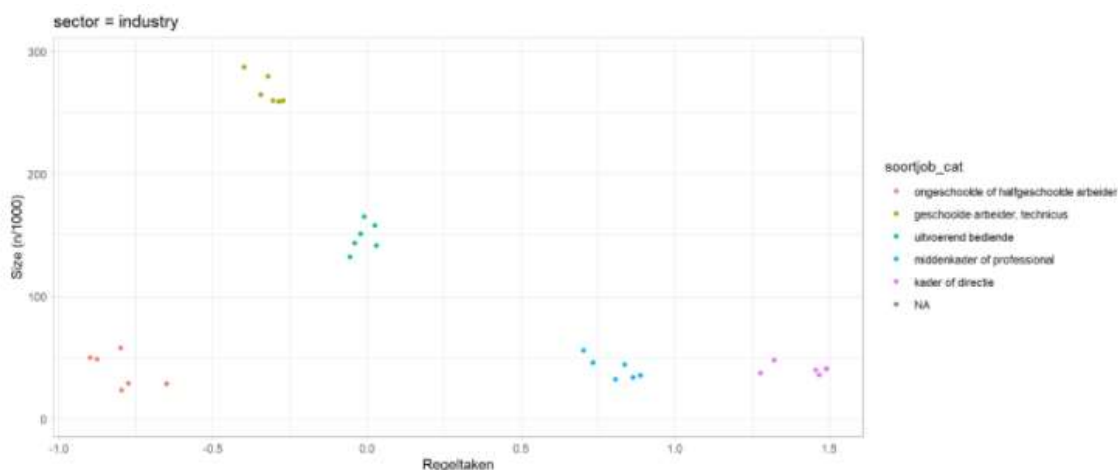
Figuur 33. Industrie: ontwikkeling in omvang van functiegroep startend bij volledigheidsscore in 2004.

Figuur 34 is een snapshot uit de ontwikkeling van de functiegroepen tussen 2004 en 2019, startend bij de volledigheidsscores in 2004. Alle volledigheidsscores dalen lichtjes. Kader/directie in de industrie blijft in omvang stabiel. Middenkader/professionals zijn de enige groep die een stijging in omvang laten zien. De overige functiegroepen (uitvoerend bediende, geschoolde arbeiders, ongeschoolde/halfgeschoolde arbeiders) krimpen in omvang. Dit wijst op een upskilling in de industrie.



Figuur 34. Industrie: ontwikkeling in omvang van functiegroep startend bij volledigheidsscore in 2004. Alleen cijfers voor 2004 en 2019 getoond.

Figuur 35 laat de scores voor regeltakenscores zien. Interessant in deze figuur is dat de lagere functiegroepen een stijging van regeltaken laten zien en de hogere een daling. Blijkbaar is in de industrie sprake geweest van een decentraliseringstendens van regelende taken.



Figuur 35. Industrie: ontwikkeling in omvang van functiegroep startend bij regeltakenscore in 2004.

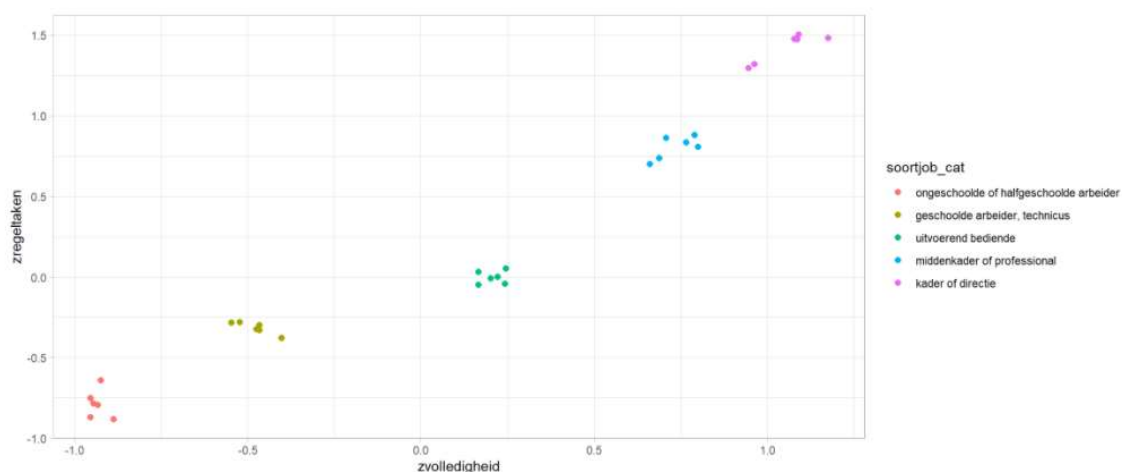
Figuur 36 en Figuur 37 tonen de ontwikkeling in functiegroepen in de industrie in een plot van volledigheid en regeltakenscores. Opnieuw zien we de stabiliteit in verhoudingen en rangorde tussen de functiegroepen.



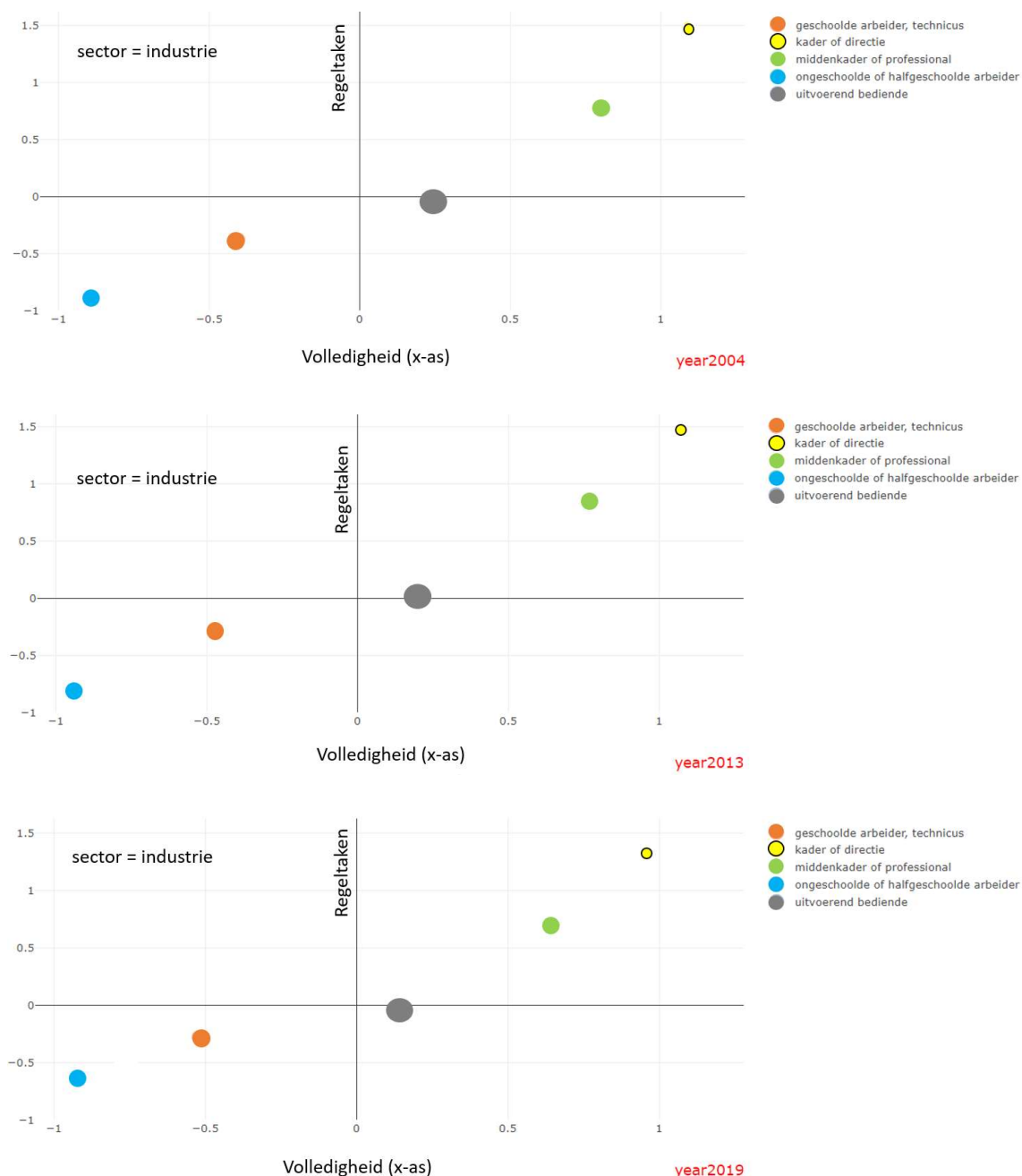
Figuur 36. Industrie: ontwikkeling in omvang van functiegroep startend bij regeltakenscore in 2004. Alleen cijfers voor 2004 en 2019 getoond.

Figuur 38 voegt aan voorgaande figuur nog de omvang van de functiegroepen toe. Hier lijken de functiegroepen in de plot naar elkaar toe te schuiven.

Met dit overzicht hebben we in beeld hoe stabiel de volledigheid en regeltaken van de functiegroepen in de industrie blijkaar blijven. De relatieve afstanden tussen functiegroepen in regeltaken en volledigheid wijzigt amper. De afstanden zijn ook groot. De organisaties functioneren duidelijk met sterke sturing van bovenaf. Medewerkers in de functiegroepen ervaren zeer verschillende mogelijkheden om zich te ontwikkelen en greep te krijgen op hun eigen situatie.



Figuur 37. Industrie: Relatie tussen volledigheid en regeltaken voor de industriële functiegroepen over de tijd gezien (2004-19).



Figuur 38. Industrie: Ontwikkeling in positie van functiegroepen op schalen volledigheid en regeltaken op 3 momenten: 2004, 2013 en 2019. Omvang van cirkel geeft grootte van groep weer. [x-as = regeltaken]

5.11 Samengevat

In dit hoofdstuk is het algemene verband tussen volledigheid, regeltaken en MST-scores en omvang van de functiegroepen bekeken. De verbanden zijn gecheckt voor een populatie zonder kader of directie en herbekeken voor de industrie. Het algemene beeld is dat er sterk, significant negatieve verbanden tussen volledigheid, regeltaken en omvang van de functiegroepen bestaan. Hoe hoger deze

scores, hoe kleiner de omvang van de functiegroep. Dat gaat tegen de verwachting in. Als volledigheid en regeltaken worden gecombineerd tot MST-scores, dan krijgen we wel de verbanden te zien die we verwachten. De meeste verbanden zijn evenwel niet significant. De analyse van de verbanden zonder de functiegroep kader of directie zorgt voor sterkere verbanden in de richting die we verwachten. Opnieuw is de reden dat de verandering in de ISCO-functieclassificatie zorgt voor verstoring in de verwachte effecten.

De analyse is ook ingeperkt tot de industrie als een extra robuustheidscheck. Kader/directie in de industrie blijft in omvang stabiel. Middenkader/professionals zijn de enige groep die een stijging in omvang laten zien. De overige functiegroepen (uitvoerend bediende, geschoolde arbeiders, ongeschoolde/halfgeschoolde arbeiders) krimpen in omvang. Dit wijst op een upskilling in de industrie. Interessant is dat de lagere functiegroepen een stijging van regeltaken laten zien en de hogere functiegroepen een daling. Wellicht dat hier toch sprake is van een automatiseringseffect. Automatisering zorgt voor meer verantwoordelijkheid ('soft skills') bij overblijvende medewerkers. Blijkbaar is in de industrie sprake van een decentralisering van regelende taken. Dit beeld is niet zichtbaar in de totale populatie.

Opnieuw zien we hoe stabiel in de industrie de verbanden tussen functiegroepen blijven. De relatieve afstanden tussen functiegroepen in regeltaken en volledigheid wijzigen amper. De afstanden zijn ook groot. De organisaties functioneren duidelijk met sterke sturing van bovenaf. Medewerkers in de functiegroepen ervaren zeer verschillende mogelijkheden om zich te ontwikkelen en greep te krijgen op hun eigen situatie.

6. Ontwikkelingen in de arbeidsdeling in Vlaanderen

6.1 Inleiding

Voorgaande analyses tonen aan dat we de ontwikkeling in beroepen beter begrijpen vanuit andere factoren dan alleen wijzigingen in de technologische context. Drie andere factoren die van invloed zijn op functie-inhoud, hangen samen met het organisatiebeleid: de arbeidsverdeling, de organisatiecultuur en de bredere economische context. Allereerst moeten we beter begrijpen hoe functie-inhoud samenhangt met de arbeidsverdeling. De arbeidsverdeling legt de inhoud van functies in grote mate vast. Een ontwikkeling waarbij in functies ‘21^{ste} skills’ dominant worden (Van Laar et al., 2017), is alleen mogelijk indien de arbeidsverdeling er anders gaat uitzien. Ontwikkelingen in beroepen hangen samen met beslissingen in die arbeidsverdeling. Ten tweede, wat medewerkers kunnen en mogen, is afhankelijk van beslissingen die organisaties nemen over wie waar terecht komt in organisaties (Dhondt et al., *in review*). Onder andere organisatiecultuur is een sturend element in de verschillende beslissingen over doorstroming, contracten, bijscholing en persoonlijke ontwikkeling. Ten derde, veranderingen in functies vormen slechts één deel van het verband tussen vraag en aanbod op de arbeidsmarkt. We lichten het perspectief van Autor (2015) toe om een breder economisch perspectief op arbeidsmarktontwikkelingen te schetsen. Om uiteindelijk een nieuw arbeidsmarktinstrument te ontwikkelen om te begrijpen wat in functies gebeurt, hebben we meer zicht nodig op impact van de arbeidsverdeling, in de organisatiecultuur en de samenhang tussen vraag en aanbod op arbeidsmarkten.

We voeren de volgende analyses uit om een beter begrip te ontwikkelen van wat vanuit de WBM-data zichtbaar is over wat zich voordoet op de Vlaamse arbeidsmarkt:

- Allereerst kijken we hoe stabiel de arbeidsverdeling in functies is en in welke mate taken wijzigen. Zolang deze arbeidsverdeling niet verandert, blijft de inhoud van de functies in grote mate stabiel. Veranderende technologische context zorgt niet voor verschuivingen in die functies.
- Vervolgens kijken we of de bedrijven de toegang en de doorstroom van medewerkers in de onderzoeksperiode (2004-2019) hebben aangepast. Volgens Appelbaum (2006) hebben organisaties hun bedrijfspraktijk in de afgelopen decennia verschoven naar ‘credentialisme’. Het gaat er meer om welk diploma je kunt voorleggen en minder om wat je als persoon kunt. Kansen op bijscholing, op leren in het werk, op werkloosheid en op het krijgen van een vast contract zijn steeds minder gelijk verdeeld. Medewerkers met een lager opleidingsniveau kunnen steeds minder doorstromen naar hogere functies. De technologiecontext is hierbij geen verklarende factor.
- Een laatste analyse sluit aan bij de eerste, namelijk: is er echt geen beweging in de arbeidsdeling in Vlaanderen op te merken? Kunnen we elementen in beeld brengen die toelaten een andere functie-inhoud te ontwikkelen? Een issue hierbij is dat het lastig is om ontwikkelingen in de arbeidsverdeling vast te stellen aan de hand van een werknemersgerichte survey.

In dit hoofdstuk kijken we naar deze drie analyses. Met de antwoorden krijgen we een beter inzicht in wat veranderingen in functies bepaalt, en wat dit betekent voor lange termijn voorspellingen over de Vlaamse arbeidsmarkt. In de sectie 6.5 kijken we afzonderlijk naar wat Autor (2015) over arbeidsmarkten en technologie in te brengen heeft. In sectie 6.6 vatten we samen wat nodig om van de WBM een instrument te maken die toelaat om meer inzicht te krijgen op het functioneren van de Vlaamse arbeidsmarkt en de ontwikkeling binnen en tussen functies.

6.2 Functies reflecteren de arbeidsverdeling

Zoals aangegeven, verdelen organisaties taken op zo'n wijze dat de organisatie zich als systeem in stand kan houden. Organisaties moeten de besturing en uitvoering op orde hebben. De taken binnen functies verhouden zich tot het functioneren van organisaties. De taakverdeling binnen functies reflecteert de besturende en uitvoerende rollen binnen een organisatie²¹. We kunnen de arbeidsverdeling van een organisatie meten aan de hand van de volledigheid van functies en de mate waarin functies regelende taken hebben, zoals geoperationaliseerd in vorige hoofdstuk. Om onze stelling te onderbouwen hebben we twee onderzoeken uitgevoerd.

In deze eerste analyse zijn we nagegaan of de items (taken) uit de WBM te classificeren zijn naar de verschillende posities die binnen een organisatie volgens het MST-schema nodig zijn. We voeren daarbij twee stappen uit:

- Eerst delen we de functiegroepen binnen de WBM in naar het MST-schema. In deze sortering lopen we bij aanvang tegen de beperking aan dat de WBM slechts een indeling in zes functiegroepen toelaat. Deze functies zijn zo breed gedefinieerd dat een scherpe afbakening volgens het MST-schema niet goed mogelijk is. We stellen daarom een ruwe en beperkte indeling voor waarbij we de functiegroepen als indicator voor de MST-posities zien.
- Vervolgens delen we de WBM-items in naar de verschillende functies in het MST-schema.

Onze verwachting is dat de MST-taken sterk samenhangen met de verschillende MST-posities. Dit lijkt een tautologische oefening, maar dat is het niet. In principe is dit net dezelfde analyse zoals die in de LCI en FOI ook voorkomt, waarbij aangenomen wordt dat meer of minder specifieke taken in een functie een voorspeller zijn voor wat in de toekomst in functies gebeurt.

Onze analyse start met de koppeling van taken aan MST-functiegroepen. *Tabel 75* laat een ANOVA-test zien waarbij we zijn nagegaan of de takensets (uitvoering, voorbereiding, ondersteuning, regeling) van de functiegroepen statistisch significant van elkaar verschillen en of de gevonden rangorde in verschillen overeenkomt met de verwachtingen.

²¹ Dit in tegenstelling tot Frey & Osborne (2013/2017) en andere auteurs die de ontwikkeling van taken meer 'voluntaristisch' zien, en vooral onderhevig aan technologische veranderingen.

Tabel 75 *Vergelijking WBM-functies (1-6) en MST-taken, naar meting (resultaten ANOVA, met Tukey HSD-tests) (blauwe vlakken: geen statistisch significant verschil tussen functies; cijfer geeft rangorde aan).*

Meting	Vier taken	Ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider	Geschoolde arbeider	Uitvoerende bediende	Zorg/onderwijs	Middenkader	Kader of directie of
2004	Uitvoerende taken	1	2	3	4	5	6
	Voorbereidende taken	1	2	3	4	5	6
	Ondersteunende taken	1	2	3	4	5	6
	Regelende taken	1	2	3	4	5	6
2007	Uitvoerende taken	1	2	3	4	5	6
	Voorbereidende taken	1	2	3	4	5	6
	Ondersteunende taken	1	2	3	4	5	6
	Regelende taken	1	2	3	4	5	6
2010	Uitvoerende taken	1	2	3	4	5	6
	Voorbereidende taken	1	2	3	4	5	6
	Ondersteunende taken	1	2	3	4	5	6
	Regelende taken	1	2	3	4	5	6
2013	Uitvoerende taken	1	2	3	4	5	6
	Voorbereidende taken	1	2	3	4	5	6
	Ondersteunende taken	1	2	3	4	5	6
	Regelende taken	1	2	3	4	5	6
2016	Uitvoerende taken	1	2	3	4	5	6
	Voorbereidende taken	1	2	3	4	5	6
	Ondersteunende taken	1	2	3	4	5	6
	Regelende taken	1	2	3	4	5	6
2019	Uitvoerende taken	1	2	3	4	5	6
	Voorbereidende taken	1	2	3	4	5	6
	Ondersteunende taken	1	2	3	4	5	6
	Regelende taken	1	2	3	4	5	6

Noot: cijfercode 1-6 heeft een betekenis, maar verschilt tussen de taken. Voor uitvoerende taken betekent '1' dat deze functie de meeste uitvoerende taken bezit. Voor voorbereidende, ondersteunende en regelende taken geldt dat '1' overeenkomt met laagste aantal taken hiervoor.

De uitkomst is dat de functiegroepen zich laten ordenen volgens de mate waarin de vier taken voorkomen. In geen enkele meting wijken de rangordes van elkaar af. Uitvoerende functiegroepen zijn sterk in uitvoerende taken; kader of directie scoort het hoogst op de overige taken. Afhankelijk van het meetmoment zien we dat specifieke functies clusteren op taken. Dit resultaat laat zien dat de verwachting van FO en LCI niet opgaat: functies ontwikkelen zich niet zomaar naar specifieke nieuwe (generieke) taken over de tijd.

In een tweede analyse kijken we of er sprake is van **sterke ontwikkelingen binnen de functiegroepen** voor de vier onderscheiden taken.

Tabel 76 vergelijkt de ontwikkeling binnen de zes functiegroepen voor de vier onderscheiden taken.

Tabel 76. WBM: vergelijking ontwikkeling in vier taken voor zes functiegroepen (toets significantie trend en sterkte)

	2004	2007	2010	2013	2016	2019	
	Ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider [12,4%]						
Alle jaren	[18,3%]	[14,8%]	[12,7%]	[21,4%]	[15,8%]	[17,1%]	B (β) p
Uitvoering tot	56,0%ΔΔ	55,9%Δ	56,6%ΔΔΔ	54,5%	52,0%▽▽▽	52,1%▽▽▽	-0,9% (-0,08)▽▽▽
·N	1.273	1.095	948	1.519	1.183	1.267	7.285



4-2 Voorberei- dende taken	38,5%∇	39,8%	40,2%	40,4%	39,1%	41,2%Δ	+0,4% (+0,02)Δ
·N	1.434	1.179	1.000	1.679	1.249	1.358	7.899
4-3 Ondersteu- nende taken	44,9%	45,1%	44,7%	43,5%	44,0%	43,2%	-0,4% (-0,03)∇∇
·N	1.465	1.177	1.012	1.707	1.262	1.363	7.986
4-4 Regelende taken	30,5%∇∇ ∇	32,9%	32,2%	32,5%	32,3%	33,7%ΔΔ	+0,4% (+0,04)ΔΔΔ
·N	1.455	1.166	1.008	1.676	1.256	1.352	7.913
Geschoolde arbeider, technicus [16,2%]							
	[20,1%]	[15,2%]	[13,0%]	[23,0%]	[13,5%]	[15,2%]	B (β) p
Uitvoering tot	60,6%ΔΔ Δ	58,1%	58,4%	58,0%	55,8%∇∇∇	55,3%∇∇∇	-1,0% (-0,09)∇∇∇
·N	1.856	1.512	1.280	2.242	1.320	1.477	9.687
4-2 Voorberei- dende taken	45,5%	45,1%	44,7%	45,3%	44,5%	45,4%	-0,1% (-0,004)
·N	2.095	1.576	1.354	2.375	1.407	1.586	10.393
4-3 Ondersteu- nende taken	57,4%Δ	56,9%	57,3%	55,6%∇	56,0%	56,0%	-0,3% (-0,03)∇∇
·N	2.105	1.590	1.357	2.403	1.412	1.594	10.461
4-4 Regelende taken	39,5%∇	41,1%	40,4%	40,2%	40,8%	41,1%	+0,2% (+0,02)
·N	2.090	1.571	1.353	2.358	1.405	1.593	10.370
Uitvoerend bediende [29,5%]							
	[15,7%]	[12,9%]	[12,6%]	[24,0%]	[16,0%]	[18,8%]	B (β) p
Uitvoering tot	69,2%	69,0%	70,0%ΔΔ	70,3%ΔΔΔ	67,5%∇∇∇	68,0%∇∇∇	-0,3% (-0,03)∇∇∇
·N	2.710	2.355	2.314	4.317	2.895	3.386	17.977
4-2 Voorberei- dende taken	54,0%ΔΔ	53,1%	53,0%	52,6%	52,3%	52,8%	-0,2% (-0,02)∇
·N	2.936	2.419	2.372	4.473	3.026	3.541	18.767
4-3 Ondersteu- nende taken	54,2%	54,1%	54,0%	53,5%	53,8%	53,4%	-0,2% (-0,01)
·N	2.983	2.453	2.402	4.550	3.046	3.563	18.997
4-4 Regelende taken	42,5%	42,9%	43,2%	42,5%	42,6%	42,2%	-0,1% (-0,01)
·N	2.942	2.428	2.377	4.486	3.027	3.551	18.811
Zorgfunctie - onderwijsfunctie [19,8%]							
	[13,6%]	[11,6%]	[11,4%]	[23,4%]	[18,3%]	[21,6%]	B (β) p
Uitvoering tot	73,6%ΔΔ Δ	72,0%ΔΔ	72,6%ΔΔΔ	70,9%	69,5%∇∇∇	67,9%▼▼ ▼	-1,1% (-0,11)▼▼▼
·N	1.592	1.430	1.390	2.874	2.277	2.651	12.214
4-2 Voorberei- dende taken	50,8%ΔΔ Δ	50,5%ΔΔΔ	50,2%ΔΔΔ	48,9%	46,8%∇∇∇	45,7%∇∇∇	-1,1% (-0,09)∇∇∇
·N	1.697	1.463	1.414	2.940	2.291	2.726	12.531
4-3 Ondersteu- nende taken	70,0%ΔΔ Δ	69,4%ΔΔ	68,8%Δ	66,8%∇∇∇	66,6%∇∇∇	67,5%	-0,6% (-0,05)∇∇∇
·N	1.737	1.483	1.445	2.985	2.331	2.750	12.731

4-4 Regelende taken	44,5% $\Delta\Delta$	45,0% $\Delta\Delta\Delta$	44,8% $\Delta\Delta$	43,5%	42,4% $\nabla\nabla\nabla$	42,8% $\nabla\nabla$	-0,5% (-0,05) $\nabla\nabla\nabla$
·N	1.722	1.467	1.422	2.948	2.298	2.731	12.588
	Middenkader of professional [16,5%]						
	[13,6%]	[12,3%]	[11,2%]	[22,4%]	[18,1%]	[22,2%]	B (β) p
Uitvoering tot	77,3%	76,4%	77,9% Δ	77,8% $\Delta\Delta$	76,4% ∇	76,4% ∇	-0,2% (-0,02)
·N	1.302	1.270	1.165	2.292	1.844	2.228	10.101
4-2 Voorbereidende taken	63,0% $\Delta\Delta$ Δ	61,2%	62,2% Δ	61,1%	60,4%	60,3% $\nabla\nabla$	-0,5% (-0,04) $\nabla\nabla\nabla$
·N	1.428	1.298	1.183	2.346	1.919	2.361	10.535
4-3 Ondersteunende taken	71,0% $\Delta\Delta$ Δ	69,7% Δ	70,1% $\Delta\Delta$	68,4%	67,4% $\nabla\nabla\nabla$	67,0% $\nabla\nabla\nabla$	-0,8% (-0,08) $\nabla\nabla\nabla$
·N	1.450	1.306	1.195	2.381	1.928	2.363	10.623
4-4 Regelende taken	60,5% $\Delta\Delta$	60,3% Δ	61,1% $\Delta\Delta\Delta$	59,5%	58,3% $\nabla\nabla$	57,3% $\nabla\nabla\nabla$	-0,7% (-0,07) $\nabla\nabla\nabla$
·N	1.432	1.299	1.191	2.348	1.918	2.362	10.550
	Kader of directie [5,6%]						
	[15,6%]	[12,7%]	[11,5%]	[22,6%]	[17,2%]	[20,5%]	B (β) p
Uitvoering tot	82,7% Δ	80,6%	81,9%	81,2%	81,1%	81,1%	-0,2% (-0,03)
·N	497	433	392	781	583	680	3.366
4-2 Voorbereidende taken	69,4% $\Delta\Delta$	68,5%	68,4%	66,7%	66,0% ∇	66,0% ∇	-0,7% (-0,07) $\nabla\nabla\nabla$
·N	551	449	406	796	613	730	3.545
4-3 Ondersteunende taken	76,5% $\Delta\Delta$	75,5%	76,2% Δ	74,2%	73,3% ∇	73,3% ∇	-0,7% (-0,08) $\nabla\nabla\nabla$
·N	557	452	410	808	616	732	3.575
4-4 Regelende taken	73,6%	72,9%	74,6% $\Delta\Delta$	72,9%	71,7%	71,3% $\nabla\nabla$	-0,5% (-0,06) $\nabla\nabla\nabla$
·N	552	454	407	794	614	730	3.551

Noot. Percentages zijn statistisch getoetst. Het contrast is subgroep vs 'rest' (gewogen deviatiecontrast). Δ en ∇ : $p < 0,05$, $\Delta\Delta$: $p < 0,01$, $\Delta\Delta\Delta$: $p < 0,001$, significant hoge (lage) gemiddelden (tweezijdig), én Cohen's d is ten minste 0,20. Open pijltjes Δ en ∇ : eveneens significant, maar Cohen's d is kleiner dan 0,20. Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). Hillsdale NJ: Erlbaum. Trendanalyse: B = ongestandaardiseerde lineaire regressiecoëfficiënt = gemiddelde stijging/daling per interval (β = gestandaardiseerde lineaire regressiecoëfficiënt) p = significantie.

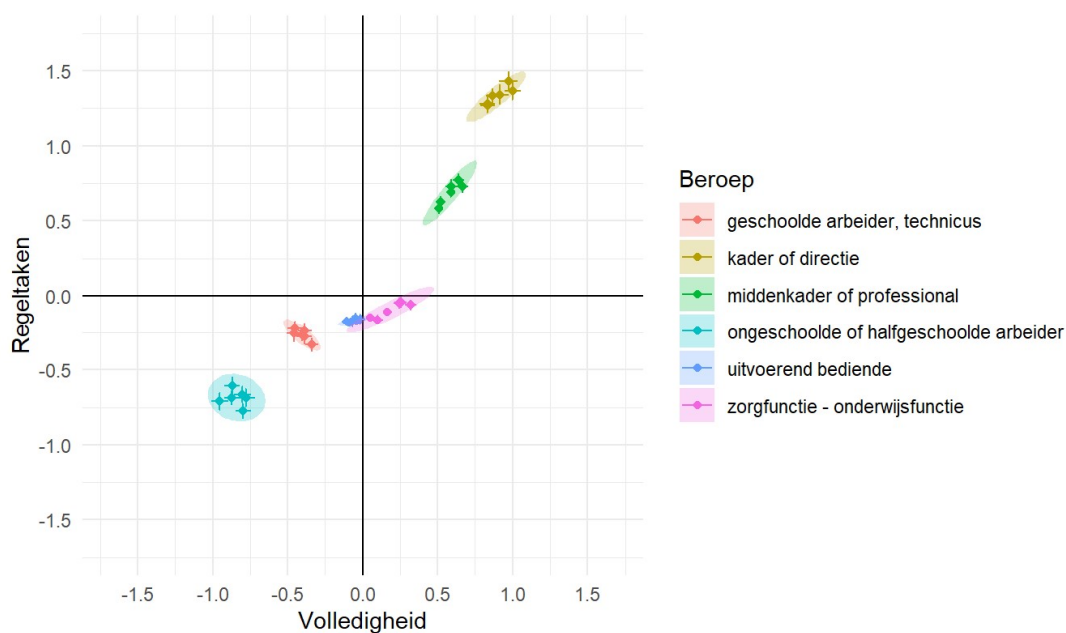
Uit de tabel blijkt dat de taken per functiegroep maar in zeer beperkte mate verschuiven over een periode van 15 jaren:

- Voor ongeschoolde of halfgeschoolde arbeiders (en eveneens voor geschoolde arbeiders) blijkt dat de uitvoerende taken belangrijker worden (score daalt) en dat tegelijk de ondersteunende taken licht in belang toenemen.
- Voor geschoolde arbeiders of technici blijkt dat de uitvoerende taken belangrijker worden (score daalt) en dat tegelijk de voorbereidende en regelende taken licht in belang toenemen.
- Voor uitvoerende bedienden blijkt dat de uitvoerende taken net iets belangrijker worden (score daalt) en dat tegelijk de voorbereidende taken licht in belang afnemen.

- Voor zorg en onderwijsfuncties blijkt dat de uitvoerende taken sterk belangrijker worden (score daalt) en dat dit gekoppeld is aan afname voorbereidende, ondersteunende en regelende taken.
- Voor middenkader of professionals wijzigen de uitvoerende taken juist niet, maar overige taken nemen in belang af.
- Voor kader of directie (maar ook voor middenkader) blijken voorbereidende, ondersteunende en regelende taken in belang af te nemen.

De omvang van de verandering daarvan is in alle situaties maar minimaal. Hoewel we statistisch significante ontwikkelingen zien, blijven de verhoudingen tussen taken wel gelijk binnen elke functiegroep en tussen de functiegroepen. Economen duiden de impact van technologie op taken als een ‘shock’ aan. In bovenstaande figuren is geen echte verschuiving in takensets zichtbaar. De ‘shock’ heeft in ieder geval nog niet plaatsgevonden.

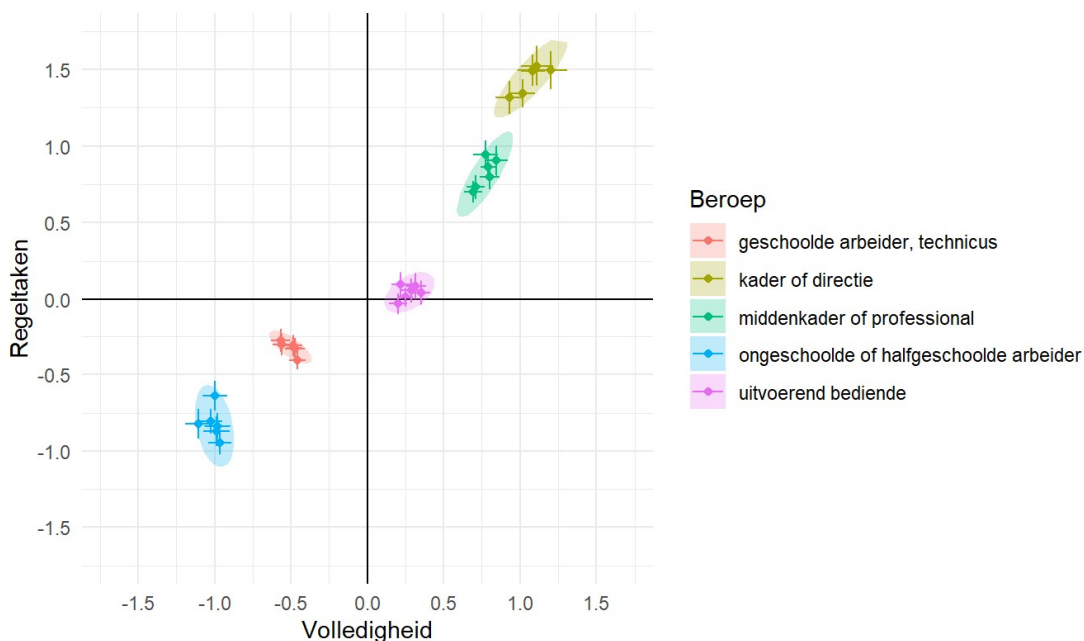
Deze ontwikkeling in taken en functies kunnen we ook op een andere manier in beeld brengen. We richten ons op de **twee schalen ‘regeltaken’ en ‘volledigheid’ en kijken daarbij in welke mate de ontwikkeling over tijd** in de takenpakketten van de functies en tussen functies statistisch significant verschillend zijn en blijven over de verschillende metingen heen. Daarvoor zijn vier plots opgesteld waarin zichtbaar is wat de gemiddelde scores zijn voor de twee schalen, wat de 95%-betrouwbaarheidsintervallen zijn rond de gemiddelden en hoe die scores zich over de tijd ontwikkelen. Die oefening is uitgevoerd voor de totale populatie in de WBM en vervolgens voor drie subpopulaties: medewerkers in de industrie, zakelijke dienstverlening en publieke dienstverlening. In de onderstaande plots zijn de gemiddelden voor de schaalscores per functiegroep (kruisjes) per jaar voor de totale populatie weergegeven. De gekleurde cirkels om de kruisjes geven de 95%-betrouwbaarheidsintervallen weer over de jaren heen. De lengte van de kruisjes geven de betrouwbaarheidsintervallen van elk punt weer. In alle grafieken zijn de werknemers die in organisaties met minder dan 10 werknemers werken, eruit gefilterd.



Figuur 39. WBM – totale populatie: verdeling van functiegroepen op schalen volledigheid en regeltaken (2004-19). (x-as = volledigheid)

Figuur 41 laat zien dat de verschillende functies aparte ruimten bezetten in de plot. De betrouwbaarheidsintervallen overlappen ook niet. De gemiddelden voor de functies verschillen statistisch significant van elkaar, en de afstanden tussen de functies zijn in de periode 2004-2019 feitelijk niet veranderd. De figuur toont ook dat de gemiddelden niet helemaal stabiel zijn, althans voor drie functiegroepen (kader/directie; middenkader/professional; zorgfunctie/onderwijsfunctie) lijken er zich verschuivingen in de beoordeling van de twee schalen te hebben voorgedaan. We hebben in detail gekeken of er sprake was van een richting in de verandering. De twee eerstgenoemde functies (kader/directie; middenkader/professional) lijken zich te verschuiven richting het midden van de verdeling, naar minder regelende en volledige functies. Voor de overige functies zien we dat de scores tamelijk stabiel blijven. Er is in deze periode van ons onderzoek (2004-2019) geen noemenswaardige ontwikkeling van de functiegroepen in een richting te bespeuren, ook na 2013 niet.

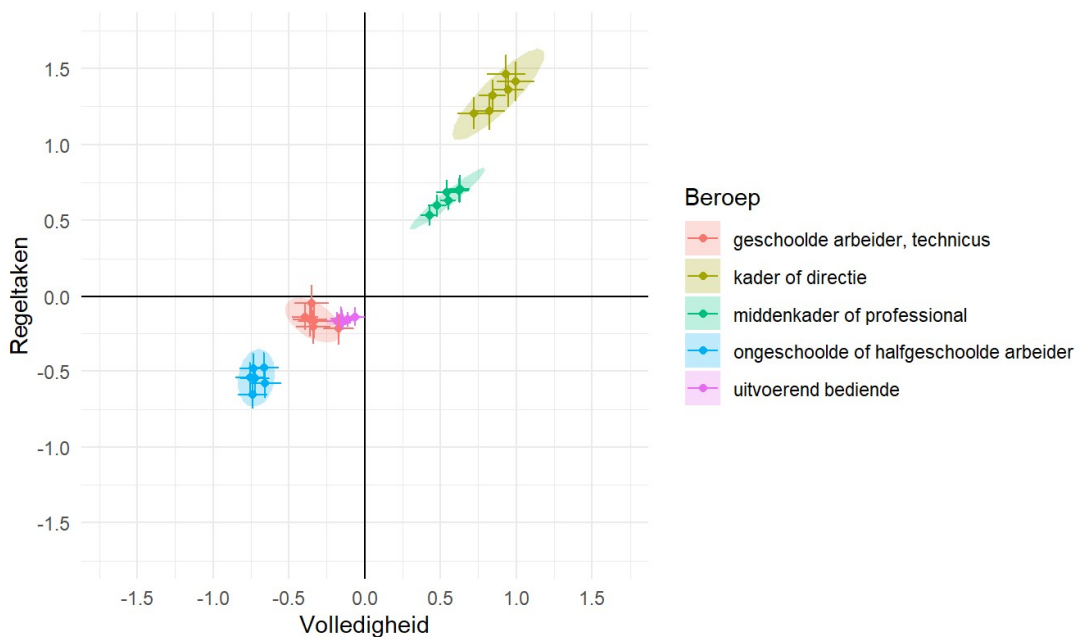
Dezelfde oefening is herhaald voor drie sectoren. We selecteren hier op de industriële sector en op bedrijven van 10 of meer werknemers (vestigingsinformatie). Via de variabele *Sector4cat* is de secundaire sector geselecteerd en via *Orgomv* is de eerste categorie van minder dan 10 werknemers eruit gefilterd. De zorg- en onderwijsfuncties zijn weggefilterd uit de analyses voor de industrie en zakelijke dienstverlening. Zij zijn wel geanalyseerd binnen de publieke dienstverlening.



Figuur 40. WBM – industrie: verdeling van functiegroepen op schalen volledigheid en regeltaken (2004-19). (x-as = volledigheid)

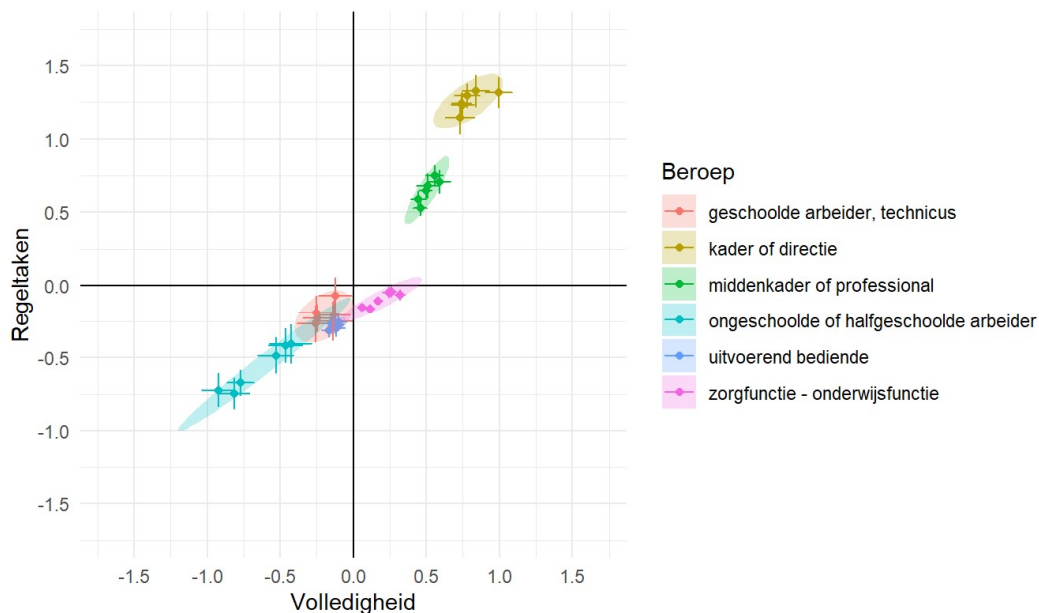
Het beeld uit de totale populatie krijgt een bevestiging in *Figuur 40*. De spreiding rond de posities in de plot is groter, maar dat heeft ook te maken met het feit dat de omvang van de groepen een stuk kleiner is dan in de totale populatie.

Figuur 41 geeft het beeld voor de zakelijke dienstverlening (respondenten uit bedrijven van 10 of meer werknemers). Het patroon dat we voor de voorgaande twee figuren zagen, wordt opnieuw bevestigd.



Figuur 41. WBM – *zakelijke dienstverlening*: verdeling van functiegroepen op schalen volledigheid en regeltaken (2004-19). (x-as = volledigheid)

Figuur 42 geeft het beeld voor de publieke dienstverlening. Hier zijn zorg- en onderwijsfuncties wel opgenomen.



Figuur 42. WBM – *publieke dienstverlening*: Verdeling van functiegroepen op de schalen volledigheid en regeltaken (2004-19). (x-as = volledigheid)

In deze figuur zien we opnieuw de verdeling van de functiegroepen zoals zichtbaar in de vorige figuren. Wel is er een duidelijk ander beeld voor de functies ongeschoolde/halfgeschoolde arbeider, zorg-/onderwijsfunctie, geschoolde arbeider/technicus en uitvoerend bediende. Deze vier groepen zijn niet statistisch van elkaar af te bakenen. Blijkbaar kennen deze functies in de publieke dienstverlening dezelfde soort regeltaken en volledigheid in het werk. Opvallend is ook de sterke spreiding voor de ongeschoolde/halfgeschoolde arbeiders.

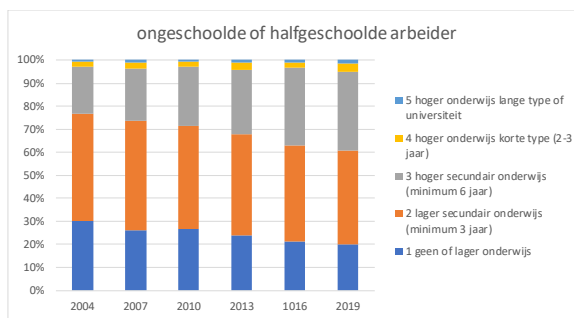
Onze conclusie van deze tweede analyse is in lijn met onze eerste conclusie: functiegroepen verschillen significant van elkaar in takenpakket en deze takenpakketten blijven stabiel over tijd.

6.3 De selecterende bedrijfscontext

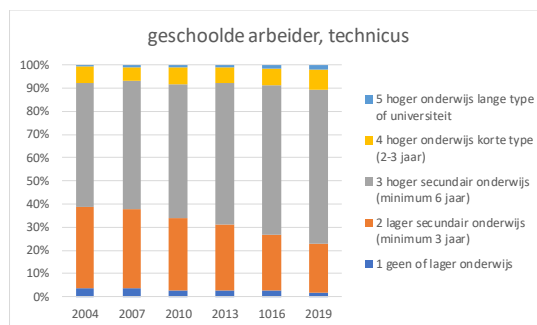
Volgens Appelbaum (2006) is er geen sprake van Skills-Biased Technological Change (Autor et al., 2003). Het is niet technologie die zorgt voor een behoefte aan hogere skillsniveaus van medewerkers. Integendeel, bedrijven hebben hun bedrijfspraktijk in de afgelopen decennia verschoven in de richting van het hogere aanbod aan hogere skills. Het organisatiebeleid verschuift naar 'credentialisme': het gaat er meer om welk diploma je kunt voorleggen en minder om wat je als persoon kunt. Kansen op bijscholing, op leren in het werk, op werkloosheid en op het krijgen van een vast contract zouden steeds minder gelijk verdeeld zijn. Medewerkers met een lager opleidingsniveau zouden steeds minder doorstromen naar hogere functies. De technologiecontext is hierbij geen verklarende factor.

De takenpakketten binnen en tussen de functiegroepen blijven in grote mate stabiel. Wat kunnen we zien in wie die taken uitvoert? Rekruteren en selecteren Vlaamse bedrijven anders over de tijd gezien? Een eerste vaststelling is dat in de Vlaamse werkgelegenheid al geruime tijd een **upskilling** gaande is, in de zin dat personen met een hoger opleidingsniveau de banen invullen. Volgens de cijfers van het Steunpunt Werk (Beroepenmonitor²²) was in de periode 2008-2010 zo'n 20% van de werkenden laaggeschoold en in 2017-2019 was dat percentage teruggelopen tot 14%. In de WBM waren de respectievelijke cijfers 22% en 15%. De upskilling is vooral zichtbaar in het percentage hoger geschoolden: in de Beroepenmonitor waren de cijfers 38% en 45%, in de WBM respectievelijk 43% en 53%. In de WBM is er een oververtegenwoordiging van hoger geschoolden. We kunnen niet controleren voor het opleidingsniveau van werkzoekenden. De volgende figuren laten de verschuiving in opleidingsniveau zien voor de functiegroepen (alle medewerkers) over de verschillende metingen heen.

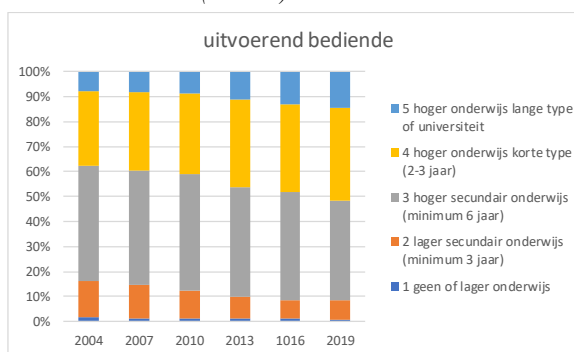
²² <https://www.steunpuntwerk.be/beroepenmonitor>



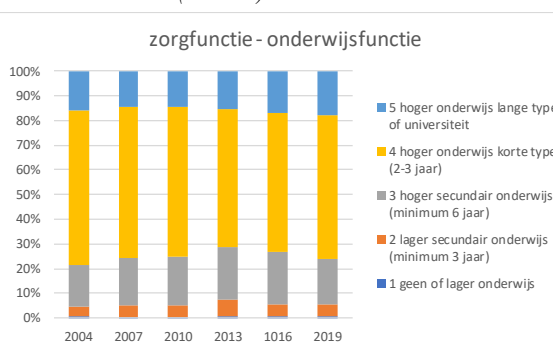
Figuur 43. Verdeling opleidingsniveau voor half- of ongeschoolde arbeiders in de WBM (2004-19)



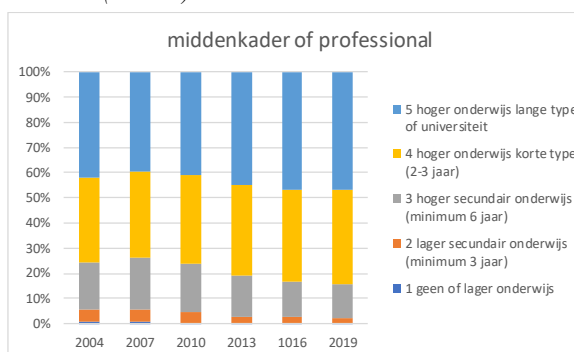
Figuur 44. Verdeling opleidingsniveau voor geschoolde arbeiders, technici in de WBM (2004-19)



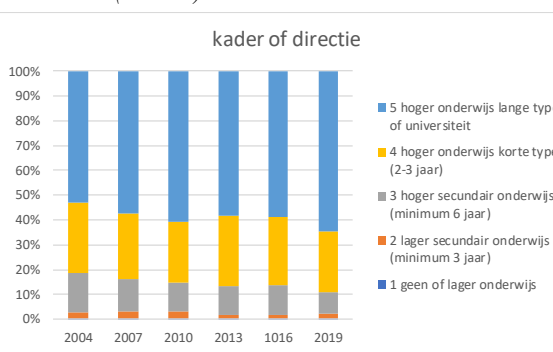
Figuur 45. Verdeling opleidingsniveau voor uitvoerende bedienden in de WBM (2004-19)



Figuur 46. Verdeling opleidingsniveau voor zorg- of onderwijsfuncties in de WBM (2004-19)



Figuur 47. Verdeling opleidingsniveau voor middenkader of professionals in de WBM (2004-19)



Figuur 48. Verdeling opleidingsniveau voor kader of directie in de WBM (2004-19)

In alle functiegroepen lijkt zich een upskilling voor te doen. Aangezien het werk niet echt wijzigt, kan sprake zijn van verdringing van lagere opleidingsniveaus uit de functies. Om een functie op middenkader/professionals- of kader/directieniveau te bekleden is na 2010 minstens een opleiding nodig op hoger onderwijsniveau - korte type of lange type. Dit kan erop wijzen dat tussen 2004 en 2019 voor medewerkers met een laag of middelbaar scholingsniveau doorstroming naar hogere functiegroepen steeds lastiger is geworden. Zorg- en onderwijsfuncties zijn de enige functiegroep waarvoor het aanwezige opleidingsniveau feitelijk niet wijzigt.

We krijgen meer zicht op doorstromingskansen als we kijken naar wat de werknemers zeggen over de [kansen op vaste contracten](#), [op werkloos worden](#), [op persoonlijke groei](#) en [op bijscholing](#):

- Laaggeschoolden en ongeschoolde/laag geschoolde functies rapporteren duidelijk minder mogelijkheden tot [persoonlijke ontwikkeling](#) en groei. Ongeveer de helft van deze groepen rapporteert geen enkele mogelijkheid tot persoonlijke groei. De ontwikkelingskansen verbeteren iets in de periode 2004 tot en met 2019, maar de verhouding in kansen tussen de opleidings- en functieniveaus is scheef verdeeld.
- De [bijscholingsmogelijkheden](#) waren in 2004 sterk scheef verdeeld tussen de functies: 17% van de ongeschoolde/halfgeschoolde arbeiders rapporteerde die mogelijkheden in 2004. In 2019 is dat gestegen tot 30%. Die stijging is echter lager dan voor middelbaar geschoolde functiegroepen. Voor kader/directie waren de cijfers respectievelijk 68% en 73%. Die cijfers stijgen relatief minder sterk, maar die waren ook al zeer hoog. In die zin lopen de ongeschoolde/halfgeschoolde arbeiders wel meer achterstand op ten opzichte van andere groepen.
- Bijzonder voor de WBM-populatie is dat er geen of weinig selectie lijkt te bestaan voor contractvormen, toegang tot bijscholing en werkloosheid. Laaggeschoolden hebben niet minder vaak een [tijdelijk of vast contracten](#) dan hoger opgeleiden (7,6% in 2004 en 5,1% in 2019). Het gebruik van contractvormen verschilt amper tussen functies, behalve dan voor zorg- en onderwijsfuncties waar het percentage tijdelijk zo'n 20% in 2004 was. Dat is voor deze functiegroep nu teruggelopen tot 10%. Alle WBM-deelnemers rapporteren lage werkloosheidskansen.

Als we deze cijfers controleren voor de technologische context, dan zien we dat de opleidingskansen verschillend zijn, maar de verschillen zijn niet groot en niet erg consistent over de tijd gezien. Wat betreft [werkloosheidskansen](#) (*Hoe groot is de kans dat u in de nabije toekomst werkloos zal worden?*) zien we dat werknemers die met *machines en computers* werken, hun werkloosheidskansen hoger inschatten dan alle andere functies (tweemaal zo hoog).

Samengevat, het algemene beeld voor de Vlaamse situatie in de periode 2004-2019 is dat sprake is van een upskilling van de werkgelegenheid. Een samenhang met technologie is niet zichtbaar, behalve dan dat werknemers die meer met machines en computers werken een hogere werkloosheidskans menen te hebben. In alle functies is sprake van meer medewerkers met hogere opleidingsniveaus. Omdat het werk niet wijzigt, lijkt het erop dat laaggeschoolden verdringing ervaren. Hun doorstromingskansen nemen ook af als we kijken naar ontwikkel- en bijscholingskansen. Laaggeschoolden blijven hangen in de ongeschoolde/halfgeschoolde/geschoolde arbeiderfuncties. De technologische context heeft op zich geen impact op die ontwikkelkansen en de wijze waarop functies zich ontwikkelen. Specifiek voor Vlaanderen is dat de ontwikkelkansen niet contractvormen of werkloosheidskansen betreffen.

6.4 Ontwikkelingen in de arbeidsverdeling

Onze eerste analyse (6.2) toont een beperkte ontwikkeling in de arbeidsverdeling. Taken en verhoudingen tussen functies blijven in grote mate stabiel. Meer verschuivingen zijn zichtbaar in wie het werk uitvoert. Betekent dit dat er geen mogelijkheden zijn voor vernieuwing of verandering van het werk? Die mogelijkheden worden zichtbaar als we kijken naar de spreiding in de schalen volledigheid en regeltaken binnen functies. Die analyse helpt om binnen elke functiegroep dat deel

van medewerkers te identificeren die meer mogen en kunnen. We beperken de analyse tot die medewerkers in de functiegroepen die hoger scoren dan 50%-score voor de twee schalen.

Tabel 77 laat zien hoe dit percentage medewerkers per functiegroep zich ontwikkelt in de periode 2004-2019.

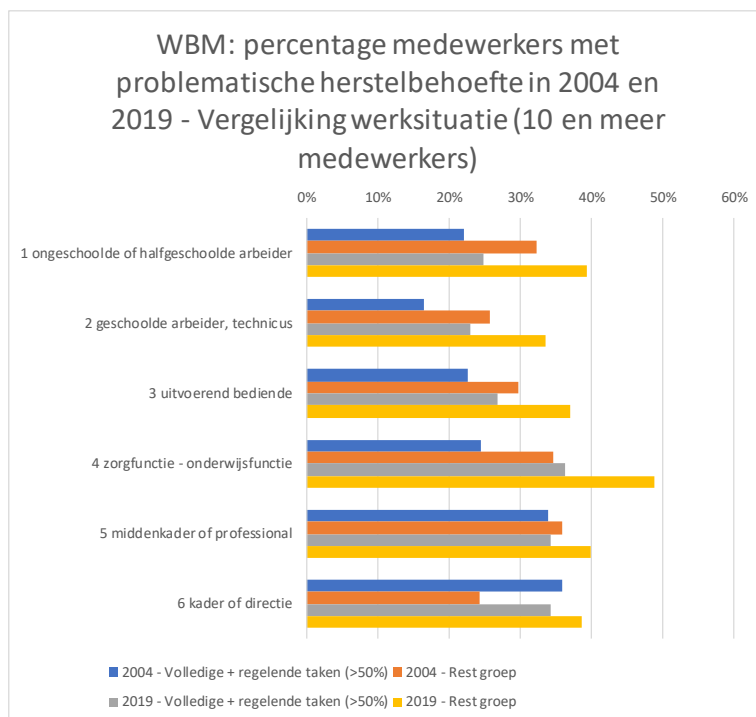
Tabel 77. Ontwikkeling in percentage medewerkers per functiegroep met volledige taken en regeltaken: % personen boven 50% schaa scores volledig en regelen. (WBM: 2004-19)

	2004	2007	2010	2013	2016	2019	
	Ongeschoolde of halfgeschoolde arbeider [11,7%]						
	[17,1%]	[15,1%]	[12,9%]	[20,7%]	[16,5%]	[17,7%]	B (β) p
% >50%	14,5%	16,0%	15,7%	15,3%	15,4%	17,5%	+0,4% (+0,02)
·N	1.157	1.022	869	1.394	1.114	1.191	6.747
	Geschoolde arbeider, technicus [15,9%]						
	[19,1%]	[15,6%]	[13,1%]	[22,9%]	[13,8%]	[15,5%]	B (β) p
% >50%	26,9%	28,9%	26,3%	27,2%	28,0%	27,0%	-0,05% (-0,002)
·N	1.756	1.431	1.202	2.104	1.268	1.424	9.185
	Uitvoerend bediende [29,8%]						
	[14,8%]	[13,0%]	[12,9%]	[23,8%]	[16,4%]	[19,2%]	B (β) p
% >50%	30,5%	30,1%	31,9%Δ	28,9%	29,2%	28,7%	-0,4% (-0,02)∇
·N	2.545	2.238	2.213	4.092	2.819	3.307	17.214
	Zorgfunctie - onderwijsfunctie [20,1%]						
	[12,8%]	[11,6%]	[11,4%]	[23,2%]	[18,9%]	[22,2%]	B (β) p
% >50%	32,7%Δ	34,3%ΔΔΔ	33,3%ΔΔ	30,2%	26,9%∇∇∇	26,4%∇∇∇	-1,7% (-0,06)∇∇∇
·N	1.479	1.347	1.320	2.689	2.190	2.569	11.594
	Middenkader of professional [16,9%]						
	[12,5%]	[12,5%]	[11,4%]	[22,4%]	[18,6%]	[22,6%]	B (β) p
% >50%	70,5%Δ	70,2%Δ	73,5%ΔΔΔ	68,9%	64,4%∇∇	62,6%∇∇∇	-1,9% (-0,07)∇∇∇
·N	1.217	1.217	1.115	2.183	1.819	2.205	9.756
	Kader of directie [5,6%]						
	[14,5%]	[12,8%]	[11,8%]	[22,7%]	[17,7%]	[20,6%]	B (β) p
% >50%	92,3%	91,3%	93,2%	93,1%	90,4%	90,2%	-0,4% (-0,03)
·N	468	413	383	734	571	666	3.235

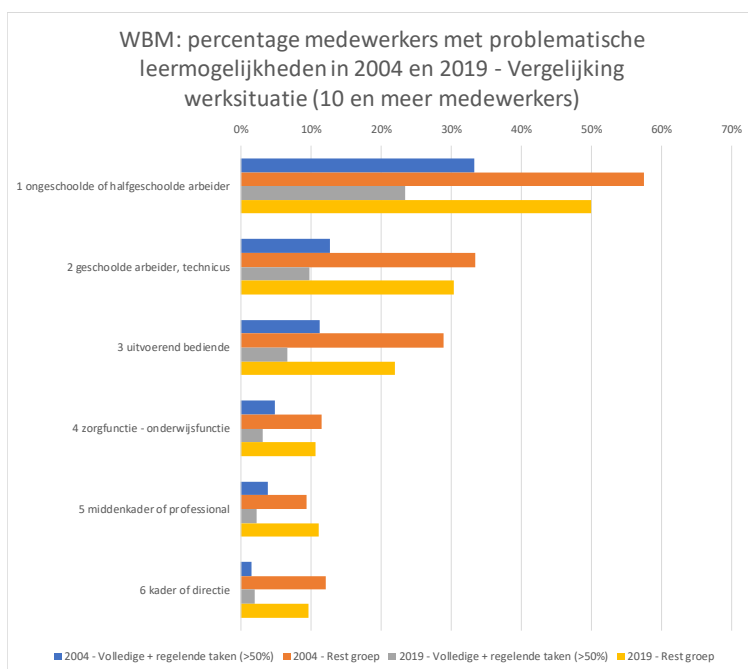
Noot. Percentages zijn kolompercentages, en zijn getoetst met de Pearson χ^2 -test (horizontale vergelijkingen). Het contrast is subgroep vs 'rest' (gewogen deviatiecontrast). ▲ en ▼: $p < 0,05$, ▲▲: $p < 0,01$, ▲▲▲: $p < 0,001$, significant hoge (lage) percentages (tweezijdig), én Cohen's d is ten minste 0,20. Open pijltjes Δ en ∇: eveneens significant, maar Cohen's d is kleiner dan 0,20. Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences (2nd ed.). Hillsdale NJ: Erlbaum. Trendanalyse: B = ongestandaardiseerde lineaire regressiecoëfficiënt = gemiddelde stijging/daling per interval (β = gestandaardiseerde lineaire regressiecoëfficiënt) p = significantie.

Zo'n 14% tot 17% van de ongeschoolde of halfgeschoolde arbeiders zit in de situatie waarin ze meer controle hebben over hun werksituatie. Voor de andere uitvoerende medewerkers schommelt dit tussen de 26% en 34%. Deze percentages laten zien dat organisaties wel in staat zijn om andere werksituaties te creëren. In de zorg- en onderwijsfuncties en middenkaderfuncties/professionals is sprake van een significante afname van het percentage medewerkers met volledige taken plus regelende taken; vooral sinds 2010.

Als we de populatie inperken tot die medewerkers die in bedrijven met 10 of meer medewerkers werken, dan wijzigen de cijfers niet. De groep medewerkers met meer controle over hun werksituatie rapporteert een significant betere werkbaarheid dan medewerkers zonder die controle. De volgende twee figuren maken dat duidelijk.



Figuur 49. Percentage medewerkers met een problematische herstelbehoefte. Vergelijking tussen functiegroepen en tussen 2004 en 2019; 10 en meer medewerkers.

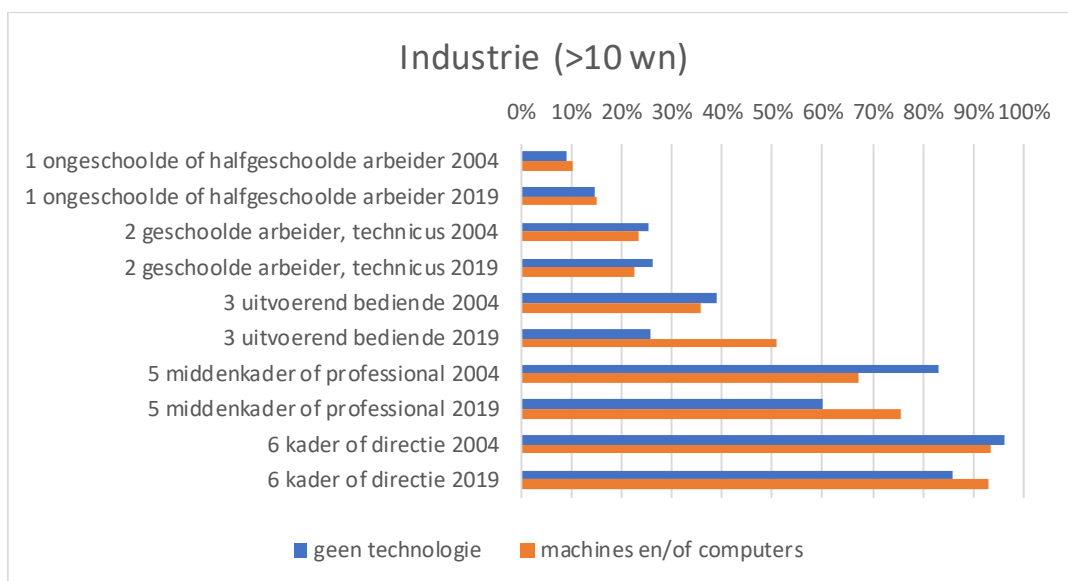


Figuur 50. Percentage medewerkers met problematische leermogelijkheden. Vergelijking tussen functiegroepen en tussen 2004 en 2019; 10 en meer medewerkers.

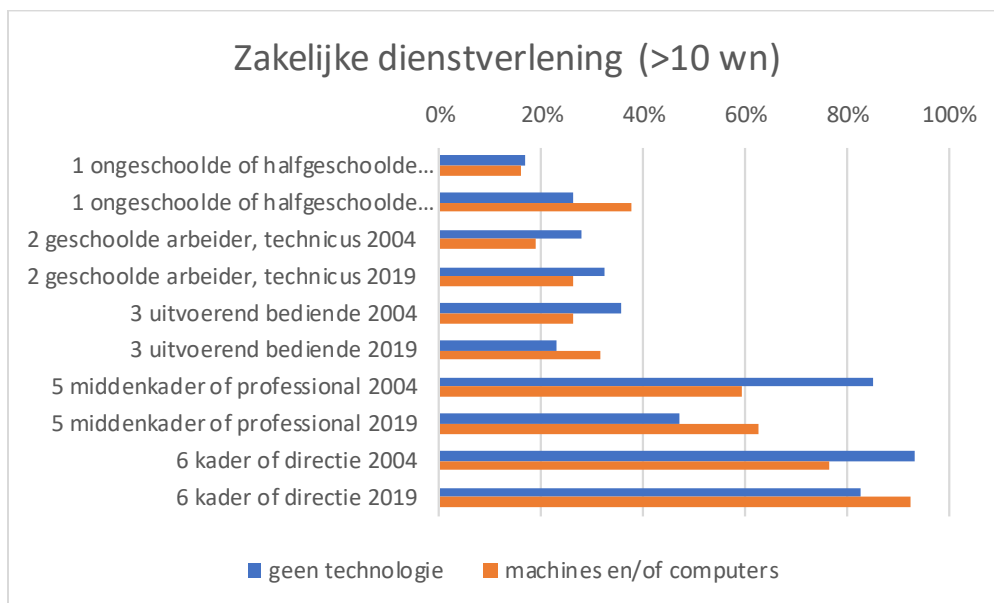
Figuur 49 en *Figuur 50* tonen hoe zowel in 2004 als in 2019 alle functiegroepen met meer volledigheid en regelmogelijkheden statistisch significant lager scoren voor problematische herstelbehoefte en problematische leermogelijkheden. De verschillen tussen functiegroepen zijn vooral bij de leermogelijkheden groot. De werksituatie van middenkader en kader/directie is in 2004 niet significant verschillend op indicator herstelbehoefte. Voor kader/directie geldt wel dat in dat jaar in de restgroep maar 33 respondenten omvatte. In 2019 is herstelbehoefte voor kader/directie niet significant verschillend voor de twee situaties.

De stijging in de cijfers voor ongeschoolde of halfgeschoolde arbeiders lijkt samen te gaan met een daling in de scores voor middenkader of professionals en voor kader of directie. Het is niet te achterhalen of deze medewerkers in dezelfde organisaties werken. Omdat we geen op bedrijfsniveau gekoppeld bestand hebben, weten we niet of de managers die aan macht inboeten, dat aan de medewerkers in hetzelfde bedrijf doorschuiven. Dat kunnen we niet met het WBM-bestand achterhalen. Meer onderzoek is hiervoor nodig.

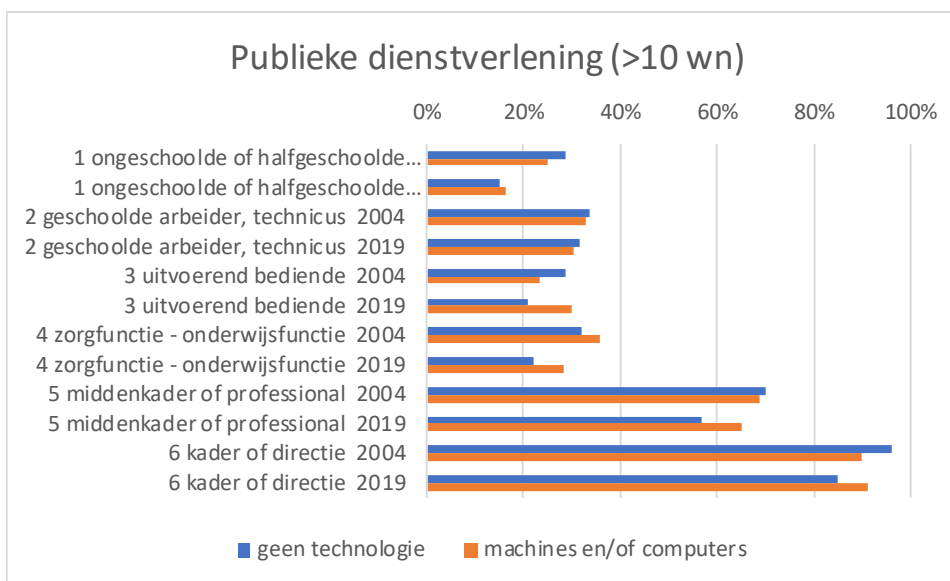
Een vervolgvraag is of technologiecontext wat uitmaakt voor de gesignaleerde ontwikkelingen. We hebben de analyse vervolgens gericht op de situatie in de industrie, zakelijke en publieke dienstverlening, waarbij we de verschillen binnen en tussen functies in beeld brengen. Daarbij houden we ook rekening met de technologische context, waarbij we machinewerk en computerwerk bij elkaar nemen en afzetten tegen situaties waar die beide niet of maar zeer weinig voorkomen. *Figuur 51* toont de verdeling voor de industrie.



Figuur 51. Industrie (10 en meer medewerkers): ontwikkeling in percentage medewerkers in categorie volledig werk + hoog regeltaken: 2004 met 2019 vergeleken.



Figuur 52. Zakelijke dienstverlening (10 en meer medewerkers): ontwikkeling in percentage medewerkers in categorie volledig werk + hoog regeltaken: 2004 met 2019 vergeleken.



Figuur 53. Publieke dienstverlening (10 en meer medewerkers): ontwikkeling in percentage medewerkers in categorie volledig werk + hoog regeltaken: 2004 met 2019 vergeleken.

Zoals we reeds uit voorgaande analyses weten, heeft het management de meeste regelmogelijkheden en volledige taken, en ongeschoolden/halfgeschoolden de minste. Die verdeling blijft stabiel in de periode 2004-2019. Wel zien we schommelingen in specifieke functiegroepen en zien we dat die samenhangen met de technologiecontext:

- In de industrie zien we bij uitvoerende bedienden die in een computer-/machinecontext werken (en in mindere mate ook middenkader/professionals), in 2019 vergeleken met 2004 een hele sterke stijging van volledigheid/regelmogelijkheden. Bij uitvoerende bedienden en middenkader/professionals in een niet-technologische context zien we een sterke daling in

volledigheid/regelmogelijkheden zien (deze interacties zijn significant). We weten al dat deze beide groepen in omvang zijn gegroeid. Wellicht leidt bij deze twee groepen de technologie tot complexer wordend werk, en zeker niet tot een risico voor hun werkgelegenheid. Dat heeft ook te maken met het feit dat ze reeds zeer hoog scoren op de schalen.

- In de zakelijke dienstverlening (*Figuur 52*) zijn die interacties technologie, meting en volledigheid/regelmogelijkheden ook aanwezig en is de interactie daarnaast aanwezig in de functiegroep kader/directie.
- In de publieke dienstverlening (*Figuur 53*) zien we het interactie-effect alleen. bij de uitvoerende bedienden.

6.5 Een breder perspectief

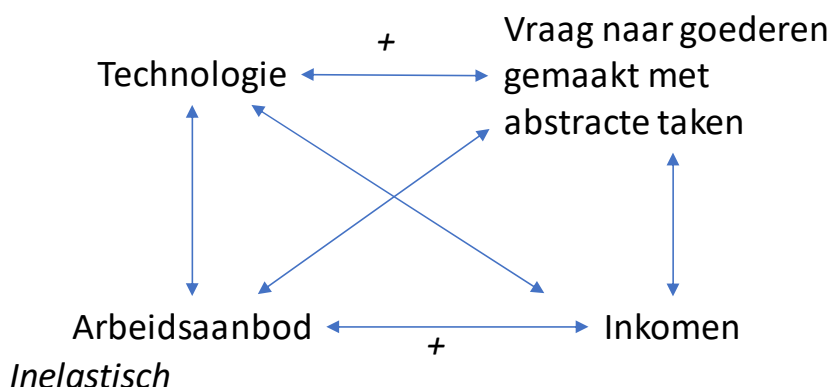
In 2015 reageerde de Amerikaanse hoogleraar David Autor op de discussie dat in de toekomst sprake zou zijn van massawerkloosheid als gevolg van technologische ontwikkelingen. Hij stelde zich de vraag waarom er in 2015 nog steeds zoveel banen zijn, ondanks de voorspelling van massawerkloosheid (Autor, 2015). Wat ziet hij dan als verklaring over de ontwikkelingen op de arbeidsmarkt?

De impact van technologie op de omvang van beroepen en de inhoud van het werk is volgens hem geen directe relatie. Technologie kan beroepen productiever maken, maar of er op termijn minder banen overblijven, is afhankelijk van veel meer dan een productiviteitsstijging gekoppeld aan technologie. In veel gevallen substitueert technologie niet arbeid, maar complementeert ze menselijke arbeid. Het is van belang om te begrijpen hoe deze relatie werkt. Daarbij geeft Autor aan dat we in beeld moeten hebben hoe bij technologische verandering het arbeidsaanbod, de vraag naar goederen en prijs- en inkomenselasticiteiten een rol spelen. Een voorbeeld is het automatiseren van landbouwproductie aan het eind van de 19^e eeuw. Hier ging een technologische revolutie gepaard met een productiviteitsstijging en de uitstoot (substitutie) van laaggeschoold, weinig complex handmatig werk. De instorting van deze arbeidsmarkt verliep samen met een daling van het belang van landbouwproducten in het inkomen van consumenten. De vraag naar landbouwgoederen steeg niet, ondanks de prijsverlaging als gevolg van hogere productiviteit in de landbouw. Een tegenvoorbeeld is de toepassing van allerlei technologische toepassingen in de gezondheidszorg. Ondanks alle medische technologie zien we dat de omvang van de vraag naar zorg blijft stijgen en de omvang van de werkgelegenheid in de zorg doorgroeit. Voor de specialistische medische beroepen is geen sprake van een groeiend arbeidsaanbod, ondanks de stijgende lonen. In ons inkomen besteden we steeds meer aan gezondheid. Technologie substitueert geen arbeid in de specialistische zorg, maar is juist complementair aan het werk van de specialisten.

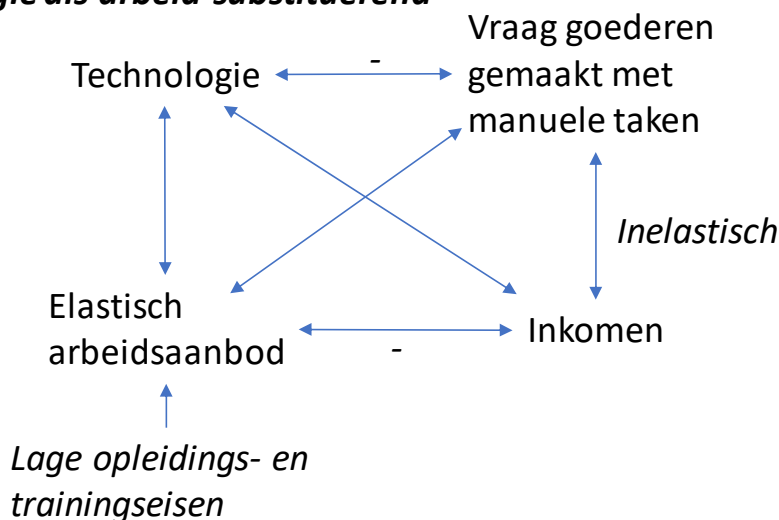
Wat we volgens Autor over het hoofd zien, dat is dat er veel taken zijn die uitermate moeilijk te automatiseren zijn, wat ook de technologie mogelijk maakt. Hij noemt dit de Polanyi-paradox: werk omvat zoveel 'tacit skills' die maken dat we nooit volledige automatisering kunnen verwachten. Engineering bottlenecks zijn dan niet de 'soft skills' zoals Frey en Osborne die inschatten, maar eerder 'tacit skills' die in alle soorten werk voorkomen. Autor denkt meer in termen van 'labouring capacity' zoals Pfeiffer en Suphan (2015) dat zien: flexibiliteit, common sense en tacit skills maken het standaardiseren en automatiseren van taken soms gewoon onmogelijk.

Een laatste punt waar Autor op wijst is dat de polarisatie van banen wel degelijk voorkomt, maar dat deze ontwikkeling niet tot een blijvende polarisatie in lonen zal leiden. Voor de volledigheid geven we aan dat die beide polarisaties niet zichtbaar zijn in de WBM. Op de langere termijn zullen lonen meer met elkaar in de pas lopen, al was het maar om te voorkomen dat niemand die laagproductieve banen gaat uitvoeren. In onderstaande schema's is vereenvoudigd weergegeven welke verschillende samenhangen in de afgelopen tijd bestaan voor meer complex, abstract werk tegenover werk dat handmatig, minder complex is. Autor geeft aan dat die verbanden afhankelijk zullen zijn van hoe een arbeidsmarkt en de vraag naar goederen zich ontwikkelen. De analyse zal telkens opnieuw moeten worden gemaakt.

Technologie als complementair aan arbeid



Technologie als arbeid-substituerend



Figuur 54. Voorbeelden van verbanden tussen technologie en vraag naar arbeid die Autor (2015) in zijn artikel beschrijft.

Autor (2015) legt uit wat er met de vraag naar arbeid gebeurt. In het artikel van 2015 waagt hij zich niet aan specifieke voorspellingen over de ontwikkeling in omvang van beroepen. Ook geeft hij niet aan wat er nu feitelijk zichtbaar is in de ontwikkeling van het werk. Deze insteek geldt ook voor het organisatiemodel dat in dit rapport is ontwikkeld.

6.6 De WBM als arbeidsmarktinstrument?

Wat betekenen deze resultaten voor het inzicht in de huidige en de toekomstige Vlaamse arbeidsmarkt? Zoals aangegeven is sprake van een algemene upskilling van functiegroepen als we afgaan op de gegevens van de WBM. We hebben geen gegevens over salaris in de WBM. Het lijkt erop dat er over de lange termijn sprake is geweest van een uitstoot van laaggeschoolden en dat voor alle functies gerekruteerd wordt op een hoger opleidingsniveau. Het werk zelf lijkt niet veel te wijzigen zodat sprake kan zijn van verdringing. Indien deze trends zich verderzetten, dan voorspellen we:

- Verdergaande upskilling van de arbeidsmarkt en mogelijk verdringing van laaggeschoolden. Laaggeschoolden hebben steeds lagere kansen om ook maar op het laagste niveau een plek op de arbeidsmarkt te vinden.
- Mogelijk is er een druk vanuit hoger geschoolden om op alle functieniveaus, de functies meer volledig te maken en van meer regeltaken te voorzien. Deze verbetering van het werk vergt echter een aanpassing van het organisatiebeleid.
- Afhankelijk van hoe in de Vlaamse context de sterke vakbonden inspelen op ontwikkelmogelijkheden en bijscholing van laaggeschoolden, kan de positie van laaggeschoolden verbeteren. Binnen de bedrijven lijkt het arbeidsaanbod steeds minder elastisch te worden, dat wil zeggen dat lager geschoolden minder mogelijkheden hebben om uit te wijken naar nieuwe of andere banen. Mogelijk dat lonen van laaggeschoolden zullen achterlopen.
- Technologie lijkt vooral arbeid-complementerend te zijn. Voor zover effecten zichtbaar zijn, zorgt technologie eerder voor het complexer worden van het werk.
- We hebben geen perspectief op de vraag naar producten in de Vlaamse economie. De speciale positie in de Europese en globale markten maakt dat de bedrijven zich gespecialiseerd hebben in hele specifieke niches.

Onze onderzoeksresultaten laten ook zien of het mogelijk is om een arbeidsmarktinstrument te maken van de WBM. De volgende resultaten zijn dan van belang:

- De WBM geeft de mogelijkheid om de ontwikkeling in de arbeidsdeling binnen functies te volgen over de tijd heen. Zelfs met het beperkt aantal items dat beschikbaar is, is een inzicht te krijgen in wat zich in de afgelopen twintig jaar heeft voorgedaan in en tussen functies.
- Het instrumentarium van de WBM is ingericht om de monitoring van werkbaarheid te volgen. Een andere doelstelling heeft het instrumentarium niet gehad. Voor nieuwe doelstellingen zal zeker ruimte moeten komen voor aanvullingen. We geven enkele aanvullingen gerangschikt in belang:
 - Vooralsnog werkt de WBM met een eigen beroep en sectorindeling. Deze situatie bestond in het verleden ook bij de Nederlandse Enquête Arbeidsomstandigheden (NEA). De NEA volgt nu de ISCO en NACE-classificaties. Het lijkt ons dat de WBM deze internationale standaarden voor classificatie van beroepen en sectoren zou moeten volgen.
 - De meeste informatie gaat over de persoonlijke werkbaarheid. Wellicht zou de respondent ook gevraagd kunnen worden naar de bredere werkbaarheid van zijn

werkomgeving: directe collega's en leidinggevendenden. Daarmee ontstaat ook een beeld van de arbeidsverdeling. Juist de arbeidsverdeling zegt veel over de ontwikkelkansen (leermogelijkheden) van personen.

- Een deel van de werkbaarheid hangt zeker samen met risico's gekoppeld aan technologie. Het aantal items over technologie is zeer beperkt, maar voor zover er dit soort van informatie is, is dat bijzonder informatief. Wellicht kunnen meer technologiedimensies worden toegevoegd.
- Ingrijpen op werkbaarheid is niet alleen een kwestie van het verbeteren van de individuele werksituatie. Het gaat ook om het organisatiebeleid. Daarover zou meer informatie moeten komen. De weinige informatie die we kunnen verzamelen over volledigheid van het werk en regeltaken, laat zien dat meer 'mogen' en 'kunnen', een relevant perspectief geeft op ingrijpen. Bedrijven hebben opties om de situatie voor medewerkers te verbeteren.
- Op termijn zou de WBM aan bedrijfsgerichte surveys moeten worden gekoppeld. De WBM is op de individuele werknemer gericht. Veel informatie blijft verborgen omdat we niet in beeld krijgen hoe de situatie van het individu samenhangt met de bredere bedrijfscontext: zijn ontwikkelingen op de werkvloer gekoppeld aan de ontwikkelingen in het management?
- De WBM bestaat er voor werknemers en voor zelfstandigen. Een extra dimensie kan zijn de arbeidsmarktcarrière van personen ook in beeld te krijgen. Pas dan kan het instrument ook uitgroeien tot een arbeidsmarktinstrument.

De algemene conclusie is dat de WBM zeker relevante informatie geeft over hoe functies zich ontwikkelen. Als de functie- en sectorclassificatie kan worden aangepast aan de internationale ISCO- en NACE-standaarden, dan krijgen we meer zekerheid over de vastgestelde ontwikkelingen binnen de Vlaamse bedrijven. Het instrument laat nu al toe om 'grote' theorieën over werk en toekomst, kritisch tegen het licht te houden. Meer fijnmazigheid zou de onderzoekers en beleidsmakers helpen.

7. Conclusie: vergelijking tussen de verschillende indices en waarde MST-model

7.1 Vergelijking indices

Hoofdstukken 3, 4 en 5 vergeleken verschillende methoden om voorspellingen te maken over de ontwikkeling in de omvang van functiegroepen over de tijd. De aandacht richtte zich op de predictieve waarde en de sensitiviteit van drie methoden. Voor zover er verschillen in de resultaten waren, is gezocht naar verklaringen daarvoor. Als toetsingsmethode is gekozen voor een forecasting met de Werkbaarheidsmonitor (WBM) vanaf 2004. We voorspelden de ontwikkeling in de (relatieve) omvang van functiegroepen tot aan 2019 aan de hand van de reële ontwikkeling in omvang werkgelegenheid, gemeten aan de hand van de Labour Force Survey (LFS). In deze meetperioden hebben we te maken met een herclassificatie in de LFS in functies waardoor de resultaten niet stabiel zijn. In deze sectie brengen we twee resultaten bij elkaar: het resultaat voor de **hele populatie** en het resultaat waarbij we de **functiegroep kader of directie hebben uitgesloten**. Deze laatste analyse vormt een robuustheidscheck.

Hele populatie. Frey en Osborne (FOI-model) en Pfeiffer en Suphan (LCI-model) hebben indexen ontwikkeld waarmee ze op functieniveau inschatten wat de automatiseringskansen zijn. Deze indexen zijn gerepliceerd en uitgebreid getest in dit rapport. Voor het derde model, het MST-model, waarin een organisatieperspectief op functies is neergezet overeenkomstig de Moderne Sociotechniek (MST-model), is een voorspelling op functieniveau niet juiste vertrekpunt, maar om voor de vergelijking met FOI en LCI alsnog uitgevoerd. Dit MST-model geeft aan dat functies meer of minder taken krijgen naargelang de arbeidsverdeling die een bedrijf hanteert. Ook dit model is uitgebreid getest.

Tabel 78 geeft het overzicht van de voorspellingskracht van de drie modellen. Voor de verschillende meetjaren hebben we de volgende maten naast elkaar gezet:

- Effectgrootte: we berekenen de samenhang tussen de verschillende indexen in een meetjaar met de afhankelijke maat, de verandering in proportionele omvang van de functiegroepen waargenomen in 2019. De effectgrootte berekenen we door de coëfficiënt te delen door de standaarddeviatie van de omvang van de functiegroep in het referentiejaar. We tonen in de tabel of het effect significant is of niet. Ook de richting van het effect is van belang.
- R^2 is de verklaarde variantie van de fixed-effecten van het hele model (met alle variabelen en interacties).
- R^2 delta: is het verschil in verklaarde variantie van het model met index versus het model zonder index. De omvang van R^2 delta geeft aan hoe sterk het gekozen model is. Deze maat laat zien wat de FOI, LCI en MST-score als restverklaring opleveren.

Tabel 78. *Vergelijking van effectgroottes proportionele verandering en verklaarde variantie in multilevel-modellen voor FOI, LCI, MST-score)*
(groene cel: significant, $p < 0.05$; **: $p < 0.10$; n.s. = niet significant)

	FOI			LCI			MST-score (MST-score)		
	Estimate	R ²	R ² delta	Estimate	R ²	R ² delta	Estimate	R ²	R ² delta
2004-19	-0.130 (n.s.)	11.8%	1.6%	0.287 (n.s.)	11.9%	1.7%	-0.129 (n.s.)	14.8%	4.6%
2007-19	0.127 (n.s.)	11.3%	4.5%	-0.128 (n.s.)	12.7%	5.9%	-0.435 (n.s.)	21.5%	14.7%
2010-19	0.627 (n.s.)	21.6%	17.1%	-0.403 (n.s.)	21.2%	16.6%	-0.682 (n.s.)	40.1%	35.5%
2013-19	-0.611**	50.7%	21.6%	0.515	54.3%	25.3%	0.408**	44.9%	15.9%
2016-19	-0.164 (n.s.)	32.4%	1.4%	0.149 (n.s.)	32.4%	1.3%	0.002 (n.s.)	34.7%	3.7%

Uit de tabel valt af te leiden voor de meetjaren in de WBM 2004, 2007, 2010 en 2016, dat het MST-model de hoogste R²delta laat zien. De estimates gaan wel alleen in 2013 en 2016 in de juiste richting. De LCI en de FOI ontlopen elkaar niet zoveel in verklarende kracht. De MST-score blijkt meer te zeggen over hoe functies zich ontwikkelen dan de twee andere indexen (m.u.v. 2013-2019). Dat de MST-score een hogere verklarende kracht heeft in de meeste jaren dan de FOI en de LCI, maakt duidelijk dat deze twee modellen op zijn minst onvolledig zijn in hun verklaringsmodel.

Populatie zonder kader of directie. Tabel 79 vat de resultaten van de robuustheidscheck samen. We zien de R²delta sterk stijgen. Opnieuw doet de FOI het niet beter dan de LCI en de MST-scores. De cijfers verschillen tussen de verschillende metingen en opnieuw zien we dat in de laatste meting, de cijfers opnieuw verslechteren.

Tabel 79. *Vergelijking van effectgroottes proportionele verandering en verklaarde variantie in multilevel-modellen voor FOI, LCI, Organisatie (MST-score) zonder kader of directie* (groene cel: significant, $p < 0.05$; **: $p < 0.10$; n.s. = niet significant)

	FOI			LCI			Organisatiescore (MST-score)		
	Estimate	R ²	R ² delta	Estimate	R ²	R ² delta	Estimate	R ²	R ² delta
2004-19	-2.387 (n.s.)	50.5%	23.5%	1.811**	58.2%	31.3%	1.781 (n.s.)	53.9%	27%
2013-19	-0.908	82.4%	53.8%	0.698	84.1%	55.5%	0.756	82.7%	54.1%
2016-19	-0.328 (n.s.)	58.3%	19.2%	0.270 (n.s.)	55.4%	16.2%	0.350 (n.s.)	67.5%	28.3%

Onze algemene conclusie is dat de FOI geen grotere predictieve waarde bezit in vergelijking met de LCI en de MST-score, en dat de algemene predictieve waarde beperkt is. Als we de situatie vanaf 2004 nemen, dan doet de FOI het niet beter dan de twee andere methodes en wordt de voorspellingskracht niet sterker als we de functiegroep kader of directie uitsluiten. Die laatste ingreep toont ook de zwakte van het verklaringsmodel van de FOI: als die functiegroep wordt uitgesloten van de analyse, dan verbetert de verklarende kracht van de FOI. Tegelijk geeft dit aan dat de FOI slechts beperkt werkt. Wat nog meer speelt, dat is dat zowel de FOI als de LCI niet in staat zijn om te verklaren waarom in de periode 2004-2019 de omvang van de verschillende functies is toegenomen. We zouden juist een krimp in omvang van de functies hebben verwacht. Dat een model zoals MST in staat is met betere voorspellingen te komen is ook geen goed nieuws voor de FOI en LCI.

De vraag is of onze analyse-aanpak onrecht doet aan de FOI en de LCI.

- De FOI is ontwikkeld in de periode 2010-2013. Het meetmateriaal is de O*NET-2010. De vervolgonderzoeken van Arntz et al. (2016) en Nedelkoska et al. (2018) richten zich op de PIAAC 2013. Ons onderzoeksmateriaal is de WBM2004-2019. We dekken in ieder geval in belangrijke mate de periode af waarover Frey en Osborne voorspellingen doen. Zelfs al zou het zo zijn dat de periode 2004-2010 ten onrechte in de vergelijking is meegenomen, de predictieve waarde van FOI en LCI wordt alleen in 2013 beter.

- Heeft de beperkte functieclassificatie van de WBM (slechts zes functiegroepen) een rol in onze resultaten? Daarvoor gaan we nog verder kijken naar de resultaten van twee andere meetinstrumenten: de NEA en de EWCS. Die analyses volgen in vervolgstudies. We kunnen nu al aangeven dat de beperkte functieclassificatie niet verantwoordelijk is voor het WBM-resultaat.
- Verder merken we op dat Frey en Osborne slechts voorspellingen doen over de lange termijn en niet over de korte termijn zoals meegenomen in dit rapport. Dat zou kunnen. In het onderzoek van Heald et al. (2020) zijn berekeningen gemaakt voor 2050 en 2075. Naast het feit dat dit wel een heel erg lange termijn is en we ons afvragen hoe relevant dit is voor het huidige arbeidsmarktbeleid, levert onze analyse op dat deze redenering over de hele lange termijn toch een drogredenering blijft. Dan zouden de MST-scores nu niet dat effect hebben mogen laten zien. De MST-scores zullen waarschijnlijk sterker blijven scoren dan de FOI en LCI. Verder is het zo dat er in de werkcontext die met de WBM is gemeten wel degelijk sprake is van een verschuiving in technologiegebruik. De afzonderlijke analyse van de MST-benadering laat zien dat, hoewel we weinig informatie hebben over die technologie, de impact van technologie maar weinig oplevert.

Ons algemene beeld is dat een andere benadering nodig is om te begrijpen wat gaat gebeuren in functies, zowel in de omvang (zie Autor, 2015) als in de inhoud van het werk (zie volgende sectie).

7.2 Wat zegt de MST-benadering?

In hoofdstuk 6 hebben we gekeken naar de mate waarin deze methode toelaat om in beeld te brengen hoe de arbeidsmarkt functioneert. We hebben als alternatief voor de FOI en de LCI aangegeven dat we meer aandacht moeten hebben voor hoe taken verdeeld worden vanuit een organisatieperspectief. Dit organisatieperspectief zegt niet zoveel over de omvang van functies in de toekomst, maar wel meer over de toewijzing van taken binnen bedrijven en hoe uiteindelijk skills zullen ontstaan en ontwikkelen. De arbeidsdeling dient ook bekeken te worden in samenhang met HR-systemen en personele maatregelen. Ons uitgangspunt is dat niet technologie zorgt voor upskilling, polarisering en/of downskilling, maar dat bedrijven zelf allerlei beslissingen op dat vlak nemen voor allerlei motieven.

Uit de analyses in hoofdstuk 6 hebben we de waarde van het organisatieperspectief proberen vast te stellen. Het eerste resultaat is dat we zien dat in de periode 2004-2019 de taakinhoud van functies weinig is veranderd en dat de verhoudingen tussen de functies in grote mate stabiel zijn gebleven. Technologie, weliswaar in beperkte mate gemeten, verandert weinig aan die taak- en functieverdeling.

We kunnen binnen functies kijken, maar de uitkomsten van dat onderzoek blijven beperkt. We missen de samenhang tussen functies in deze analyse. Toch zien we dat we in alle functiegroepen medewerkers kunnen identificeren met meer volledige functies en meer regeltaken. Medewerkers in deze situaties scoren op allerlei dimensies van het werk beter dan hun collega's. Het is de context die zorgt voor belangrijke verschillen in de uitvoering van het werk. Wat we niet zien is of deze medewerkers met meer mogelijkheden ook dat werk in samenhang doen met andere medewerkers met meer of minder mogelijkheden. We zitten nog met de vraag of er sprake is van een balans in regel mogelijkheden (is de winst van de ene functiegroep, het verlies aan controle in een andere functie?) of dat er sprake is van meer mogelijkheden voor iedereen.

Wat we ook in beeld krijgen is dat er feitelijk geen sprake is van ‘shocks’ in de inhoud van het werk van medewerkers. Er lijkt zich een centralisering van regeltaken voor te doen, maar die beweging is nog zwak.

De WBM-data laat zien dat de ontwikkelmogelijkheden en doorstroombmogelijkheden voor alle opleidingsniveaus niet dezelfde zijn. Allereerst zien we dat voor de meeste functies nu hogere opleidingsniveaus gevraagd. De WBM laat geen echte verandering in de inhoud van het werk zien. Het lijkt er wel op dat binnen de bedrijven zich meer selectie op basis van opleidingsachtergrond van de medewerker heeft voorgedaan. Medewerkers met geen of een zeer laag opleidingsniveau krijgen steeds minder mogelijkheden om zich te ontwikkelen. De WBM toont dat deze verschuiving niet gepaard is gegaan met meer ongelijkheid in contractvormen, werkloosheidsrisico's en trainingsmogelijkheden. Waarschijnlijk is de macht van de vakbonden in Vlaanderen verantwoordelijk voor het beheersen van deze impacts.

De eindconclusie van deze analyse is dat de situatie van een medewerker sterk afhankelijk is van de plaats die deze inneemt in de hiërarchie in functies. In het verleden kon je meer doorstromen tussen functiegroepen; daar lijkt het althans op. Functiegroepen blijken stabiele takensets te hebben. Technologie, voor zover de WBM daar informatie over geeft, verandert daar niet veel aan.

Referenties

- Appelbaum, E., Bernhardt, A., & R.J., Murnane (eds). (2006) *Low-Wage America: How Employers Are Reshaping Opportunity in the Workplace*. New York: The Russell Sage Foundation Case Studies of Job Quality in Advanced Economies.
- Arntz, M., Gregory, T., & U., Zierahn (2016). The Risk of Automation for Jobs in OECD Countries: A Comparative Analysis. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, No. 189, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/5jlz9h56dvq7-en>.
- Autor, D.H., Levy, F. & R.J. Murnane (2003) The skill content of recent technological change: An empirical exploration. *Quarterly Journal of Economics* 118(4): 1279–1333
- Autor, D. (2015). Why Are There Still So Many Jobs? The History and Future of Workplace Automation. *Journal of Economic Perspectives* 29, 3, 3–30
- Benders, J., & K. van Veen (2001) What's in a Fashion? Interpretative Viability and Management Fashions. *Organization* 8(1), 33-53
- Bloom, N., Brynjolfsson, E., Foster, L., Jarmin, R.S., Patnaik, M., Saporta-Eksten, I., & J., Van Reenen (2017) What Drives Differences in Management? NBER Working Paper 23300, Cambridge, MA: National Bureau of Economic Research. DOI 10.3386/w23300.
- Bloom, N., Eifert, B., Mahajan, A., McKenzie, D., & J., Roberts (2013) Does management matter? Evidence from India. *The Quarterly Journal of Economics* 128, 1, 1-51.
- Bourdeaud'hui, R., Janssens, F., & S., Vanderhaeghe (2019). Methodologie Vlaamse werkbaarheidsmonitor. Brussel: SERV-Stichting Innovatie & Arbeid.
- Braverman, H. (1974). *Labor and Monopoly Capital: The Degradation of Work in the Twentieth Century* (New York: Monthly Review Press)
- De Vries, S., Wortel, E., & A., Nauta (2003). Excelleren voor en door mensen. Theorie en praktijk voor optimaal Human Resource Management. Deventer/Zaltbommel (Kluwer/INK).
- Dhondt, S., Bal, M., Goudswaard, A., Kraan, K., & I., Eekhout, I. (2021b). Skills vanuit organisatieperspectief. KU Leuven: Paradigms 4.0 project.
- Dhondt, S., Kraan, K. & M. Bal, *in review*. Organisation, technological change and skills use over time: a Longitudinal Study on Linked Employee Surveys.
- Dhondt, S., Kraan, K.O., & I., Eekhout (2021a). Analyse WBM vanuit drie perspectieven. Selectie items en constructen. KU Leuven: Paradigms 4.0 project.
- Foster-Johnson, L., & J.D., Kromrey (2018). Predicting group-level outcome variables: An empirical comparison of analysis strategies. *Behav Res* 50, 2461–2479. <https://doi-org.vu-nl.idm.oclc.org/10.3758/s13428-018-1025-8>.
- Frey, C.B. & M. Osborne (2013). *The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization?* Oxford: Oxford Martin School.
- Frey, C.B. & M. Osborne (2017). The Future of Employment: How Susceptible are Jobs to Computerization? *Technological Forecasting & Social Change* 114 (C), 254-280
- Hacker, W. (1989). *Psychische Regulation von Arbeitstätigkeiten 4.0*. Zürich: v/d|f Hochschulverlag AG
- Heald, S., Smith, A., & D. Fouarge (2020). Labour market forecasting scenarios for automation risks: Approach and outcomes. Maastricht: Technequality project (Deliverable D1.4; version 2.0)
- Hessler, M. (2014). Die Halle 54 bei Volkswagen und die Grenzen der Automatisierung. Überlegungen zum Mensch-Maschine-Verhältnis in der industriellen Produktion der 1980-er Jahre. *Zeithistorische Forschungen / Studies in Contemporary History*, 11 (1), 56-76 (DOI: <https://doi.org/10.14765/zzf.dok-1495>)

- Kopp, R., Dhondt, S., Hirsch-Kreinsen, H., Kohlgrüber, M., & P., Preenen (2019). Sociotechnical perspectives on digitalisation and industry 4.0. *International Journal of Technology Transfer and Commercialisation*, 16(3), 290-309.
- Kuipers, H., Van Amelsvoort, P., & E.- H., Kramer (2020). *New ways of Organizing. Alternatives to bureaucracy*. Leuven: ACCO
- Laar, E. van, Deursen, A.J.A.M., Dijk, J.A.G.M. van, & J. de Haan (2017). The relation between 21st-century skills and digital skills: A systematic literature review. *Computers in Human Behavior* 72, 577-588 (<http://dx.doi.org/10.1016/j.chb.2017.03.010>)
- Nedelkoska, L. & G. Quintini (2018) Automation, skills use and training. OECD Social, Employment and Migration Working Papers, No. 202. Paris: OECD Publishing. <https://dx.doi.org/10.1787/2e2f4eea-en>
- Noble, D. (1986) *Forces of Production. A Social History of Industrial Automation* (Oxford: Oxford University Press).
- Perez, C., & T. Murray Leach (2021). Technological revolutions: which ones, how many and why it matters: a neo-Schumpeterian view. Historical Background Paper WP7 - D7.1 (H2020 Beyond4.0 project). Londen: IIPP-UCL.
- Pfeiffer, S., & A. Suphan (2015) The Labouring Capacity Index: Living Labouring Capacity and Experience as Resources on the Road to Industry 4.0., Working Paper 2015#1 Hohenheim: University of Hohenheim.
- Womack, J., Jones, D., & D., Roos (1990). *The Machine that Changed the World*. New York: Rawson Associates.

Tabellen

Tabel 1. Constructie van de Frey en Osborne Index (FOI) op basis van de Werkbaarheidsmonitor.	33
Tabel 2. Engineering bottleneck variabelen beschikbaar in de jaren 2004-16 van de WBM	34
Tabel 3. Logistische regressiecoëfficiënten van het trainingmodel (groene cel: significant, $p < 0.05$)	35
Tabel 4. Vergelijking van AUC voor training en testing model voor FOI op basis van de WBM	37
Tabel 5. Samenvatting van de constructen, geselecteerde en omgecodeerde items (Pfeiffer et al., 2015)	39
Tabel 6. Samenvatting van de constructen, geselecteerde en omgecodeerde items	44
Tabel 7. Algemeen effect van de LCI2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)	51
Tabel 8. Algemeen effect van de LCI2007 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)	51
Tabel 9. Algemeen effect van de LCI2010 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)	51
Tabel 10. Algemeen effect van de LCI2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM) (groene cel: significant, $p < 0.05$)	51
Tabel 11. Algemeen effect van de LCI2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)	51
Tabel 12. Detailbeeld van effect van de LCI2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)	52
Tabel 13. Detailbeeld van effect van de LCI2007 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) (groene cel: significant, $p < 0.05$)	52
Tabel 14. Detailbeeld van effect van de LCI2010 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$)	53
Tabel 15. Detailbeeld van effect van de LCI2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) (groene cel: significant, $p < 0.05$)	54
Tabel 16. Detailbeeld van effect van de LCI2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)	54
Tabel 17. Algemeen effect van de LCI2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM)	55
Tabel 18. Algemeen effect van de LCI2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$)	55
Tabel 19. Algemeen effect van de LCI2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM)	55
Tabel 20. Detailbeeld van effect van de LCI2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$)	55
Tabel 21. Detailbeeld van effect van de LCI2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$)	56
Tabel 22. Detailbeeld van effect van de LCI2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM)	57
Tabel 23. Overzichtstabel van functies en automatiseringskansen	66

Tabel 24. Verschil tussen automatiseringskansen in 2004 en in 2019 (voor zover cijfers beschikbaar waren, anders dichtstbijzijnde cijfers geselecteerd)	68
Tabel 25. Algemeen effect van de FOI2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)	69
Tabel 26. Algemeen effect van de FOI2007 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)	69
Tabel 27. Algemeen effect van de FOI2010 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)	69
Tabel 28. Algemeen effect van de FOI2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)	69
Tabel 29. Algemeen effect van de FOI2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)	69
Tabel 30. Detailbeeld van effect van de FOI2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)	70
Tabel 31. Detailbeeld van effect van de FOI2007 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)	70
Tabel 32. Detailbeeld van effect van de FOI2010 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))	71
Tabel 33. Detailbeeld van effect van de FOI2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)	72
Tabel 34. Detailbeeld van effect van de FOI2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)	72
Tabel 35. Algemeen effect van de FOI2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM)	73
Tabel 36. Algemeen effect van de FOI2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))	73
Tabel 37. Algemeen effect van de FOI2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM)	73
Tabel 38. Detailbeeld van effect van de FOI2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))	73
Tabel 39. Detailbeeld van effect van de FOI2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))	74
Tabel 40. Detailbeeld van effect van de FOI2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))	74
Tabel 41. Algemeen effect van de volledigheidsscore 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)	85
Tabel 42. Detailbeeld van effect van de jaarlijkse volledigheidsscore vanaf 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)	86
Tabel 43. Algemeen effect van de regeltakenscore in 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)	86
Tabel 44. Detailbeeld van effect van de jaarlijkse regeltakenscore vanaf 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)	86
Tabel 45. Relatie tussen volledigheds- en regeltakenscore in de WBM en de proportionele groei in omvang van de functiegroep (LFS)	87
Tabel 46. Detailbeeld van effect van de volledigheid- en regeltakenscore vanaf 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)	87
Tabel 47. Samenhang volledigheid en regeltaken in WBM over de verschillende metingen heen in z-score	88

Tabel 48. Resultaten relatie volledigheid en regeltaken in WBM over de tijd gezien (absolute aantallen)	88
Tabel 49. Algemeen effect van de organisatietaken in 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)	93
Tabel 50. Algemeen effect van de organisatietaken in 2007 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)	93
Tabel 51. Algemeen effect van de organisatietaken in 2010 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)	93
Tabel 52. Algemeen effect van de organisatietaken in 2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)	93
Tabel 53. Algemeen effect van de organisatietaken in 2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 (LFS en WBM)	93
Tabel 54. Detailbeeld van effect van de MST-score 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)	93
Tabel 55. Detailbeeld van effect van de MST-score 2007 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))	94
Tabel 56. Detailbeeld van effect van de MST-score 2010 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))	95
Tabel 57. Detailbeeld van effect van de MST-score 2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))	95
Tabel 58. Detailbeeld van effect van de MST-score 2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM)	96
Tabel 59. Algemeen effect van de organisatietaken in 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM)	96
Tabel 60. Algemeen effect van de organisatietaken in 2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))	96
Tabel 61. Algemeen effect van de organisatietaken in 2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM)	96
Tabel 62. Detailbeeld van effect van de MST-score 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))	96
Tabel 63. Detailbeeld van effect van de MST-score 2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))	97
Tabel 64. Detailbeeld van effect van de MST-score 2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 zonder kader/directie (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))	98
Tabel 65. Industrie: relatie tussen MST-score en proportionele verandering in functies 2004-19 (LFS) in WBM	98
Tabel 66. Industrie: relatie tussen MST-score en proportionele verandering in functies 2007-2019 (LFS) in WBM	98
Tabel 67. Industrie: relatie tussen MST-score en proportionele verandering in functies 2010-2019 (LFS) in WBM	98
Tabel 68. Industrie: relatie tussen MST-score en proportionele verandering in functies 2013-2019 (LFS) in WBM	98
Tabel 69. Industrie: relatie tussen MST-score en proportionele verandering in functies 2016-2019 (LFS) in WBM	98
Tabel 70. Industrie: detailbeeld van effect van de jaarlijkse MST-score vanaf 2004 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))	99
Tabel 71. Industrie: detailbeeld van effect van de jaarlijkse MST-score vanaf 2007 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))	100

Tabel 72. Industrie: detailbeeld van effect van de jaarlijkse MST-score vanaf 2010 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))	100
Tabel 73. Industrie: detailbeeld van effect van de jaarlijkse MST-score vanaf 2013 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))	101
Tabel 74. Industrie: detailbeeld van effect van de jaarlijkse MST-score vanaf 2016 op de proportionele verandering in omvang functiegroepen in alle jaren tot en met 2019 (LFS en WBM) ((groene cel: significant, $p < 0.05$))	101
Tabel 75. Vergelijking WBM-functies (1-6) en MST-taken, naar meting (resultaten ANOVA, met Tukey HSD-tests) (blauwe vlakken: geen statistisch significant verschil tussen functies; cijfer geeft rangorde aan).	108
Tabel 76. WBM: vergelijking ontwikkeling in vier taken voor zes functiegroepen (toets significantie trend en sterkte)	108
Tabel 77. Ontwikkeling in percentage medewerkers per functiegroep met volledige taken en regeltaken: % personen boven 50% schaalscores volledig en regelen. (WBM: 2004-19)	118
Tabel 78. Vergelijking van effectgroottes proportionele verandering en verklaarde variantie in multilevel-modellen voor FOI, LCI, MST-score) (groene cel: significant, $p < 0.05$; **: $p < 0.10$; n.s. = niet significant)	127
Tabel 79. Vergelijking van effectgroottes proportionele verandering en verklaarde variantie in multilevel-modellen voor FOI, LCI, Organisatie (MST-score) zonder kader of directie (groene cel: significant, $p < 0.05$; **: $p < 0.10$; n.s. = niet significant)	127

Figuren

Figuur 1a-e. Overzicht van de procentuele ontwikkeling in omvang van de verschillende functiegroepen, uitgaande van het referentiejaar (2004, 2007, 2010, 2013, 2016). Data = LFS.	31
Figuur 2. Technologie-situaties zoals beschreven kunnen worden met de WBM voor 2004, 2016 en 2019.	48
Figuur 3. Ontwikkeling van de gemiddelde LCI-scores voor de zes meetmomenten van de WBM (LCI=0 is hoge automatiseerbaarheidskans; LCI=1 is lage automatiseerbaarheidskans; 0,1 = 10%)	49
Figuur 4. Ontwikkeling van de LCI-scores voor de zes functiegroepen voor de zes meetmomenten (LCI=0 is hoge automatiseerbaarheidskans; LCI=1 is lage automatiseerbaarheidskans; 0,1 = 10%)	50
Figuur 5. Interactieve plot van LCI-scores voor functiegroepen en groei na 2004	57
Figuur 6. Interactieve plot van LCI-scores voor functiegroepen en groei na 2007.	58
Figuur 7. Interactieve plot van LCI-scores voor functiegroepen en groei na 2010 (absoluut (x 1000) en proportioneel).	58
Figuur 8. Interactieve plot van LCI-scores voor functiegroepen en groei na 2013 (absoluut (x 1000) en proportioneel).	59
Figuur 9. Interactieve plot van LCI-scores voor functiegroepen in 2004 en uiteindelijke groei in 2019, met absolute en proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2004.	60
Figuur 10. Interactieve plot van LCI-scores voor functiegroepen in 2007 en uiteindelijke groei in 2019, met absolute en proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2004.	60
Figuur 11. Interactieve plot van LCI-scores voor functiegroepen in 2010 en uiteindelijke groei in 2019, met absolute en proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2004.	61
Figuur 12. Interactieve plot van LCI-scores voor functiegroepen in 2013 en uiteindelijke groei in 2019, met absolute en proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2004.	62
Figuur 13. Ontwikkeling van de gemiddelde FOI-scores voor de zes meetmomenten van de WBM (FOI=1 is hoge automatiseerbaarheidskans; FOI=0 is lage automatiseerbaarheidskans)	64
Figuur 14. Ontwikkeling van de gemiddelde FOI-scores per functiegroep voor de zes meetmomenten van WBM (FOI=1 is hoge automatiseerbaarheidskans; FOI=0 is lage automatiseerbaarheidskans; 0,55=55%)	65
Figuur 15. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen en groei na 2004 (cijfers zijn percentages tussen 0 en 1) (absoluut (x 1000) en proportioneel).	75
Figuur 16. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen in 2004 en uiteindelijke groei in 2019, met proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2004.	76
Figuur 17. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen en groei na 2007	77
Figuur 18. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen in 2007 en uiteindelijke groei in 2019, met absolute groei en proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2007.	77
Figuur 19. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen en groei na 2010	78
Figuur 20. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen in 2010 en uiteindelijke groei in 2019, met absolute en proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2010.	79
Figuur 21. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen en groei na 2013	80
Figuur 22. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen in 2013 en uiteindelijke groei in 2019, maar op basis van absolute en proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2013.	80
Figuur 23. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen en groei na 2016	81

Figuur 24. Interactieve plot van FOI-scores voor functiegroepen in 2016 en uiteindelijke groei in 2019, met absolute en proportionele groei per functiegroep ten opzichte van 2016.	82
Figuur 25. Ontwikkeling van de gemiddelde organisatie-scores voor de zes meetmomenten van de WBM (MST-score=0 is hoge automatiseerbaarheidskans)	84
Figuur 26. Ontwikkeling van de organisatie-scores voor de zes functiegroepen voor de zes meetmomenten (MST-score=0 is hoge automatiseerbaarheidskans)	85
Figuur 27. Ontwikkeling in omvang van functiegroepen, start bij volledigheidsscore in 2004.	89
Figuur 28. Ontwikkeling in omvang van functiegroepen in 2004 en 2019, start bij volledigheidsscore in 2004.	90
Figuur 29. Ontwikkeling in omvang van functiegroepen, start bij regeltakenscore in 2004.	90
Figuur 30. Ontwikkeling in omvang van functiegroepen in 2004 en 2019, start bij regeltakenscore in 2004.	91
Figuur 31. Relatie tussen volledigheid en regeltaken voor de functiegroepen over de tijd gezien (2004-19)	91
Figuur 32. Ontwikkeling in positie van functiegroepen op schalen volledigheid en regeltaken op 3 momenten: 2004, 2013 en 2019. Omvang van cirkel geeft grootte van groep weer [x-as = regeltaken]	92
Figuur 33. Industrie: ontwikkeling in omvang van functiegroep startend bij volledigheidsscore in 2004.	101
Figuur 34. Industrie: ontwikkeling in omvang van functiegroep startend bij volledigheidsscore in 2004. Alleen cijfers voor 2004 en 2019 getoond.	102
Figuur 35. Industrie: ontwikkeling in omvang van functiegroep startend bij regeltakenscore in 2004.	102
Figuur 36. Industrie: ontwikkeling in omvang van functiegroep startend bij regeltakenscore in 2004. Alleen cijfers voor 2004 en 2019 getoond.	103
Figuur 37. Industrie: Relatie tussen volledigheid en regeltaken voor de industriële functiegroepen over de tijd gezien (2004-19).	103
Figuur 38. Industrie: Ontwikkeling in positie van functiegroepen op schalen volledigheid en regeltaken op 3 momenten: 2004, 2013 en 2019. Omvang van cirkel geeft grootte van groep weer. [x-as = regeltaken]	104
Figuur 39. WBM – totale populatie: verdeling van functiegroepen op schalen volledigheid en regeltaken (2004-19). (x-as = volledigheid)	112
Figuur 40. WBM – industrie: verdeling van functiegroepen op schalen volledigheid en regeltaken (2004-19). (x-as = volledigheid)	113
Figuur 41. WBM – zakelijke dienstverlening: verdeling van functiegroepen op schalen volledigheid en regeltaken (2004-19). (x-as = volledigheid)	114
Figuur 42. WBM – publieke dienstverlening: Verdeling van functiegroepen op de schalen volledigheid en regeltaken (2004-19). (x-as = volledigheid)	114
Figuur 43. Verdeling opleidingsniveau voor half- of ongeschoolde arbeiders in de WBM (2004-19)	116
Figuur 44. Verdeling opleidingsniveau voor geschoolde arbeiders, technici in de WBM (2004-19)	116
Figuur 45. Verdeling opleidingsniveau voor uitvoerende bedienden in de WBM (2004-19)	116
Figuur 46. Verdeling opleidingsniveau voor zorg- of onderwijsfuncties in de WBM (2004-19)	116
Figuur 47. Verdeling opleidingsniveau voor middenkader of professionals in de WBM (2004-19)	116
Figuur 48. Verdeling opleidingsniveau voor kader of directie in de WBM (2004-19)	116
Figuur 49. Percentage medewerkers met een problematische herstelbehoefte. Vergelijking tussen functiegroepen en tussen 2004 en 2019; 10 en meer medewerkers.	119
Figuur 50. Percentage medewerkers met problematische leermogelijkheden. Vergelijking tussen functiegroepen en tussen 2004 en 2019; 10 en meer medewerkers.	119
Figuur 51. Industrie (10 en meer medewerkers): ontwikkeling in percentage medewerkers in categorie volledig werk + hoog regeltaken: 2004 met 2019 vergeleken.	120
Figuur 52. Zakelijke dienstverlening (10 en meer medewerkers): ontwikkeling in percentage medewerkers in categorie volledig werk + hoog regeltaken: 2004 met 2019 vergeleken.	121
Figuur 53. Publieke dienstverlening (10 en meer medewerkers): ontwikkeling in percentage medewerkers in categorie volledig werk + hoog regeltaken: 2004 met 2019 vergeleken.	121
Figuur 54. Voorbeelden van verbanden tussen technologie en vraag naar arbeid die Autor (2015) in zijn artikel beschrijft.	123

