

Verloren levensjaren als gevolg van sterfte aan Covid-19

*Bram Wouterse
Frederique Ram
Pieter van Baal*



DESIGN PAPER 169

DESIGN PAPERS zijn onderdeel van de **refereed Industry Paper Series**, dat wil zeggen beoordeeld en geaccordeerd door de Netspar Editorial Board. Ze bediscussiëren het ontwerp van (een component van) een pensioensysteem of -product, analyseren de doelstelling en bieden mogelijkheden voor het verbeteren van de doeltreffendheid ervan. Dit type paper is toegankelijk geschreven voor specialisten uit de sector, verantwoordelijk voor het ontwerpen van de besproken component. Design Papers bevatten een sectie waarin de auteurs naar aanleiding van de analyse hun eigen mening geven. Design Papers worden ter bespreking gepresenteerd bij Netspar evenementen, waarbij de panelleden bestaan uit vertegenwoordigers van academici en partners uit de sector, samen met internationale wetenschappers. Netspar Design Papers worden beoordeeld door de Netspar Editorial Board alvorens tot publicatie wordt overgegaan.

Colofon

Netspar Design Paper 169, maart 2021

Editorial Board

Rob Alessie – Rijksuniversiteit Groningen
Mark-Jan Boes – VU Amsterdam
Marijke Colly – MN
Arjen Hussem – PGGM
Bert Kramer – Rijksuniversiteit Groningen & Ortec Finance
Fieke van der Lecq (voorzitter) – VU Amsterdam
Raymond Montizaan – Universiteit Maastricht
Alwin Oerlemans – APG
Martijn Rijnhart – AEGON
Maarten van Rooij – De Nederlandsche Bank
Peter Schotman – Universiteit Maastricht
Koen Vaassen – Achmea
Mieke van Westing – Nationale Nederlanden
Peter Wijn – APG
Jeroen Wirschell – PGGM
Marianne Zweers – a.s.r.

Ontwerp

B-more Design

Vormgeving

Bladvulling, Tilburg

Redactie

Jolanda van den Braak, Nijmegen
Netspar

Design Papers is een uitgave van Netspar. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van de auteur(s).

INHOUD

<i>Samenvatting</i>	4
<i>Summary</i>	5
1. <i>Inleiding</i>	6
2. <i>Sterfte in Nederland tijdens de Covid-19-pandemie in 2020</i>	7
3. <i>Methoden</i>	13
4. <i>Resultaten</i>	21
5. <i>Discussie en conclusie</i>	24
<i>Literatuur</i>	28
<i>Appendix</i>	29

Affiliaties

Bram Wouterse – Erasmus School of Health Policy & Management,
Erasmus Universiteit Rotterdam

Frederique Ram – Erasmus School of Health Policy & Management,
Erasmus Universiteit Rotterdam

Pieter van Baal – Erasmus School of Health Policy & Management,
Erasmus Universiteit Rotterdam

Samenvatting

De Covid-19-pandemie heeft geleid tot een aanzienlijke oversterfte onder de Nederlandse bevolking in 2020. Hoeveel levensjaren verloren zijn gegaan, hangt af van de selectiviteit in deze sterfte. Vooral mensen met een slechte gezondheid en een relatief lage resterende levensverwachting lijken te overlijden aan Covid-19. In dit Design Paper presenteren we schattingen van het aantal verloren levensjaren in Nederland als gevolg van Covid-19. We beperken ons tot de verloren levensjaren van de mensen die aan Covid-19 zijn overleden in 2020. Mogelijke gezondheidsschade van Covid-19 op de lange termijn of van de maatregelen laten we buiten beschouwing. Omdat nog veel onbekend is over de onderliggende gezondheid van de mensen die aan Covid-19 zijn overleden, presenteren we schattingen van de verloren levensjaren in drie scenario's. De scenario's verschillen in de mate waarin de Covid-19-sterfte is geconcentreerd bij mensen met een slechte gezondheid.

Naast schattingen van het aantal verloren levensjaren in deze scenario's presenteren we ook de gevolgen van selectieve sterfte door Covid-19 voor de toekomstige levensverwachting. We concluderen dat het aantal verloren levensjaren als direct gevolg van de Covid-19-sterfte substantieel is, ook in het scenario waarin de sterfte zich sterk concentreert bij mensen met een slechte gezondheid.

De selectieve sterfte als gevolg van Covid-19 in 2020 heeft een beperkt positief effect op de levensverwachting in de nabije toekomst. Dit effect wordt mogelijk tenietgedaan door een hogere toekomstige sterfte als gevolg van gezondheidsschade bij mensen die Covid-19 in 2020 hebben overleefd.

Summary

The Covid-19 pandemic has increased mortality in the Netherlands considerably in 2020. However, it is not clear how many life years are lost due to Covid-19 as this crucially depends on the health of those who died from Covid-19. In particular, people with poor health and a relatively low remaining life expectancy seem to die from Covid-19. In this Design Paper we present estimates of the years of life lost in the Netherlands as a result of deaths due to Covid-19 in 2020. Because much is still unknown about the underlying health of people who died of Covid-19, we present estimates of years of life lost in three scenarios. The scenarios differ in the degree to which Covid-19 mortality is assumed to be concentrated in people in poor health. In addition to estimates of the number of years of life lost in these scenarios, we also present the consequences of this selective mortality from Covid-19 on future life expectancy. We conclude that the number of years of life lost as a direct result of Covid-19 is substantial, even in the scenario where mortality is strongly concentrated in people with poor health. The selective mortality due to Covid-19 in 2020 has a limited positive effect on life expectancy in the nearby future. However, this effect of selective mortality might be outweighed by increased mortality among Covid-19 survivors.

1. Inleiding

De impact van Covid-19 op de sterfte en levensverwachting in Nederland in 2020 is fors. Er is nog weinig bekend over het aantal verloren levensjaren als gevolg van Covid-19 en in hoeverre de Covid-19-epidemie de toekomstige levensverwachting en bevolkingsopbouw beïnvloedt. Dit is echter wel belangrijke informatie, niet alleen voor beleidsmakers op het gebied van de volksgezondheid maar ook voor de overheidsfinanciën en pensioenen. Een belangrijke oorzaak dat er weinig bekend is over verloren levensjaren en toekomstige levensverwachting is de onzekerheid over de rol van risicofactoren en comorbiditeit. Het aantal verloren levensjaren als gevolg van Covid-19 op de levensverwachting hangt af van de gezondheid van de mensen die aan Covid-19 overlijden. Mensen met een slechte gezondheid hebben gemiddeld een lagere resterende levensverwachting dan gezonde mensen. Als vooral mensen in slechte gezondheid overlijden aan Covid-19, dan is het aantal verloren levensjaren beperkt. Deze selectieve sterfte heeft ook een positief effect op de toekomstige levensverwachting, omdat de gemiddelde gezondheid van de resterende bevolking toeneemt. Dit selectie-effect bepaalt samen met andere effecten – zoals gezondheidsschade bij mensen die Covid-19 overleven of gezondheidsschade door uitgestelde zorg – de totale impact van Covid-19 op de toekomstige levensverwachting.

In dit Design Paper maken we schattingen van het aantal verloren levensjaren door Covid-19 en de implicaties daarvan voor de levensverwachting in Nederland. We beperken ons daarbij tot de verloren levensjaren bij mensen die in 2020 aan Covid-19 zijn overleden en tot het effect van selectieve sterfte.

Covid-19 sterfte kan de levensverwachting na 2020 via drie kanalen beïnvloeden:

1. Het eerste kanaal hangt samen met het gegeven dat Covid-19 in 2021 (of zelfs daarna) nog kan rondwaren en dus ook in de komende jaren direct voor extra sterfte zal zorgen. Het effect van mogelijke volgende golven van Covid-19 is voor Nederland geanalyseerd door het Actuarieel Genootschap en het CBS. Dit effect blijft hier verder buiten beschouwing.
2. Het tweede kanaal betreft de mensen die Covid-19 overleefd hebben en daarvan structurele gezondheidsschade hebben opgelopen waardoor hun levensverwachting is gedaald. Hierover is op dit moment nog weinig bekend. Ook dit kanaal laten we buiten beschouwing.
3. Wij richten ons in dit stuk alleen op het laatste kanaal: de selectieve sterfte. Vanwege de onzekerheid over de onderliggende aandoeningen van Covid-19-patiënten presenteren we drie scenario's waarin we de coronasterfte bij een steeds ongezondere groep laten plaatsvinden.

2. Sterfte in Nederland tijdens de Covid-19-pandemie in 2020

2.1 Hoeveel mensen zijn er aan Covid-19 overleden?

Het is best ingewikkeld om vast te stellen hoeveel mensen er tijdens de eerste golf aan Covid-19 zijn overleden. Verschillende manieren van meten geven verschillende antwoorden. Figuur 2.1 laat drie manieren van meten zien. De eerste (groene lijn), gerapporteerd door het RIVM, is het aantal doden waarvan met een laboratoriumtest is vastgelegd dat zij Covid-19 hadden. Dit zijn over heel 2020 in totaal 12.042 mensen. Omdat lang niet iedereen die overlijdt op Covid-19 getest wordt, is dit aantal een onderschatting van het totale aantal coronadoden.

De tweede manier van meten (oranje lijn) is gebaseerd op de doodsoorzaken zoals gepubliceerd door het CBS. Het CBS maakt hiervoor gebruik van gedetailleerde formulieren die artsen na ieder overlijden opstellen.¹ Tijdens de Covid-19-pandemie zijn twee nieuwe WHO-classificatiecategorieën voor doodsoorzaken gecreëerd: vastgestelde Covid-19 en vermoedelijke Covid-19. De data van de doodsoorzaken over heel 2020 zijn nog niet gepubliceerd, maar in de periode tot en met oktober 2020 zijn er volgens deze meetmethode 13.010 mensen aan (vastgestelde of vermoedelijke) Covid-19 overleden – meer personen dus dan door het RIVM op basis van de eerste methode over heel 2020 worden gerapporteerd.

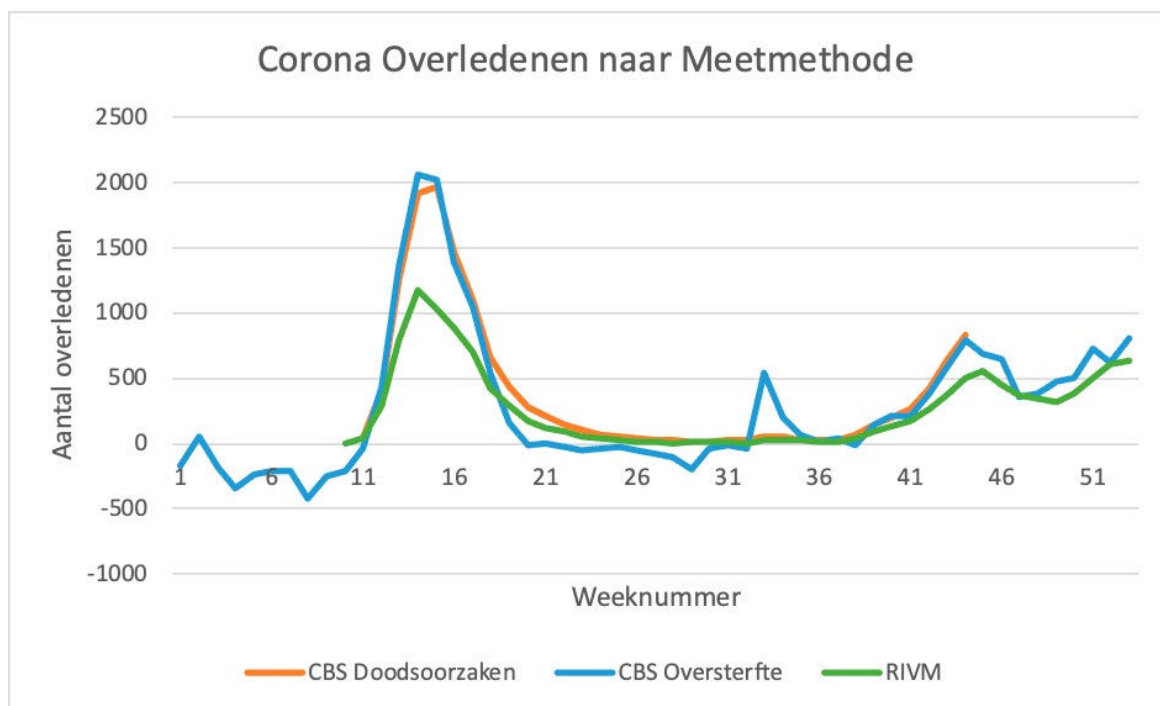
Wij gaan in onze studie uit van een derde manier van meten: de oversterfte (blauwe lijn). Oversterfte is het verschil tussen het aantal sterfgevallen per week in 2020 en het verwachte aantal sterfgevallen. Deze verwachting wordt door het CBS berekend op basis van de waargenomen sterfte in de jaren 2015 tot en met 2019 en de bevolkingsprognose.² Deze methode heeft als voordeel dat hij snel beschikbaar is en niet afhankelijk is van de mogelijk incomplete informatie over de doodsoorzaak. Het nadeel is dat we de *counterfactual* niet zeker weten (hoeveel mensen waren in deze periode in 2020 gestorven als er geen Covid-19 was geweest?). We kunnen die slechts schatten. Bovendien is niet elke extra dode per se een Covid-19-dode. Een deel van de oversterfte kan immers het gevolg zijn van bijvoorbeeld afschaling van de reguliere zorg. Het grotendeels gelijke patroon dat de oranje en de blauwe lijn laten zien, suggereert echter dat de afschaling van de zorg *op korte termijn* niet tot oversterfte heeft geleid.³

1 <https://www.cbs.nl/nl-nl/deelnemers-enquetes/deelnemers-enquetes/decentrale-overheden/decentrale-overheid/doodsoorzaakverklaring/adviezen-cbs-gebruik-van-covid-19-op-doodsoorzaakverklaring--b-formulier>

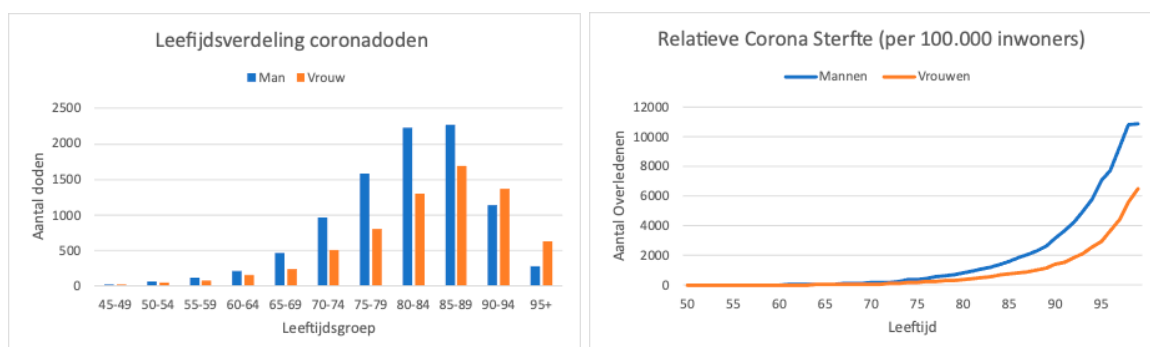
2 <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2020/42/sterfte-neemt-niet-verder-toe/verwachte-sterfte>

3 Dit valt ook te verwachten, aangezien bij de afschaling van zorg medische urgentie als belangrijkste prioriteringscriterium is gehanteerd, zie (NZA, 2020).

Figuur 2.1: Covid-19-sterfte in de eerste golf per week naar meetmethode



Figuur 2.2: Oversterfte naar leeftijd en geslacht



Omdat gedetailleerde informatie over de oversterfte naar leeftijd nog niet beschikbaar is, delen we de oversterfte toe aan leeftijdscategorieën op basis van het leeftijds patroon van de RIVM-cijfers (individuele leeftijden delen we toe met behulp van splines).

De totale oversterfte over 2020 is gelijk aan 14.481, maar kijken we alleen naar de weken waarin er een coronagolf was (week 10 t/m 20 en week 39 t/m 53), dan worden dit 16.308 personen. Een mogelijke verklaring voor dit verschil is dat een deel van de mensen die aan Covid-19 zijn overleden reeds zeer ziek was en daarom, *zonder corona*, op zeer korte termijn alsnog was gestorven. Omdat we dit mechanisme in onze studie al expliciet modelleren door onderliggende ziektes mee te nemen, gaan we uit van de oversterfte in de weken 10 t/m 20 en 39 t/m 53. Figuur 2.2 laat het

aantal Covid-19-doden per leeftijdsgroep zien. In het rechterpaneel zijn deze aantallen omgerekend naar het relatief aantal Covid-19 doden (per 100.000) per leeftijd.

2.2 Wie sterven er aan Covid-19?

Wie sterven er aan Covid-19? Is de sterfte gelijk verdeeld over de bevolking of sterven vooral de mensen die al ziek waren voordat ze Covid-19 kregen? Op basis van het leeftijds patroon van de Covid-19-sterfte valt hier al iets over te zeggen. Spiegelhalter (2020) analyseert Covid-19-sterfte in de maanden maart tot en met juni⁴ en laat zien dat in Engeland het leeftijds patroon van de coronasterfte zo goed als proportioneel is aan dat van de normale sterfte: op een logschaal neemt de Covid-19-sterftekans constant toe per extra levensjaar, net als de gewone sterftekans. Dit houdt in dat Covid-19-sterfte, evenals gewone sterfte, exponentieel toeneemt met de leeftijd. Om een idee te krijgen van de orde van grootte van deze proportionele oversterfte: de aanwezigheid van Covid-19 zorgde ervoor dat mensen *ouder dan 50* blootgesteld werden aan een sterftekans die overeenkomt met de normale sterftekans van iemand van één jaar ouder. Voor jongeren was de toename in sterftekans aanzienlijk lager.

Figuur 2.2 laat ook voor Nederland een exponentieel leeftijds patroon zien voor Covid-19-sterfte onder mannen en vrouwen, min of meer proportioneel aan de normale sterfte. Op elke leeftijd liggen de Covid-19-sterftekansen voor mannen hoger dan die voor vrouwen. Als we leeftijd zien als een (zeer grove) benadering van gezondheid, dan is dit al een aanwijzing dat sterfte door Covid-19 sterk samenhangt met onderliggende gezondheid. We proberen op twee manieren de gezondheid van de mensen die aan Covid-19 zijn overleden beter in beeld te krijgen: door studies naar het ziektebeeld van Covid-19-patiënten en door te kijken naar mensen die in een verpleeghuis aan Covid-19 zijn overleden.

2.2.1 Comorbiditeit

Er zijn inmiddels relatief veel studies gedaan naar de karakteristieken van Covid-19-patiënten. Die studies kijken naar verschillende aspecten. Sommige richten zich op de klinische karakteristieken van de patiënten, andere op onderliggende aandoeningen. Sommige studies kijken naar het risico op ziekenhuisopname, andere naar overlijden. Wij richten ons hier op de relatie tussen onderliggende aandoeningen en overlijden. Wat consistent naar voren komt, is dat mannen, ouderen en mensen met overgewicht, diabetes, longziekten of chronisch hartfalen een hogere kans hebben om

4 De oversterfte in de tweede golf lijkt wereldwijd hetzelfde leeftijds patroon te hebben als in de eerste (Ioannidis, 2021).

Tabel 2.1: Schattingen prevalentie co-morbiditeit bij personen overleden aan Covid-19

	RIVM*	OpenSafely**
Cardiovasculaire aandoeningen	35,7%	34,9%
Diabetes	22,6%	37,4%
Chronische longaandoeningen	21,1%	20,5%
BMI > 30	Niet gerapporteerd	29,8%
Nieraandoeningen/verminderde nierfunctie	9,12%	44,4%

*RIVM-cijfers zijn gebaseerd op 932 Covid-19-overledenen onder de 70 jaar. Deze cijfers zijn geraadpleegd uit het rapport over de epidemiologische situatie van 19 januari 2021.

**De OpenSAFELY-cijfers zijn gebaseerd op 10.926 Covid-19-overledenen van alle leeftijden (hiervan is slechts 17 procent onder de 70 jaar). Voor 9 procent van de sample is geen BMI bekend; het percentage is ten opzichte van het totaal aantal observaties met een bekend BMI.

aan Covid-19 te overlijden (zie bijvoorbeeld (Bhaskaran, 2021) en (Clift AK, 2020)). De steekproef met overleden patiënten is in de meeste studies echter vrij laag, met name in Nederlandse studies. Het aantal patiënten in de studies beperkt zich bijvoorbeeld tot 50 IC-patiënten (Aleva, van Mourik, Broeders, Paling, & de Jager, 2020), 100 in het ziekenhuis opgenomen patiënten (Murk, et al., 2020) en 243 patiënten op de spoedeisende hulp (van den Oever, Raaijmakers, Theunissen, Wijnen-van Houts, & Frenken, 2020). Het respectievelijk aantal overledenen van dertien, twintig en zeventig is te laag om echte patronen te ontdekken.

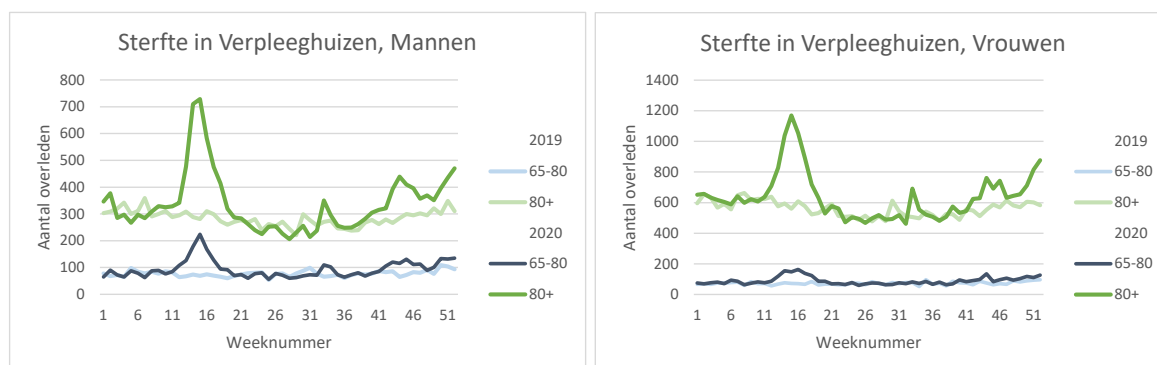
Het RIVM⁵ publiceert de onderliggende aandoeningen van een deel van de officieel geregistreerde Nederlandse Covid-19-overledenen onder de 70 jaar. In dit onderzoek baseren wij onze scenario's op deze percentages. We kunnen die percentages onder de 636 overledenen vergelijken met die van een van de grootste buitenlandse studies onder 10.926 overleden Covid-19-patiënten in Engeland (Williamson, et al., 2020)⁶. De Engelse resultaten zijn afgeleid uit de OpenSAFELY-database, die medische informatie bevat van 40 procent van alle Engelse patiënten.

Tabel 2.1 laat vergelijkbare prevalenties zien van cardiovasculaire- en longaandoeningen, maar de prevalentie van diabetes en nieraandoeningen is in de Engelse studie veel hoger. Het is moeilijk deze verschillen te duiden: de Engelse studie includeert ook mensen boven de 70 en de prevalentie van deze aandoeningen kunnen in Engeland ook afwijken van die in Nederland. Wat dit verschil wel laat zien, is dat er nog behoorlijke onzekerheid is over de onderliggende aandoeningen van

5 <https://www.rivm.nl/coronavirus-covid-19/actueel/wekelijkse-update-epidemiologische-situatie-covid-19-in-nederland>, update van 3 november

6 Er is inmiddels een vervolgstudie verschenen (Bhaskaran, 2021). Hierin worden de prevalenties niet gerapporteerd. Wel komen in de modelschattingen dezelfde risicofactoren naar voren als in de eerdere studie.

Figuur 2.3: Totale sterfte in verpleeghuizen per week in 2019 en 2020 per leeftijdscategorie*



* Monitor Langdurige Zorg: overlijdens per week naar Wlz-gebruik <https://www.monitorlangdurigezorg.nl/publicaties/maatwerk-publicaties/2020/10/09/overlijdens-per-week-naar-wlz-gebruik-2015-2020-week-39> (sector Verpleging en Verzorging)

Covid-19-patiënten. De Engelse studie laat ook zien dat een relatief groot deel van de mensen die aan Covid-19 overlijden overgewicht hebben. Wij nemen overgewicht niet als zelfstandige risicofactor in onze analyse mee, maar dit effect zal sterk gecorreleerd zijn met cardiovasculaire aandoeningen en diabetes.

2.2.2 Sterfte aan Covid-19 in het verpleeghuis

Figuur 2.3 geeft de totale sterfte onder verpleeghuisbewoners weer in 2019 en 2020 per leeftijdsgroep per week. Een groot deel van de mensen die aan Covid-19 zijn overleden, woonde in het verpleeghuis.⁷ Op basis van de doodsoorzaken van CBS is dit bijna 60 procent. Er is een aanzienlijk verschil tussen mannen en vrouwen. Van de mannelijke overledenen ontving ongeveer 50 procent langdurige zorg vanuit de Wet langdurige zorg (Wlz), voor de vrouwen ligt dit rond de 70 procent. In de piekweek van de eerste Covid-19-golf (week 15) had de helft van alle overleden Wlz-zorggebruikers Covid-19 als doodsoorzaak op het certificaat, tegenover ongeveer 30 procent onder de rest van de bevolking.

Het feit dat iemand in het verpleeghuis woont, zegt iets over zijn of haar gezondheid. Verpleeghuiszorg is alleen toegankelijk voor mensen die daar, op basis van hun

7 Door het CBS worden data verstrekt over het totaal aantal Covid-19-doden onder mensen die Wlz-zorg gebruiken. Voor het grootste deel betreft het hier bewoners van verpleeghuizen (of andere vormen van intramurale zorg), maar een deel van de gebruikers zal de zorg thuis of in een woongroep afnemen. In de rest van de tekst gebruiken we verpleeghuisbewoners als term voor de groep als geheel. <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/05/bijna-13-duizend-coronadoden-tot-1-november-2020>

beperkingen en gezondheid, een onafhankelijke indicatie voor hebben gekregen. Van alle indicaties voor een verpleeghuis werd 58 procent afgegeven vanwege een psychogeriatrische aandoening, 34 procent vanwege een somatische aandoening en 7 procent vanwege een lichamelijke handicap.⁸ Verpleeghuisbewoner hebben vaak meerdere aandoeningen en gebruiken relatief veel medische zorg en medicijnen in het jaar voorafgaand aan hun opname (Bakx, Wouterse, van Doorslaer, & Wong, 2020).

8 Op basis van het totaal aantal personen met een indicatie zorg met verblijf voor verpleging en verzorging, op peildatum 2019. Zie mlz.statline.nl

3. Methoden

Om te berekenen hoeveel levensjaren er door Covid-19 verloren zijn gegaan en wat de impact van Covid-19 is op de toekomstige levensverwachting, moeten we weten wie er precies aan Covid-19 overlijden: relatief gezonde of ongezonde mensen? Als door Covid-19 vooral mensen overlijden die ten opzichte van hun leeftijdsgenoten ongezond zijn en een lage levensverwachting hebben, dan is het totale aantal verloren levensjaren kleiner dan wanneer er vooral gezonde mensen overlijden. En als er vooral ongezonde mensen overlijden, dan blijven er *na* Covid-19 meer gezonde mensen over, waardoor de levensverwachting van de 'overgebleven' bevolking stijgt. Om een enigszins oneerbiedige metafoor te gebruiken: Covid-19 schudt in één keer alle rijpe appels uit de boom, waardoor het daarna langer duurt voordat er weer een appel valt.

In dit hoofdstuk werken we de relatie tussen de selectiviteit van de Covid-19-sterfte en de effecten op het aantal verloren levensjaren en de levensverwachting verder uit. In opeenvolgende scenario's laten we de coronasterfte bij een steeds ongezondere groep plaatsvinden.

In paragraaf 3.1 geven we eerst een definitie van de twee centrale uitkomsten die we in onze analyse zullen gebruiken: de (periode-)levensverwachting en het aantal verloren levensjaren. In paragraaf 3.2 laten we vervolgens zien hoe het effect op deze uitkomsten precies samenhangt met de selectiviteit van de coronasterfte. In paragraaf 3.3 beschrijven we drie scenario's die verschillen in de selectiviteit van Covid-19-sterfte.

3.1 Periode-levensverwachting en verloren levensjaren

3.1.1 Periode-levensverwachting

Om het effect van Covid-19 op de levensverwachting te begrijpen, is enige uitleg over de levensverwachting zelf nodig. Allereerst bedoelen wij met levensverwachting de periode-levensverwachting: de gemiddelde leeftijd van overlijden van een imaginair cohort, waarbij de sterftekans op iedere leeftijd gelijk is aan de sterftekans op die leeftijd in de huidige bevolking.

Ofwel, $LV_{a,t}$, de (resterende) periode levensverwachting op leeftijd a in jaar t is gelijk aan:

$$LV_{a,t} = \sum_{j=a}^A [\prod_{k=a}^j (1 - s_{k,t})], \quad (1)$$

waarbij $s_{k,t}$ de sterftekans op leeftijd k in jaar t is.

De levensverwachting bij geboorte voor vrouwen was in 2019 bijvoorbeeld 84 jaar. Dat betekent dat een 0-jarige die gedurende haar hele leven de leeftijdsspecifieke sterftekanzen van de bevolking uit 2019 zou hebben, gemiddeld 84 jaar zou worden. De periode-levensverwachting bij geboorte is dus niet een voorspelling van hoe oud een huidige 0-jarige zal worden. We kunnen immers verwachten dat de sterftekanzen in de toekomst lager zullen zijn dan die in 2019.

De daadwerkelijke levensverwachting van een specifiek geboortecohort heet de cohort-levensverwachting. Voor nog in leven zijnde cohorten observeren we die niet en moeten we die baseren op een voorspelling van de *toekomstige* sterftekanzen.

Omdat de periode-levensverwachting alleen afhangt van de sterftekanzen in het huidige jaar, is die gevoelig voor eenmalige schokken in de sterftekanzen, zoals door Covid-19. De extra sterfte als gevolg van Covid-19 zorgt ervoor dat de leeftijdsspecifieke sterftekanzen voor 2020, $s_{a,2020}$, hoger zijn dan die in 2019. Hierdoor zal de levensverwachting in 2020 eenmalig dalen ten opzichte van die in 2019. Die eenmalige daling zegt echter niets over de invloed van Covid-19 op de langere termijn. Hiervoor moeten we weten welk effect Covid-19 heeft op de sterftekanzen in de jaren na 2020 ($s_{a,2021}, s_{a,2022}, \dots$).

3.1.2 Verloren levensjaren

Het aantal verloren levensjaren is een maat om de gezondheidsimpact van een ziekte te berekenen. De maat meet het aantal levensjaren dat iemand (gemiddeld) nog zou hebben geleefd als hij of zij niet door de ziekte was overleden. Er is een direct verband tussen het aantal verloren levensjaren en de levensverwachting. Voor een ziekte of dodelijke gebeurtenis die mensen volstrekt willekeurig treft, dus ongeacht hun gezondheid (bijvoorbeeld een piano die toevallig op het hoofd van een voorbijganger valt), is het aantal verloren levensjaren gelijk aan de levensverwachting.

Stel:

- $d_{a,t}^c$ is het aantal mensen dat op leeftijd a aan Covid-19 is overleden
- Covid-19 treft *binnen iedere leeftijdsgroep* willekeurig mensen

dan kunnen we het totaal aantal verloren levensjaren (YLL) als volgt berekenen:

$$YLL_t^c = \sum_{a=1}^A d_{a,t}^c LV_{a,t}. \quad (2)$$

De totale gezondheidslast (verloren levensjaren) hangt in dit geval af van de verdeling van de coronadoden over de leeftijden. Voor oudere leeftijden is de resterende levensverwachting $LV_{a,t}$ lager dan voor jongere leeftijden; voor oudere leeftijden gaan er dus minder levensjaren verloren.

Als overlijden door Covid-19 *niet* willekeurig is, maar vooral mensen treft met een relatief slechte gezondheid (en dus een lagere levensverwachting dan hun gezonde leeftijdsgenoten), dan geeft de berekening van het aantal verloren levensjaren op basis van de algemene levensverwachting een overschatting van de gezondheidslast. In dat geval moeten we in plaats van met de algemene levensverwachting rekenen met een gezondheidsspecifieke levensverwachting.

3.2 Het effect van selectieve sterfte op verloren levensjaren en de levensverwachting

3.2.1 Gezondheidsspecifieke levensverwachting

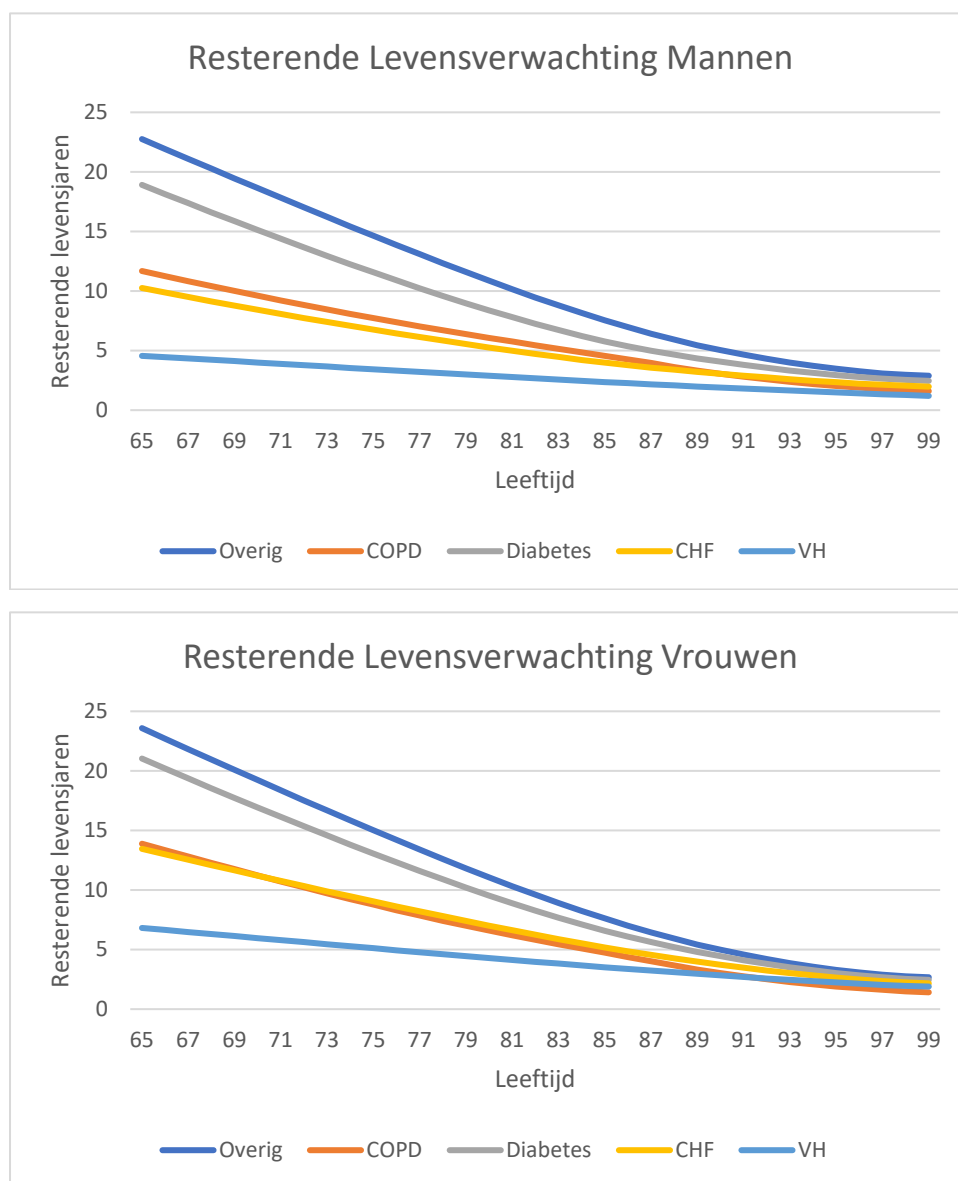
De gezondheidsspecifieke levensverwachting voor mensen in een bepaalde gezondheidstoestand (bijvoorbeeld ziekte) h wordt op dezelfde manier berekend als de periode-levensverwachting voor de gehele bevolking, maar nu op basis van de jaarlijkse sterftekansen $s_{a,t}^h$ voor mensen in gezondheidstoestand h :

$$LV_{a,t}^h = \sum_{j=a}^A [\prod_{k=a}^j (1 - s_{k,t}^h)]. \quad (3)$$

Deze aanpak, gebaseerd op gezondheidsspecifieke sterftetafels, gaat ervan uit dat mensen die eenmaal in gezondheidstoestand h zitten, daar de rest van hun leven in verblijven.

Figuur 3.1 laat de op deze manier berekende levensverwachtingen zien voor verschillende groepen waarvan we uit de medische literatuur weten dat ze gerelateerd zijn aan sterfte door Covid-19: mensen met chronische longaan- doeningen (COPD), diabetes, chronisch hartfalen (CHF) en verpleeghuisbewoners. De figuur geeft ook de levensverwachting voor de overige bevolking (zonder COPD, diabetes of chronisch hartfalen) weer. De algemene sterftekansen voor 2020 (prognose zonder effect van Covid-19) zijn afkomstig van het Actuarieel Genoot- schap (Klein, et al., 2020). De sterftekans voor mensen met verpleeghuisgebruik is berekend op basis van een analyse van (Wouterse, Bak, & Wong, 2020), zie Appendix A. De sterftekansen voor de andere gezondheidsgroepen zijn afkomstig uit

Figuur 3.1: resterende periode-levensverwachting naar leeftijd en geslacht voor verschillende gezondheidsgroepen (CHF: chronisch hartfalen; VH: verpleeghuis)



schattingen zoals gebruikt in het RIVM Chronisch Ziekten Model (Hoogenveen, Boshuizen, Engelfriet, & van Baal, 2017).

De resterende levensverwachting voor mensen met diabetes ligt het dichtst bij die van de gemiddelde bevolking. De levensverwachting voor mensen met COPD of chronisch hartfalen is al een stuk lager dan die voor de algemene bevolking, maar mensen met verpleeghuiszorg hebben duidelijk de laagste levensverwachting. Hoe ouder mensen worden, hoe dichter de resterende levensverwachting van alle groepen bij elkaar komt te liggen.

3.2.2 *Verloren levensjaren en selectieve sterfte*

Met de gezondheidsspecifieke levensverwachtingen kunnen we ook een betere inschatting maken van het effect van de coronasterfte op het aantal verloren levensjaren. Laten we ter illustratie uitgaan van twee gezondheidsgroepen: gezonde mensen (g) en ongezonde mensen (o). Het totaal aantal verloren levensjaren door Covid-19 hangt nu af van $w_{a,t}^o$, het percentage van de coronadoden op leeftijd a dat ongezond is:

$$YLL_t^c = \sum_{a=1}^A d_{a,t}^c [(1 - w_{a,t}^o) LV_{a,t}^g + w_{a,t}^o LV_{a,t}^o]. \quad (4)$$

Hoe selectiever de coronasterfte (hoe groter het percentage $w_{a,t}^o$ van de coronadoden dat ongezond is), hoe lager het totale aantal verloren levensjaren.

3.2.3 *Decompositie van de levensverwachting*

De gezondheidsspecifieke sterftetekansen kunnen we ook gebruiken om de invloed van verschillende gezondheidsgroepen op de algemene levensverwachting te begrijpen. De algemene sterftetekansen uit vergelijking (1) kunnen we uitsplitsen in de kansen voor de verschillende groepen. Laten we weer aannemen dat er twee groepen mensen zijn: gezonde en ongezonde mensen. De sterftekans $s_{a,t}$ op leeftijd a voor de gehele bevolking is dan een gewogen gemiddelde van de sterftetekansen van de gezonde $s_{a,t}^g$ en de ongezonde mensen $s_{a,t}^o$:

$$s_{a,t} = (1 - p_{a,t}^o) s_{a,t}^g + p_{a,t}^o s_{a,t}^o, \quad (5)$$

waarbij $p_{a,t}^o$ het percentage ongezonde mensen is op leeftijd a aan het begin van jaar t (de prevalentie).

De sterftekansen voor de ongezonde mensen zijn op iedere leeftijd hoger dan die voor de gezonde mensen. Hoe *lager* de leeftijdsspecifieke prevalentie van ongezondheid, hoe *hoger* de levensverwachting van de totale bevolking. Dit is het principe achter het effect van selectieve sterfte op de levensverwachting: als door Covid-19 in jaar t vooral ongezonde mensen overlijden, dan daalt in de jaren daarna het percentage ongezonde mensen, waardoor de levensverwachting stijgt. Appendix B geeft prevalenties voor de verschillende aandoeningen en verpleeghuisgebruik weer.

3.3 Scenarioanalyse

We maken verschillende scenario's voor het effect van Covid-19 op het aantal verloren levensjaren en de levensverwachting in 2021. Dit doen we op basis van aannames over de aanwezigheid van onderliggende ziektes bij de mensen die in 2020 aan Covid-19 zijn overleden. Hiervoor gebruiken we de opsplitsing van de leeftijdsspecifieke sterftekans voor de hele bevolking in die voor gezonde en ongezonde mensen uit vergelijking (5). Het idee is: als coronasterfte in 2020 alleen optreedt in een ongezonde groep, dan is het aantal verloren levensjaren lager. Ook neemt dan het aantal ongezonde mensen in 2021 af, waardoor ook het gewicht van deze groep in de levensverwachting van de gehele bevolking daalt.

Een belangrijke versimpelende aanname in onze aanpak is dat de sterftekansen en levensverwachting voor 2021 en 2020 zonder Covid-19 gelijk zouden zijn aan de (pre-corona)-prognose voor 2020 van het Actuarieel Genootschap (AG). Hierdoor kunnen we het directe en langetermijneffect van Covid-19 gemakkelijk laten zien door de scenario's voor de post-corona-levensverwachtingen in 2020 en 2021 te vergelijken met de pre-corona-voorspelling van het AG. Eenzelfde aanname als voor de sterftekansen maken we voor de leeftijdsspecifieke prevalentie van ongezondheid.

$c_{a,2020}$ is het percentage van de mensen op leeftijd a die in de eerste golf in 2020 aan Covid-19 zijn overleden (zie figuur 2.2). De knop waar wij in onze scenario's aan draaien is $w_{a,2020}^o$, het deel van de coronadoden in slechte gezondheid:

- Als $w_{a,2020}^o = 1$, dan vallen alle coronadoden in de ongezonde groep.
- Als $w_{a,2020}^o = 0$, dan vallen alle doden in de gezonde groep
- Als $w_{a,2020}^o = p_{a,2020}^o$, dan zijn de doden gelijkelijk (naar rato van het percentage gezonde en ongezonde mensen) verdeeld.

Op basis van de leeftijdsspecifieke prevalentie van ongezondheid aan het begin van 2020 en de gekozen waarden voor $w_{a,2020}^o$ kunnen we vervolgens de prevalentie van ongezondheid in 2021 bepalen:⁹

$$p_{a,2021}^o = \frac{p_{a,2020}^o - w_{a,2020}^o c_{a,2020}}{1 - c_{a,2020}}. \quad (6)$$

Naarmate we een groter deel van de coronasterfte toeschrijven aan de ongezonde groep, des te lager wordt de prevalentie van de ongezonde groep in 2021. Als we deze lagere prevalentie vervolgens invullen in vergelijking (1) om de levensverwachting voor 2021 te berekenen, dan zien we dat hoe lager de prevalentie van ongezondheid in 2021 is, hoe hoger de levensverwachting voor de bevolking als geheel wordt.

Scenario's

In dit rapport presenteren we schattingen van het aantal verloren levensjaren als gevolg van Covid-19 en de impact van Covid-19 op de levensverwachting in 2021 in drie scenario's:

Scenario 1

In het eerste scenario is de leeftijdsspecifieke kans om te sterven aan corona onafhankelijk van gezondheid. In dat geval is de prevalentie van ongezondheid *na* de Covid-19-epidemie even hoog als *ervoor*. De verloren levensjaren kunnen we in dit geval direct berekenen op basis van de algemene levensverwachting zoals in vergelijking 2. Omdat we aannemen dat de gezondheidsspecifieke sterftetekansen voor en na Covid-19 ook constant zijn, betekent dit dat de levensverwachting in 2021 in dit scenario gelijk is aan de pre-corona-voorspelling voor 2020.

Scenario 2

In het tweede scenario gaan we uit van de fracties f^h van het percentage coronadoden met onderliggende aandoening h zoals gerapporteerd door het RIVM (tabel 2.1). We gaan ervan uit dat 21,1 procent van de coronadoden op iedere leeftijd COPD heeft, diabetes bij 22,6 procent voorkomt en dat 35,7 procent chronisch

⁹ Dit is een benadering van de prevalentie. De daadwerkelijke prevalentie op leeftijd a in 2021 is de prevalentie op leeftijd $a-1$ *na* corona in 2020, verdisconteerd met de gezondheidsspecifieke sterfte en incidentie (kans om van gezond op leeftijd $a-1$ naar ongezond op leeftijd a te gaan).

hartfalen heeft. We hanteren dus constante gewichten per leeftijd: $w_{a,2020}^h = f^h$. Appendix C geeft details voor de berekeningen van het aantal verloren levensjaren en de levensverwachting in 2021 in dit scenario.

Scenario 3

In het derde scenario nemen we ook de selectieve sterfte in de verpleeghuizen mee. Een groot deel van de coronasterfte heeft plaatsgevonden onder verpleeghuisbewoners (zie figuur 2.3). Zoals figuur 3.1 laat zien, vormen deze mensen een specifieke groep met veelal co-morbiditeit van wie de levensverwachting lager is dan voor elk van de drie ziekten die wij bekijken. Appendix D geeft de details van de berekeningen.

4. Resultaten

4.1 Verloren levensjaren

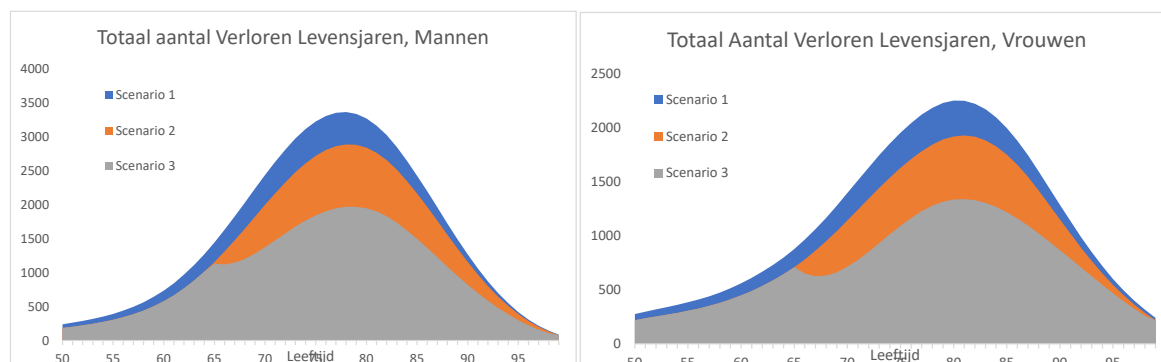
Tabel 4.1 geeft per scenario weer hoeveel levensjaren er in totaal en gemiddeld per overledene verloren zijn gegaan door Covid-19 in 2020. Logischerwijs zijn de verloren levensjaren lager in de scenario's met de meeste selectieve sterfte. In scenario 1, waarbij we veronderstellen dat de Covid-19-sterfte willekeurig plaatsvindt binnen de bevolking, is het gemiddeld aantal verloren levensjaren per overledene gelijk aan 8,8 voor mannen en 8,7 voor vrouwen. Het RIVM komt voor de eerste golf op een vergelijkbaar gemiddelde uit¹⁰. Wanneer we rekening houden met de onderliggende aandoeningen van mensen die aan Covid-19 overlijden, komen we op aanzienlijk lagere getallen uit: in scenario 2 is het gemiddelde aantal verloren levensjaren voor mannen gelijk aan 7,4 jaar in scenario 2 en 5,5 in scenario 3. Voor vrouwen zien we een vergelijkbaar patroon. Zelfs in het meest selectieve scenario is het gemiddelde aantal verloren levensjaren substantieel (5,5 jaar per overledene).

Figuur 4.1 laat het leeftijdspatroon van het totale aantal verloren levensjaren in ieder scenario zien. Voor elke leeftijd is het totale aantal verloren levensjaren het hoogst in scenario 1, gevolgd door scenario 2 en 3. Op zeer hoge leeftijd komen de

Tabel 4.1: Totaal en gemiddeld aantal verloren levensjaren door Covid-19

	Mannen (totaal/gemiddeld)		Vrouwen (totaal/gemiddeld)	
Scenario 1	81,947	8,76	59,723	8,69
Scenario 2	69,589	7,44	50,592	7,36
Scenario 3	51,668	5,52	38,071	5,54

Figuur 4.1: Totaal aantal verloren levensjaren door Covid-19 per leeftijd per scenario



Het totaal aantal verloren levensjaren is berekend door voor elke leeftijdscategorie het aantal doden te vermenigvuldigen met de resterende levensverwachting in het betreffende scenario.

10 <https://www.volksgezondheidtoekomstverkenning.nl/magazine#gezondheid>

Tabel 4.2: Totaal aantal overledenen aan Covid-19 en verloren levensjaren in scenario 3, uitgesplitst naar onderliggende aandoening (CHF = chronisch hartfalen)

	Totaal	Verpleeghuis	COPD	Diabetes	CHF	Overig
Aantal overleden	16.792*	9.322	1.459	2.131	2.466	1.414
Verloren levensjaren	89.739	28.576	10.396	16.498	16.377	17.892

*Dit totaal wijkt iets van het in 2.1 gerapporteerde totaal. Dit is het gevolg van de toedeling van Covid-19 sterfte aan individuele leeftijdsgroepen met behulp van splines.

verloren levensjaren steeds dichter bij elkaar te liggen. We gaan ervan uit dat mensen pas vanaf 65 jaar verpleeghuiszorg gebruiken, waardoor scenario 2 en 3 op leeftijd 50 tot en met 64 aan elkaar gelijk zijn. De leeftijdsverdeling van mannen en vrouwen verschilt, wat in lijn is met het leeftijdspatroon van de sterfgevallen zoals weergegeven in het linker paneel van Figuur 2.2.

Zoals beschreven houden we in scenario 3 rekening met onderliggende aandoeningen en met het gebruik van verpleeghuiszorg. Om inzichtelijk te krijgen hoe *binnen dit scenario* het totale aantal verloren levensjaren afhangt van deze verschillende groepen, splitsen we in Tabel 4.2 het totale aantal verloren levensjaren in scenario 3 uit per groep.

4.2 Effecten op de levensverwachting

Tabel 4.3 geeft drie verschillende levensverwachtingen weer:

1. in 2020 zonder Covid-19 mee te nemen
2. in 2020 gegeven de oversterfte die Covid-19 in 2020 veroorzaakt¹¹
3. in 2021 gegeven de selectiviteit van de Covid-19 sterfte.

De pre-Covid-19-levensverwachting is gebaseerd op de voorspelde (pre-corona) sterftekansen van het AG voor 2020.¹² Covid-19 zorgt ervoor dat de levensverwachting in 2020 ongeveer 0,9 jaar (325 dagen) lager is voor mannen en 0,7 jaar (237 dagen) voor vrouwen.¹³ De selectieve Covid-19-sterfte leidt slechts tot kleine toenames in de levensverwachting voor 2021. In scenario 3 neemt de levensverwachting voor mannen

¹¹ De daadwerkelijke levensverwachting voor 2020 inclusief de overledenen aan Covid-19 is berekend door bij de (pre-corona) leeftijdsspecifieke sterftekansen voor 2020 zoals berekend door het AG de leeftijdsspecifieke sterfte(kans) aan Covid-19 op te tellen.

¹² https://www.ag-ai.nl/view.php?Pagina_Id=998

¹³ Het CBS komt op basis van de feitelijke totale sterfte in 2020 op vergelijkbare getallen. Zie <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2021/04/bijna-169-duizend-mensen-overleden-in-2020-10-procent-meer-dan-verwacht>

Tabel 4.3: Resterende levensverwachting

	Bij geboorte (M/V)		Op 65 jaar (M/V)	
2020 – pre-Covid-19	80,51	83,70	18,82	21,43
2020 – Covid-19	79,62	83,05	17,92	20,80
2021 – Scenario 2	80,58	83,73	18,89	21,46
2021 – Scenario 3	80,64	83,77	18,96	21,54

Deze tabel geeft de resterende levensverwachting in jaren weer bij geboorte en op 65-jarige leeftijd. Het pre-Covid-19 scenario is afgeleid van de sterftekansen van de prognosetafel 2020 van het AG. De andere levensverwachtingen zijn berekend zoals beschreven in Sectie 3.2.

met 0,13 jaar toe. Dit is ongeveer 47 dagen. Voor vrouwen neemt de levensverwachting in scenario 3 toe met 0,11 jaar: ongeveer 40 dagen.

5. Discussie en conclusie

In dit Design Paper zijn schattingen gepresenteerd van het aantal verloren levensjaren als gevolg van de sterfte aan Covid-19 in 2020 op basis van verschillende scenario's. De resultaten suggereren dat, ook wanneer de sterfte zich concentreert bij mensen met een slechtere gezondheid, het gemiddeld aantal verloren levensjaren per Covid-19-sterfgeval substantieel is. De selectieve sterfte heeft een klein positief effect op de levensverwachting in de jaren na de Covid-19-pandemie.

Dit is de eerste studie die verloren levensjaren presenteert als gevolg van Covid-19 in Nederland en daarbij rekening houdt met de gezondheidstoestand van de diegenen die zijn overleden. Een eerdere studie door het RIVM, waarin schattingen zijn gepresenteerd van het aantal verloren levensjaren als gevolg van de eerste Covid-19-golf ging uit van de algemene levensverwachting. De onderzoekers kwamen uit op ongeveer 9,5 verloren levensjaren per Covid-19-sterfgeval. Dit is vergelijkbaar met onze inschatting van ongeveer 9 jaar in scenario 1. Rekening houdend met de gezondheidstoestand van de Covid-19 stergevallen komen wij tot schattingen die ongeveer één derde lager zijn in het scenario met de meest selectieve sterfte (5,5 jaar). In de maatschappelijke discussie heerst soms het beeld dat de mensen die aan Covid-19 overlijden allemaal toch al op het punt van omvallen staan ('dor hout'). Onze resultaten suggereren dat zelfs als de sterfte selectief is, er toch nog behoorlijk wat levensjaren per coronadode verloren gaan.

Het totale aantal levensjaren dat door de Covid-19-sterfte in 2020 verloren is gegaan, ligt tussen de 142.000 (scenario 1) en 90.000 (scenario 3). Het RIVM¹⁴ berekent de jaarlijkse ziektelast voor alle belangrijke aandoeningen. Daarbij hanteert het een methode gebaseerd op de algemene levensverwachting, vergelijkbaar met wat wij doen voor Covid-19 in scenario 1. In normale jaren staat longkanker daarbij op één met bijna 160.000 verloren levensjaren. Op de tweede plek staat dementie met 106.000 verloren levensjaren en op drie staan coronaire hartziekten met bijna 91.000 verloren levensjaren. Covid-19 sterfte was in 2020 dus een van de grootste veroorzakers van ziektelast. Het totale aantal verloren levensjaren is ongeveer 10 keer zo hoog als dat van een gemiddelde griepgolf (RIVM).

Er is ook relatief weinig gepubliceerd over de impact van Covid-19 op toekomstige levensverwachting. Het Actuarieel Genootschap heeft het effect van Covid-19 nog niet meegenomen in de prognosetafel voor 2020 (Klein, et al., 2020). Wel presenteert het een aantal gevoeligheidsanalyses, waarbij de huidige geobserveerde sterfte

14 Op basis van getallen voor 2018, zie www.volksgezondheidenzorg.info

vergeleken wordt met de eigen prognoses. Deze scenario's gaan echter over de effecten van mogelijk nieuwe uitbraken van Covid-19 in de komende jaren, niet over het selectie-effect dat wij onderzoeken. Het RIVM laat zich in de Corona-VTV (RIVM, Volksgezondheidenzorg.info, 2020) alleen kwalitatief uit en beargumenteert dat het langetermijneffect klein en waarschijnlijk verwaarloosbaar is. Dat de langetermijntrend van de levensverwachting ongewijzigd blijft, zegt echter niet dat de levensverwachting op de kortere termijn (2021, 2022) niet beïnvloed wordt. Dit is relevant voor de te verwachten AOW- en pensioenuitkeringen in de komende jaren.

Wij beperken ons in deze studie tot het kortetermijneffect van één specifiek kanaal, namelijk het gevolg van oversterfte bij relatief zieke groepen. We vinden dat in het meest selectieve scenario de Covid-19-sterfte in 2020 een beperkte positieve invloed heeft op de levensverwachting in 2021 van 47 dagen voor mannen en 40 voor vrouwen. De invloed van selectieve sterfte in 2020 op de toekomstige levensverwachting is dus niet heel groot. Dit kleine effect wordt mogelijk ook nog tenietgedaan door een hogere toekomstige sterfte als gevolg van gezondheidsschade bij mensen die Covid-19 in 2020 hebben overleefd.

Selectieve sterfte is maar één van de kanalen waardoor de Covid-19-pandemie in 2020 de toekomstige levensverwachting kan beïnvloeden. Een tweede kanaal is dat Covid-19-patiënten die de ziekte overleven mogelijk langetermijnschade aan hun gezondheid oplopen. Er is op dit moment nog onvoldoende bekend over deze schade om een effect op de toekomstige sterfte in te schatten (zie bijvoorbeeld ook de Corona-VTV van het RIVM¹⁵). Een derde kanaal is dat het afschalen van de reguliere zorg tijdens de pandemie tot hogere sterfte leidt. De omvang van de afgeschaalde zorg wordt door verschillende instituten en onderzoekers onderzocht, maar ook hier bestaat nog veel onzekerheid over de langetermijngevolgen. Het RIVM beperkt zich bij het inschatten van de verloren gezondheid door het afschalen van zorg bijvoorbeeld tot een selectie van ziekenhuisopnames waarvan de gezondheidseffecten relatief goed in beeld zijn (iets wat bij lange na niet voor alle zorg geldt). Het gaat dan vooral om zaken als staar-, heup- en knieoperaties, waarvan uitstel weliswaar tot gezondheidsverlies leidt maar niet tot veel extra sterfte. Het CBS maakt in de nieuwe bevolkingsprognose¹⁶ wel een inschatting van het totaaleffect van Covid-19 op de levensverwachting op de korte termijn. Deze prognose van de levensverwachting is nagenoeg gelijk aan die van 2019. Het CBS gaat er dus (impliciet) van uit dat de

15 <https://www.volksgezondheidtoekomstverkenning.nl/magazine#gezondheid>

16 <https://www.cbs.nl/nl-nl/nieuws/2020/51/prognose-bevolking-blijft-komende-50-jaar-groeien>

positieve en negatieve effecten van de Covid-19-epidemie op de levensverwachting zich min of meer uitmiddelen.

Om tot de schattingen van het aantal verloren levensjaren te komen, hebben we enkele cruciale aannames moeten maken. Dit betreft zowel aannames over het aantal doden door Covid-19 en hun onderliggende gezondheidstoestand als enkele aannames over de resterende levensverwachting van de verschillende groepen. Allereerst hebben we de 'oversterfte' in de Covid-19-perioden in 2020 gebruikt als definitie voor Covid-19 sterfte. De reden hiervoor was voornamelijk pragmatisch, omdat op dit moment (februari 2021) data omtrent Covid-19 sterfte volgens de doodsoorzakende-definitie nog niet voorhanden is voor heel 2020. Voor de eerste golf is het aantal Covid-19-doden volgens de oversterftedefinitie behoorlijk in lijn met de doodsoorzaken-definitie, wat vertrouwen geeft in deze definitie. Echter, door alleen naar de weken met positieve oversterfte te kijken, hebben we mogelijk de selectiviteit van de sterfte onderschat: tussen de eerste en tweede golf was de sterfte wat lager dan voorspeld, wat mogelijk is veroorzaakt doordat sommige coronadoden slechts enkele weken later wellicht toch wel waren overleden.

Ook hebben we aannames moeten maken over de exacte leeftijds patronen van de coronadoden omdat gedetailleerde gegevens hierover nog ontbreken. Met betrekking tot de resterende levensverwachting voor mensen met diabetes, COPD en CHF hebben we gebruikgemaakt van schattingen uit het RIVM Chronisch Ziekten Model (Hoogenveen, Boshuizen, Engelfriet, & van Baal, 2017). Hierbij is het uitgangspunt het verschil in sterfte tussen mensen met en zonder een bepaalde ziekte – wat niet gelijk is aan de sterfte aan die ziekte (Engelfriet, P. M., Hoogenveen, R. T., Boshuizen, H. C., & van Baal, P. H. (2011). De geobserveerde hogere sterfte onder mensen met diabetes wordt bijvoorbeeld mede veroorzaakt door het feit dat zij vaker obesitas hebben en een hoger risico hebben op hart- en vaatziekten. Hoewel de schattingen van resterende levensverwachting rekening houden met comorbiditeit zijn het nog steeds groepsgemiddelden. Als binnen deze groepen ook de relatief ongezondere mensen zijn overleden, zijn onze schattingen van het aantal verloren levensjaren, zelfs in het meest selecte scenario, een overschatting.

De schattingen in dit Design Paper moeten gezien worden als een ruwe eerste inschatting van het effect van de Covid-19-sterfte in 2020 op de volksgezondheid. Meer onderzoek is nodig om deze schattingen te verbeteren. De belangrijkste volgende stap zou zijn om, zodra meer gedetailleerde data op individueel beschikbaar komen, beter in kaart te brengen wat de onderliggende gezondheidsproblemen zijn van de coronadoden. Zo blijkt uit onderzoek op basis van populatiedata in Engeland dat een grote set aan ziektes en achtergrondkenmerken een voorspellende waarde

heeft voor Covid-sterfte (Clift AK, 2020). In principe zou het mogelijk moeten zijn om met de in Nederland beschikbare microdata op individueel niveau de onderliggende aandoeningen, en daarmee de verloren levensjaren, in kaart te brengen. Hiermee kan ook een beter beeld worden verkregen van de kwaliteit van leven van deze groep en het aantal verloren *gezonde* jaren. Meer gedetailleerde data op individueel niveau maakt het ook mogelijk om de sterfterisico's van Covid-19 op de langere termijn te schatten, de clustering van sterfte binnen huishoudens, families en locaties (verpleeghuizen) in kaart te brengen, en te analyseren in hoeverre Covid-19-sterfte de sociaaleconomische verschillen heeft vergroot.

Covid-19 is een nieuwe ziekte en hoewel er voortdurend nieuwe inzichten komen, is veel nog onbekend. Dit maakt dat het voeren van beleid sturen in de mist blijft. In deze studie hebben wij geprobeerd een bijdrage te leveren aan het opklaren van de mist, door voor het eerst schattingen te presenteren van het aantal verloren levensjaren door Covid-19-sterfte in 2020 en het effect hiervan op de levensverwachting in de nabije toekomst. Onze studie laat zien dat, in tegenstelling tot wat soms wordt verondersteld, het aantal levensjaren dat door Covid-19 verloren is gegaan aanzienlijk kan zijn: zelfs in ons meest voorzichtige scenario gaan er per coronadode zo'n 5,5 levensjaren verloren. Het effect op de toekomstige levensverwachting is niet nihil, maar wel zeer beperkt. Dit is belangrijke informatie voor pensioenfondsen maar ook voor evaluaties van het Covid-19-beleid. Onze schattingen zijn dan ook relevante input voor kosten-batenanalyses (Themanummer Lockdown, 2020).

Literatuur

- Aleva, F., van Mourik, F., Broeders, B., Paling, A., & de Jager, C. (2020). COVID-19 in critically ill patients in North Brabant, the Netherlands: Patient characteristics and outcomes. *Journal of Critical Care*(60), 111–115.
- Bakx, P., Wouterse, B., van Doorslaer, E., & Wong, A. (2020). Effects of nursing home eligibility on costs, hospitalizations and survival. *Journal of Health Economics*, 102354.
- Bhaskaran, K. B. (2021). Factors associated with deaths due to COVID-19 versus other causes: population-based cohort analysis of UK primary care data and linked national death registrations within the OpenSAFELY platform. *medRxiv*.
- Clift AK, C. C.-O. (2020). Living risk prediction algorithm (QCOVID) for risk of hospital admission and mortality from coronavirus 19 in adults: national derivation and validation cohort study. *BMJ*, 371.
- Engelfriet, P. M., Hoogenveen, R. T., Boshuizen, H. C., & van Baal, P. H. (2011). To die with or from heart failure: a difference that counts: is heart failure underrepresented in national mortality statistics?. *European journal of heart failure*, 13(4), 377–383.
- Hoogenveen, R., Boshuizen, H., Engelfriet, P., & van Baal, P. (2017). You only die once: accounting for Multi-Attributable mortality risks in Multi-Disease models for Health-Economic analyses. *Medical Decision Making*, 37(4), 403–414.
- Ioannidis, J. P.-I. (2021). Second versus first wave of COVID-19 deaths: shifts in age distribution and in nursing home fatalities. *Environmental Research*.
- Klein, M., van Berkum, F., Cuijpers, F., Tornij, J., Tol, J., ter Veer, B., . . . Wittekoek, K. (2020). *Prognosetafel AG 2020*. Koninklijk Actuarieel Genootschap.
- Murk, J., van de Biggelaar, R., Stohr, J., Verweij, J., Buiting, A., Wittens, S., . . . van Oers, J. (2020). De eerste honderd opgenomen COVID-19-patiënten in het Elisabeth-Tweesteden Ziekenhuis. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*.
- NZa. (2020). *Urgentielijst medisch-specialistische zorg, 29 mei*.
- RIVM. (2020). Opgehaald van <https://www.volksgezondheidtoekomstverkenning.nl/magazine#gezondheid>
- RIVM. (2020). *Impact van de eerste Covid-19 golf op de reguliere zorg en gezondheid*. Bilthoven.
- RIVM. (2020). *Volksgezondheidszorg.info*. Opgehaald op 30 november 2020 van www.volksgezondheidszorg.info
- Spiegelhalter, D. (2020). Use of "normal" risk to improve understanding and dangers of covid-19. *British Medical Journal*, 370.
- Stoeldraijer, L. (2020). De invloed van corona op onze levensverwachting. *CBS*.
- Themanummer Lockdown. (2020, november 12). *ESB*, 105(4791).
- van den Oever, W., Raaijmakers, V., Theunissen, A., Wijnen-van Houts, M., & Frenken, J. (2020). Risicofactoren voor een ernstig beloop van COVID-19. *Huisarts Wet*(63), 12–16.
- Williamson, E., Walker, A., Bhaskaran, K., Bacon, S., Bates, C., & Morton, C. (2020). Factors associated with COVID-19-related death using OpenSAFELY. *Nature*(584), 430–436.
- Wouterse, B., Bak, P., & Wong, A. (2020). Measuring nursing home performance using administrative data. *Submitted*.

Appendix

A: Sterftekansen voor mensen in een verpleeghuis

De sterftekansen voor mensen in een verpleeghuis baseren we op de studie van Wouterse et al. (2020). In die studie wordt een duurmodel geschat voor overlijden vanaf het moment van opname in het verpleeghuis. Het model is geschat op basis van cliënten die in de periode 2010–2013 zijn opgenomen voor zorgzwaartepakketten 4 t/m 8. Cliënten die werden opgenomen voor lichte zorg (zorgzwaartepakketten 1 t/m 3, afgeschaft in 2015), revalidatiezorg of palliatieve zorg zijn geëxcludeerd. De sterftekans wordt gemodelleerd met behulp van een *mixed effects proportional hazard*-model. De *baseline hazard* is gemodelleerd met een Weibull-functie en de geïnccludeerde covariaten zijn leeftijd, leeftijd in het kwadraat, geslacht, zorgzwaartepakket, grondslag, kalenderjaar, ziekenhuisgebruik voorafgaand aan opname en een indicator voor comorbiditeit. Ook zijn in het model *random effects* op verpleeghuisniveau opgenomen.

Met de geschatte parameters uit het model berekenen we per geslacht en per leeftijd de resterende levensverwachting. De waarden van de overige covariaten zetten we op de populatiegemiddelden, zoals door Wouterse et al. (2020) gerapporteerd. Het kalenderjaar zetten we op 2013. De zo geschatte repeterende levensverwachtingen per leeftijd worden gerapporteerd in figuur 3.1. Op basis van het volgende verband tussen levensverwachting en sterftekans worden deze omgerekend naar jaarlijkse sterftekansen per leeftijd:

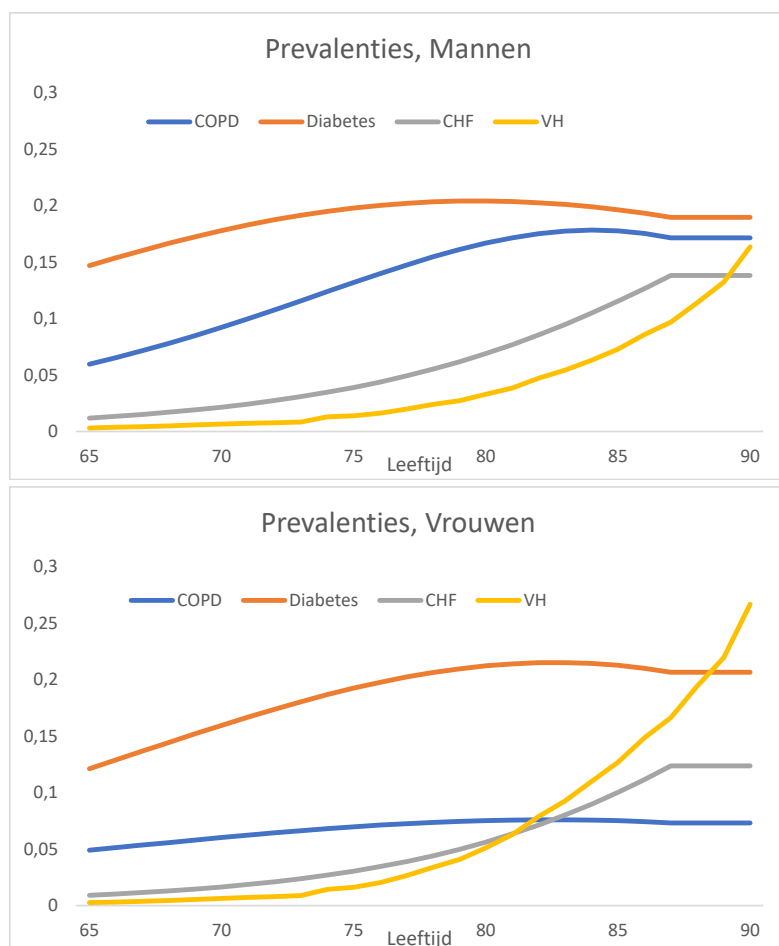
$$LV_a = 0.5s_a + (1-s_a)(1+LV_{a+1}).$$

B: prevalenties

Figuur B laat de prevalenties zien. Voor verpleeghuizen is dit gebaseerd op het totaal aantal Wlz-gebruikers voor verpleging en verzorging voor elke leveringsvorm (zowel zorg in verpleeghuizen als thuiszorg).¹⁷ De prevalenties voor COPD, diabetes en CHF komen uit het Chronisch Ziekten Model (Hoogenveen, Boshuizen, Engelfriet, & van Baal, 2017) en de prevalentie van verpleeghuiszorggebruik is afkomstig van CBS.

Alle prevalenties zijn gedefinieerd over de totale bevolking. Diabetes komt bij zowel mannen als vrouwen het meest voor. Er zit een relatief groot verschil tussen de prevalentie van verpleeghuiszorg bij mannen en vrouwen: op 90-jarige leeftijd is de prevalentie onder mannen 10 procent hoger dan onder vrouwen. Het feit dat er in Nederland meer vrouwen dan mannen in verpleeghuizen wonen, komt doordat er op hogere leeftijd meer vrouwen dan mannen zijn.

Figuur B: prevalenties naar leeftijd en geslacht



¹⁷ Statline: personen met gebruik Wlz-zorg in natura; leveringsvorm, zzp/zorgvorm, regio (<https://mlzopendata.cbs.nl/#/MLZ/nl/dataset/40075NED/table?ts=1603707835656>)

C: Details berekeningen scenario 2

Het aantal verloren levensjaren door Covid-19 in scenario 2 berekenen we als volgt:¹⁸

$$YLL_{2020}^c = \sum_{a=1}^A d_{a,2020}^c [(1 - f^{copd} - f^{diab} - f^{chf}) LV_{a,2019}^g + f^{copd} LV_{a,2019}^{copd} + f^{diab} LV_{a,2019}^{diab} + f^{chf} LV_{a,2019}^{chf}]. \quad (7)$$

Het effect op de levensverwachting in 2021 bepalen we door eerst de prevalentie van iedere ziekte te updaten met vergelijking (6):

$$p_{a,2021}^h = \frac{p_{a,2019}^h - f^h c_{a,2020}}{1 - c_{a,2020}},$$

met $h = copd, diab, chf$.

Deze geüpdatete prevalenties geven de algemene sterftekans in 2021 op basis van vergelijking (5):

$$s_{a,2021} = (1 - p_{a,2021}^{copd} - p_{a,2021}^{diab} - p_{a,2021}^{chf}) s_{a,2019}^g + p_{a,2021}^{copd} s_{a,2019}^{copd} + p_{a,2021}^{diab} s_{a,2019}^{diab} + p_{a,2021}^{chf} s_{a,2019}^{chf}.$$

Deze sterftekansen pluggen we tot slot in vergelijking (1) om de algemene levensverwachting te berekenen. Omdat we de gezondheidsspecifieke sterftekansen constant houden, komt het resulterende verschil tussen de levensverwachting voor 2021 en de pre-corona-prognose voor 2020 alleen voort uit de afgenomen prevalentie van COPD, diabetes en CHF door de selectieve oversterfte in deze groep.

18 De sterftekansen $s_{a,2019}^g$ voor gezonde mensen, die we nodig hebben voor de levensverwachting $LV_{a,2019}^g$, berekenen we door het oplossen van de volgende vergelijking:

$$s_{a,2019} = (1 - p_{a,2019}^{copd} - p_{a,2019}^{diab} - p_{a,2019}^{chf}) s_{a,2019}^g + p_{a,2019}^{copd} s_{a,2019}^{copd} + p_{a,2019}^{diab} s_{a,2019}^{diab} + p_{a,2019}^{chf} s_{a,2019}^{chf}$$

D: details berekeningen scenario 3

De leeftijdsspecifieke percentages coronadoden die in een verpleeghuis woonden (w_a^v) baseren we op figuur 2.3. De gewichten voor de andere ziekten bepalen we door de resterende coronadoden naar rato van de gewichten uit tabel 2.1 aan bepaalde ziekten toe te kennen:

$$w_a^h = f_h(1 - w_a^v).$$

Het aantal verloren levensjaren bepalen we vervolgens door:

$$YLL_{2020}^c = \sum_{a=1}^A d_{a,2020}^c [(1 - w_a^{copd} - w_a^{diab} - w_a^{chf} - w_a^v) LV_{a,2019}^g + w_a^{copd} LV_{a,2019}^{copd} + w_a^{diab} LV_{a,2019}^{diab} + w_a^{chf} LV_{a,2019}^{chf} + w_a^v LV_{a,2019}^v].$$

Op eenzelfde wijze updaten we de prevalenties voor 2021 op basis van de selectieve oversterfte en berekenen we de sterftekansen als:¹⁹

$$s_{a,2021} = (1 - p_{a,2021}^{copd} - p_{a,2021}^{diab} - p_{a,2021}^{chf} - p_{a,2021}^v) s_{a,2019}^g + p_{a,2021}^{copd} s_{a,2019}^{copd} + p_{a,2021}^{diab} s_{a,2019}^{diab} + p_{a,2021}^{chf} s_{a,2019}^{chf} + p_{a,2021}^v s_{a,2019}^v.$$

19 De sterftekansen voor de gezonde bevolking $s_{a,2019}^g$ berekenen we hier opnieuw op dezelfde wijze als in voetnoot 9, maar nu houden we ook rekening met de specifieke sterfte voor verpleeghuisbewoners. De prevalenties $p_{a,t}^h$ voor COPD, diabetes en CHF zijn hier het aantal mensen met ziekte h buiten het verpleeghuis als percentage van de totale bevolking.

OVERZICHT UITGAVEN IN DE DESIGN PAPER SERIE

- 1 Naar een nieuw pensioencontract (2011)
Lans Bovenberg en Casper van Ewijk
- 2 Langlevenrisico in collectieve pensioencontracten (2011)
Anja De Waegenaere, Alexander Paulis en Job Stigter
- 3 Bouwstenen voor nieuwe pensioencontracten en uitdagingen voor het toezicht daarop (2011)
Theo Nijman en Lans Bovenberg
- 4 European supervision of pension funds: purpose, scope and design (2011)
Niels Kortleve, Wilfried Mulder and Antoon Pelsser
- 5 Regulating pensions: Why the European Union matters (2011)
Ton van den Brink, Hans van Meerten and Sybe de Vries
- 6 The design of European supervision of pension funds (2012)
Dirk Broeders, Niels Kortleve, Antoon Pelsser and Jan-Willem Wijckmans
- 7 Hoe gevoelig is de uittredeleeftijd voor veranderingen in het pensioenstelsel? (2012)
Didier Fouarge, Andries de Grip en Raymond Montizaan
- 8 De inkomensverdeling en levensverwachting van ouderen (2012)
Marika Knoef, Rob Alessie en Adriaan Kalwij
- 9 Marktconsistente waardering van zachte pensioenrechten (2012)
Theo Nijman en Bas Werker
- 10 De RAM in het nieuwe pensioenakkoord (2012)
Frank de Jong en Peter Schotman
- 11 The longevity risk of the Dutch Actuarial Association's projection model (2012)
Frederik Peters, Wilma Nusselder and Johan Mackenbach
- 12 Het koppelen van pensioenleeftijd en pensioenaanspraken aan de levensverwachting (2012)
Anja De Waegenaere, Bertrand Melenberg en Tim Boonen
- 13 Impliciete en expliciete leeftijdsdifferentiatie in pensioencontracten (2013)
Roel Mehlkopf, Jan Bonenkamp, Casper van Ewijk, Harry ter Rele en Ed Westerhout
- 14 Hoofdlijnen Pensioenakkoord, juridisch begrepen (2013)
Mark Heemskerk, Bas de Jong en René Maatman
- 15 Different people, different choices: The influence of visual stimuli in communication on pension choice (2013)
Elisabeth Brügggen, Ingrid Rohde and Mijke van den Broeke
- 16 Herverdeling door pensioenregelingen (2013)
Jan Bonenkamp, Wilma Nusselder, Johan Mackenbach, Frederik Peters en Harry ter Rele
- 17 Guarantees and habit formation in pension schemes: A critical analysis of the floor-leverage rule (2013)
Frank de Jong and Yang Zhou
- 18 The holistic balance sheet as a building block in pension fund supervision (2013)
Erwin Fransen, Niels Kortleve, Hans Schumacher, Hans Staring and Jan-Willem Wijckmans
- 19 Collective pension schemes and individual choice (2013)
Jules van Binsbergen, Dirk Broeders, Myrthe de Jong and Ralph Koijen
- 20 Building a distribution builder: Design considerations for financial investment and pension decisions (2013)
Bas Donkers, Carlos Lourenço, Daniel Goldstein and Benedict Dellaert

- 21 Escalerende garantietoezeggingen: een alternatief voor het StAr RAM-contract (2013)
Servaas van Bilsen, Roger Laeven en Theo Nijman
- 22 A reporting standard for defined contribution pension plans (2013)
Kees de Vaan, Daniele Fano, Herialt Mens and Giovanna Nicodano
- 23 Op naar actieve pensioenconsumenten: Inhoudelijke kenmerken en randvoorwaarden van effectieve pensioencommunicatie (2013)
Niels Kortleve, Guido Verbaal en Charlotte Kuiper
- 24 Naar een nieuw deelnemergericht UPO (2013)
Charlotte Kuiper, Arthur van Soest en Cees Dert
- 25 Measuring retirement savings adequacy; developing a multi-pillar approach in the Netherlands (2013)
Marieke Knoef, Jim Been, Rob Alessie, Koen Caminada, Kees Goudswaard, and Adriaan Kalwij
- 26 Illiquiditeit voor pensioenfondsen en verzekeraars: Rendement versus risico (2014)
Joost Driessen
- 27 De doorsneesystematiek in aanvullende pensioenregelingen: effecten, alternatieven en transitiepaden (2014)
Jan Bonenkamp, RYanne Cox en Marcel Lever
- 28 EIOPA: bevoegdheden en rechtsbescherming (2014)
Ivor Witte
- 29 Een institutionele beleggersblik op de Nederlandse woningmarkt (2013)
Dirk Brounen en Ronald Mahieu
- 30 Verzekeraar en het reële pensioencontract (2014)
Jolanda van den Brink, Erik Lutjens en Ivor Witte
- 31 Pensioen, consumptiebehoeften en ouderenzorg (2014)
Marieke Knoef, Arjen Hussem, Arjan Soede en Jochem de Bresser
- 32 Habit formation: implications for pension plans (2014)
Frank de Jong and Yang Zhou
- 33 Het Algemeen pensioenfonds en de taakafbakening (2014)
Ivor Witte
- 34 Intergenerational Risk Trading (2014)
Jiajia Cui and Eduard Ponds
- 35 Beëindiging van de doorsneesystematiek: juridisch navigeren naar alternatieven (2015)
Dick Boeijen, Mark Heemskerk en René Maatman
- 36 Purchasing an annuity: now or later? The role of interest rates (2015)
Thijs Markwat, Roderick Molenaar and Juan Carlos Rodriguez
- 37 Entrepreneurs without wealth? An overview of their portfolio using different data sources for the Netherlands (2015)
Mauro Mastrogiacomio, Yue Li and Rik Dillingh
- 38 The psychology and economics of reverse mortgage attitudes. Evidence from the Netherlands (2015)
Rik Dillingh, Henriëtte Prast, Mariacristina Rossi and Cesira Urzì Brancati
- 39 Keuzevrijheid in de uittreedleeftijd (2015)
Arthur van Soest
- 40 Afschaffing doorsneesystematiek: verkenning van varianten (2015)
Jan Bonenkamp en Marcel Lever
- 41 Nederlandse pensioenopbouw in internationaal perspectief (2015)
Marieke Knoef, Kees Goudswaard, Jim Been en Koen Caminada
- 42 Intergenerationele risicodeling in collectieve en individuele pensioencontracten (2015)
Jan Bonenkamp, Peter Broer en Ed Westerhout
- 43 Inflation Experiences of Retirees (2015)
Adriaan Kalwij, Rob Alessie, Jonathan Gardner and Ashik Anwar Ali
- 44 Financial fairness and conditional indexation (2015)
Torsten Kleinow and Hans Schumacher
- 45 Lessons from the Swedish occupational pension system (2015)
Lans Bovenberg, RYanne Cox and Stefan Lundbergh

- 46 Heldere en harde pensioenrechten onder een PPR (2016)
Mark Heemskerk, René Maatman en Bas Werker
- 47 Segmentation of pension plan participants: Identifying dimensions of heterogeneity (2016)
Wiebke Eberhardt, Elisabeth Brüggem, Thomas Post and Chantal Hoet
- 48 How do people spend their time before and after retirement? (2016)
Johannes Binswanger
- 49 Naar een nieuwe aanpak voor risicoprofiel-meting voor deelnemers in pensioenregelingen (2016)
Benedict Dellaert, Bas Donkers, Marc Turlings, Tom Steenkamp en Ed Vermeulen
- 50 Individueel defined contribution in de uitkeringsfase (2016)
Tom Steenkamp
- 51 Wat vinden en verwachten Nederlanders van het pensioen? (2016)
Arthur van Soest
- 52 Do life expectancy projections need to account for the impact of smoking? (2016)
Frederik Peters, Johan Mackenbach en Wilma Nusselder
- 53 Effecten van gelaagdheid in pensioen-documenten: een gebruikersstudie (2016)
Louise Nell, Leo Lentz en Henk Pander Maat
- 54 Term Structures with Converging Forward Rates (2016)
Michel Vellekoop and Jan de Kort
- 55 Participation and choice in funded pension plans (2016)
Manuel García-Huitrón and Eduard Ponds
- 56 Interest rate models for pension and insurance regulation (2016)
Dirk Broeders, Frank de Jong and Peter Schotman
- 57 An evaluation of the nFTK (2016)
Lei Shu, Bertrand Melenberg and Hans Schumacher
- 58 Pensioenen en inkomensongelijkheid onder ouderen in Europa (2016)
Koen Caminada, Kees Goudswaard, Jim Been en Marike Knoef
- 59 Towards a practical and scientifically sound tool for measuring time and risk preferences in pension savings decisions (2016)
Jan Potters, Arno Riedl and Paul Smeets
- 60 Save more or retire later? Retirement planning heterogeneity and perceptions of savings adequacy and income constraints (2016)
Ron van Schie, Benedict Dellaert and Bas Donkers
- 61 Uitstroom van oudere werknemers bij overheid en onderwijs. Selectie uit de poort (2016)
Frank Cörvers en Janneke Wilschut
- 62 Pension risk preferences. A personalized elicitation method and its impact on asset allocation (2016)
Gosse Alserda, Benedict Dellaert, Laurens Swinkels and Fieke van der Lecq
- 63 Market-consistent valuation of pension liabilities (2016)
Antoon Pelsser, Ahmad Salahnejhad and Ramon van den Akker
- 64 Will we repay our debts before retirement? Or did we already, but nobody noticed? (2016)
Mauro Mastrogiacommo
- 65 Effectieve ondersteuning van zelfmanagement voor de consument (2016)
Peter Lapperre, Alwin Oerlemans en Benedict Dellaert
- 66 Risk sharing rules for longevity risk: impact and wealth transfers (2017)
Anja De Waegenaere, Bertrand Melenberg and Thijs Markwat
- 67 Heterogeniteit in doorsneeproblematiek. Hoe pakt de transitie naar degressieve opbouw uit voor verschillende pensioenfondsen? (2017)
Loes Frehen, Wouter van Wel, Casper van Ewijk, Johan Bonekamp, Joost van Valkengoed en Dick Boeijen
- 68 De toereikendheid van pensioenopbouw na de crisis en pensioenhervormingen (2017)
Marike Knoef, Jim Been, Koen Caminada, Kees Goudswaard en Jason Rhuggenaath

- 69 De combinatie van betaald en onbetaald werk in de jaren voor pensioen (2017)
Marleen Damman en Hanna van Solinge
- 70 Default life-cycles for retirement savings (2017)
Anna Grebenchtchikova, Roderick Molenaar, Peter Schotman en Bas Werker
- 71 Welke keuzemogelijkheden zijn wenselijk vanuit het perspectief van de deelnemer? (2017)
Casper van Ewijk, Roel Mehlkopf, Sara van den Bleeken en Chantal Hoet
- 72 Activating pension plan participants: investment and assurance frames (2017)
Wiebke Eberhardt, Elisabeth Brüggen, Thomas Post en Chantal Hoet
- 73 Zerotopia – bounded and unbounded pension adventures (2017)
Samuel Sender
- 74 Keuzemogelijkheden en maatwerk binnen pensioenregelingen (2017)
Saskia Bakels, Agnes Joseph, Niels Kortleve en Theo Nijman
- 75 Polderen over het pensioenstelsel. Het debat tussen de sociale partners en de overheid over de oudedagvoorzieningen in Nederland, 1945–2000 (2017)
Paul Brusse
- 76 Van uitkeringsovereenkomst naar PPR (2017)
Mark Heemskerk, Kees Kamminga, René Maatman en Bas Werker
- 77 Pensioenresultaat bij degressieve opbouw en progressieve premie (2017)
Marcel Lever en Sander Muns
- 78 Bestedingsbehoeften bij een afnemende gezondheid na pensionering (2017)
Lieke Kools en Marike Knoef
- 79 Model Risk in the Pricing of Reverse Mortgage Products (2017)
Anja De Waegenaere, Bertrand Melenberg, Hans Schumacher, Lei Shu and Lieke Werner
- 80 Expected Shortfall voor toezicht op verzekeraars: is het relevant? (2017)
Tim Boonen
- 81 The Effect of the Assumed Interest Rate and Smoothing on Variable Annuities (2017)
Anne G. Balter and Bas J.M. Werker
- 82 Consumer acceptance of online pension investment advice (2017)
Benedict Dellaert, Bas Donkers and Carlos Lourenço
- 83 Individualized life-cycle investing (2017)
Gréta Oleár, Frank de Jong and Ingmar Minderhoud
- 84 The value and risk of intergenerational risk sharing (2017)
Bas Werker
- 85 Pensioenwensen voor en na de crisis (2017)
Jochem de Bresser, Marike Knoef en Lieke Kools
- 86 Welke vaste dalingen en welk beleggings-beleid passen bij gewenste uitkeringsprofielen in verbeterde premieregelingen? (2017)
Johan Bonekamp, Lans Bovenberg, Theo Nijman en Bas Werker
- 87 Inkomens- en vermogensafhankelijke eigen bijdragen in de langdurige ouderenzorg: een levensloopperspectief (2017)
Arjen Hussem, Harry ter Rele en Bram Wouterse
- 88 Creating good choice environments – Insights from research and industry practice (2017)
Elisabeth Brüggen, Thomas Post and Kimberley van der Heijden
- 89 Two decades of working beyond age 65 in the Netherlands. Health trends and changes in socio-economic and work factors to determine the feasibility of extending working lives beyond age 65 (2017)
Dorly Deeg, Maaïke van der Noordt and Suzan van der Pas
- 90 Cardiovascular disease in older workers. How can workforce participation be maintained in light of changes over time in determinants of cardiovascular disease? (2017)
Dorly Deeg, E. Burgers and Maaïke van der Noordt
- 91 Zicht op zzp-pensioen (2017)
Wim Zwinkels, Marike Knoef, Jim Been, Koen Caminada en Kees Goudswaard

- 92 Return, risk, and the preferred mix of PAYG and funded pensions (2017)
Marcel Lever, Thomas Michielsen and Sander Muns
- 93 Life events and participant engagement in pension plans (2017)
Matthew Blakstad, Elisabeth Brüggén and Thomas Post
- 94 Parttime pensioneren en de arbeids-participatie (2017)
Raymond Montizaan
- 95 Keuzevrijheid in pensioen: ons brein wil niet kiezen, maar wel gekozen hebben (2018)
Walter Limpens en Joyce Vonken
- 96 Employability after age 65? Trends over 23 years in life expectancy in good and in poor physical and cognitive health of 65–74-year-olds in the Netherlands (2018)
Dorly Deeg, Maaïke van der Noordt, Emiel Hoogendijk, Hanne Comijs and Martijn Huisman
- 97 Loslaten van de verplichte pensioenleeftijd en het organisatieklimaat rondom langer doorwerken (2018)
Jaap Oude Mulders, Kène Henkens en Harry van Dalen
- 98 Overgangseffecten bij introductie degressieve opbouw (2018)
Bas Werker
- 99 You're invited – RSVP! The role of tailoring in incentivising people to delve into their pension situation (2018)
Milena Dinkova, Sanne Elling, Adriaan Kalwij en Leo Lentz
- 100 Geleidelijke uittreding en de rol van deeltijdpensioen (2018)
Jonneke Bolhaar en Daniël van Vuuren
- 101 Naar een model voor pensioen-communicatie (2018)
Leo Lentz, Louise Nell en Henk Pander Maat
- 102 Tien jaar UPO. Een terugblik en vooruitblik op inhoud, doelen en effectiviteit (2018)
Sanne Elling en Leo Lentz
- 103 Health and household expenditures (2018)
Raun van Ooijen, Jochem de Bresser en Marika Knoef
- 104 Keuzevrijheid in de uitkeringsfase: internationale ervaringen (2018)
Marcel Lever, Eduard Ponds, Rik Dillingh en Ralph Stevens
- 105 The move towards riskier pension products in the world's best pension systems (2018)
Anne G. Balter, Malene Kallestrup-Lamb and Jesper Rangvid
- 106 Life Cycle Option Value: The value of consumer flexibility in planning for retirement (2018)
Sonja Wendel, Benedict Dellaert and Bas Donkers
- 107 Naar een duidelijk eigendomsbegrip (2018)
Jop Tangelder
- 108 Effect van stijging AOW-leeftijd op arbeids-ongeschiktheid (2018)
Rik Dillingh, Jonneke Bolhaar, Marcel Lever, Harry ter Rele, Lisette Swart en Koen van der Ven
- 109 Is de toekomst gearriveerd? Data science en individuele keuzemogelijkheden in pensioen (2018)
Wesley Kaufmann, Bastiaan Starink en Bas Werker
- 110 De woontevredenheid van ouderen in Nederland (2018)
Jan Rouwendal
- 111 Towards better prediction of individual longevity (2018)
Dorly Deeg, Jan Kardaun, Maaïke van der Noordt, Emiel Hoogendijk en Natasja van Schoor
- 112 Framing in pensioenkeuzes. Het effect van framing in de keuze voor beleggingsprofiel in DC-plannen naar aanleiding van de Wet verbeterde premieregeling (2018)
Marijke van Putten, Rogier Potter van Loon, Marc Turlings en Eric van Dijk
- 113 Working life expectancy in good and poor self-perceived health among Dutch workers aged 55–65 years with a chronic disease over the period 1992–2016 (2019)
Astrid de Wind, Maaïke van der Noordt, Dorly Deeg and Cécile Boot
- 114 Working conditions in post-retirement jobs: A European comparison (2019)
Ellen Dingemans and Kène Henkens

- 115 Is additional indebtedness the way to increase mortgage-default insurance coverage? (2019)
Yeorim Kim, Mauro Mastrogiacomio, Stefan Hochguertel and Hans Bloemen
- 116 Appreciated but complicated pension Choices? Insights from the Swedish Premium Pension System (2019)
Monika Böhnke, Elisabeth Brüggén and Thomas Post
- 117 Towards integrated personal financial planning. Information barriers and design propositions (2019)
Nitesh Bharosa and Marijn Janssen
- 118 The effect of tailoring pension information on navigation behavior (2019)
Milena Dinkova, Sanne Elling, Adriaan Kalwij and Leo Lentz
- 119 Opleiding, levensverwachting en pensioenleeftijd: een vergelijking van Nederland met andere Europese landen (2019)
Johan Mackenbach, José Rubio Valverde en Wilma Nusselder
- 120 Giving with a warm hand: Evidence on estate planning and bequests (2019)
Eduard Suari-Andreu, Raun van Ooijen, Rob J.M. Alessie and Viola Angelini
- 121 Investeren in menselijk kapitaal: een gecombineerd werknemers- en werkgeversperspectief (2019)
Raymond Montizaan, Merlin Nieste en Davey Poulissen
- 122 The rise in life expectancy – corresponding rise in subjective life expectancy? Changes over the period 1999–2016 (2019)
Dorly Deeg, Maaïke van der Noordt, Noëlle Sant, Henrike Galenkamp, Fanny Janssen and Martijn Huisman
- 123 Pensioenaanvullingen uit het eigen woningbezit (2019)
Dirk Brounen, Niels Kortleve en Eduard Ponds
- 124 Personal and work-related predictors of early exit from paid work among older workers with health limitations (2019)
Nils Plomp, Sascha de Breij and Dorly Deeg
- 125 Het delen van langlevensrisico (2019)
Anja De Waegenaere, Agnes Joseph, Pascal Janssen en Michel Vellekoop
- 126 Maatwerk in pensioencommunicatie (2019)
Sanne Elling en Leo Lentz
- 127 Dutch Employers' Responses to an Aging Workforce: Evidence from Surveys, 2009–2017 (2019)
Jaap Oude Mulders, Kène Henkens and Hendrik P. van Dalen
- 128 Preferences for solidarity and attitudes towards the Dutch pension system – Evidence from a representative sample (2019)
Arno Riedl, Hans Schmeets and Peter Werner
- 129 Deeltijdpensioen geen wondermiddel voor langer doorwerken (2019)
Henk-Wim de Boer, Tunga Kantarcı, Daniel van Vuuren en Ed Westerhout
- 130 Spaarmotieven en consumptiegedrag (2019)
Johan Bonekamp en Arthur van Soest
- 131 Substitute services: a barrier to controlling long-term care expenditures (2019)
Mark Kattenberg and Pieter Bakx
- 132 Voorstel keuzearchitectuur pensioensparen voor zelfstandigen (2019)
Jona Linde
- 133 The impact of the virtual integration of assets on pension risk preferences of individuals (2019)
Sesil Lim, Bas Donkers en Benedict Dellaert
- 134 Reforming the statutory retirement age: Policy preferences of employers (2019)
Hendrik P. van Dalen, Kène Henkens and Jaap Oude Mulders
- 135 Compensatie bij afschaffing doorsnee-systeem (2019)
Dick Boeijen, Chantal de Groot, Mark Heemskerk, Niels Kortleve en René Maatman
- 136 Debt affordability after retirement, interest rate shocks and voluntary repayments (2019)
Mauro Mastrogiacomio

- 137 Using social norms to activate pension plan members: insights from practice (2019)
Joyce Augustus-Vonken, Pieter Verhallen, Lisa Brüggem and Thomas Post
- 138 Alternatieven voor de huidige verplichtstelling van bedrijfstakpensioenfondsen (2020)
Erik Lutjens en Fieke van der Lecq
- 139 Eigen bijdrage aan ouderenzorg (2020)
Pieter Bakx, Judith Bom, Marianne Tenand en Bram Wouterse
- 140 Inrichting fiscaal kader bij afschaffing doorsneesystematiek (2020)
Bastiaan Starink en Michael Visser
- 141 Hervorming langdurige zorg: trends in het gebruik van verpleging en verzorging (2020)
Pieter Bakx, Pilar Garcia-Gomez, Sara Rellstab, Erik Schut en Eddy van Doorslaer
- 142 Genetic health risks, insurance, and retirement (2020)
Richard Karlsson Linnér and Philipp D. Koellinger
- 143 Publieke middelen voor particuliere ouderenzorg (2020)
Arjen Hussem, Marianne Tenand en Pieter Bakx
- 144 Emotions and technology in pension service interactions: Taking stock and moving forward (2020)
Wiebke Eberhardt, Alexander Henkel en Chantal Hoet
- 145 Opleidingsverschillen in levensverwachting: de bijdrage van acht risicofactoren (2020)
Wilma J. Nusselder, José Rubio Valverde en Johan P. Mackenbach
- 146 Shades of Labor: Motives of Older Adults to Participate in Productive Activities (2020)
Sonja Wendel and Benedict Dellaert
- 147 Raising pension awareness through letters and social media: Evidence from a randomized and a quasi-experiment (2020)
Marieke Knoef, Jim Been and Marijke van Putten
- 148 Infographics and Financial Decisions (2020)
Ruben Cox and Peter de Goeij
- 149 To what extent can partial retirement ensure retirement income adequacy? (2020)
Tunga Kantarcı and Jochem Zweerink
- 150 De steun voor een 'zwareberoepenregeling' ontleed (2020)
Harry van Dalen, Kène Henkens en Jaap Oude Mulders
- 151 Verbeteren van de inzetbaarheid van oudere werknemers tot aan pensioen: literatuuroverzicht, inzichten uit de praktijk en de rol van pensioenuitvoerders (2020)
Peter Lapperre, Henk Heek, Pascal Corten, Ad van Zonneveld, Robert Boulogne, Marieke Koeman en Benedict Dellaert
- 152 Betere risicospreiding van eigen bijdragen in de verpleeghuiszorg (2020)
Bram Wouterse, Arjen Hussem en Rob Aalbers
- 153 Doorbeleggen met garanties? (2020)
Roderick Molenaar, Peter Schotman, Peter Dekkers en Mark Irwin
- 154 Differences in retirement preferences between the self-employed and employees: Do job characteristics play an explanatory role? (2020)
Marleen Damman, Dieuwke Zwier en Swenne G. van den Heuvel
- 155 Do financial incentives stimulate partially disabled persons to return to work? (2020)
Tunga Kantarcı and Jan-Maarten van Sonsbeek
- 156 Wijzigen van de bedrijfstakpensioenregeling: tussen pensioenfondsbestuur en sociale partners (2020)
J.R.C. Tangelder
- 157 Keuzes tijdens de pensioenopbouw: de effecten van nudging met volgorde en standaardopties (2020)
Wilte Zijlstra, Jochem de Bresser en Marieke Knoef
- 158 Keuzes rondom pensioen: implicaties op uitkeringssnelheid voor een heterogeen deelnemersbestand (2020)
Servaas van Bilsen, Johan Bonekamp, en Eduard Ponds

- 159 Met big data inspelen op woonwensen en woongedrag van ouderen: praktische inzichten voor ontwerp en beleid (2020)
Ioulia V. Ossokina en Theo A. Arentze
- 160 Economic consequences of widowhood: Evidence from a survivor's benefits reform in the Netherlands (2020)
Jeroen van der Vaart, Rob Alessie and Raun van Ooijen
- 161 How will disabled workers respond to a higher retirement age? (2020)
Tunga Kantarcı, Jim Been and Arthur van Soest
- 162 Deeltijdpensioen: belangstelling en belemmeringen op de werkvloer (2020)
Hanna van Solinge, Harry van Dalen en Kène Henkens
- 163 Investing for Retirement with an Explicit Benchmark (2020)
Anne Balter, Lennard Beijering, Pascal Janssen, Frank de Jong, Agnes Joseph, Thijs Kamma and Antoon Pelsser
- 164 Vergrijzing en verzuim: impact op de verzekeringsvoorkeuren van werkgevers (2020)
Remco Mallee en Raymond Montizaan
- 165 Arbeidsmarkteffecten van de pensioen-premiesystematiek (2020)
Marika Knoef, Sander Muns en Arthur van Soest
- 166 Risk Sharing within Pension Schemes (2020)
Anne Balter, Frank de Jong en Antoon Pelsser
- 167 Supporting pension participants: Three lessons learned from the medical domain for better pension decisions (2021)
Jelle Strikwerda, Bregje Holleman and Hans Hoeken
- 168 Variable annuities with financial risk and longevity risk in the decumulation phase of Dutch DC products (2021)
Bart Dees, Frank de Jong and Theo Nijman
- 169 Verloren levensjaren als gevolg van sterfte aan Covid-19 (2021)
Bram Wouterse, Frederique Ram en Pieter van Baal



Network for Studies on Pensions, Aging and Retirement

Dit is een uitgave van:

Netspar

Telefoon 013 466 2109

E-mail info@netspar.nl

www.netspar.nl

Maart 2021