

## Summary

This doctoral dissertation aims to fill two important knowledge gaps in Belgian health research. A first main objective is to investigate differences in occupational health and mortality risks for the total Belgian workforce. A second main objective focuses on a major occupational and environmental health hazard: the asbestos burden on Belgian mortality.

Data covering the total Belgian population are derived from census-linked mortality data, as well as from the Belgian Scientific Institute for Public Health and the WHO Mortality database. The total male and female workforce was selected from the 1991 census and followed up for a period of approximately 20 years. Self-reported health, all-cause mortality and cause-specific mortality were investigated within a quantitative research design.

Analyses on occupational health and mortality risk demonstrate large variation by occupation among both male and female workers. Overall, manual workers experienced the highest health and mortality risks. Working in managerial, teaching, scientific and health-related positions was associated with the lowest health and mortality risks. Considerable health and mortality differences were apparent within the group of manual workers, as well as among non-manual and managerial occupations. The mortality patterns show large variation in deaths due to preventable causes such as respiratory malignancies, respiratory diseases, cardiovascular diseases and alcohol-related diseases. When considering a potential health bias by occupation, we found risk estimates for poor health increased with 15%-29% after a 10-year lag. The strongest selection effects out of employment occurred in occupations with a high degree of manual labour.

The assessment of the asbestos burden shows that Belgium has the fourth highest mesothelioma death rates in the world. After reviewing historical asbestos exposure information, we found that Belgium imported a total of 2 billion tonnes of asbestos in 1948-1998. Almost ten kilograms of raw asbestos was used per capita at the peak of the consumption in 1972. The analyses of geographical patterns and temporal trends demonstrate a considerable influence of historical asbestos manufacturing processes. Male mesothelioma mortality increased more than tenfold between 1969 and 2014. Female mesothelioma mortality tripled over the course of this 45-year period. The male-to-female ratio increased from 2.3 in 1983 to 6.5 in 2014. Mesothelioma deaths were concentrated in specific areas related to former asbestos industries. Eight high-risk industries were identified: asbestos manufacturing, construction, electrical generation and distribution, basic metals manufacturing, metal products manufacturing, railroads, shipping and the chemical industry. Findings show large excess asbestos-related mortality in these industries. In addition, results for four industries corroborate a possible association between asbestos exposure and the development of oral cancer. We also estimated the contribution of asbestos exposure on lung cancer mortality in Belgium building on mesothelioma as a proxy. Findings need to be interpreted with caution because of the overwhelming influence of smoking and other lung cancer risk factors. Still, asbestos exposure seems to have a considerable impact on lung cancer deaths among high-risk workers, residents of a high-risk area and the general population.

In conclusion, this doctoral dissertation contributes greatly to our understanding of health and mortality disparities in Belgium by providing the first comprehensive overview of health and mortality risks by occupation for the total Belgian workforce, as well as a systematic examination of one of the most important public health challenges: asbestos exposure.

## Samenvatting

Dit doctoraat heeft als doel twee belangrijke leemtes in de kennis van volksgezondheid in België te vullen. Een eerste algemene doelstelling bestaat erin verschillen in gezondheid en sterfte naar beroep te onderzoeken voor de hele Belgische beroepsbevolking. Een tweede algemene doelstelling is het evalueren van de impact van asbestblootstelling, een van de belangrijkste gezondheidsrisico's op vlak van milieu en arbeid, op de Belgische sterfte.

De voornaamste informatiebron is de koppeling van gegevens uit de Belgische census, het Rijksregister en overlijdensakten. Daarnaast werd ook data geraadpleegd van het Wetenschappelijk Instituut voor de Volksgezondheid en de WHO Mortaliteitsdatabank. De gegevens beslaan de volledige Belgische bevolking. Alle mannen en vrouwen werkzaam ten tijde van de 1991 Belgische census werden opgevolgd gedurende ongeveer 20 jaar. Zelf-gerapporteerde gezondheid, algemene sterfte en oorzaaksspecifieke sterfte werden geanalyseerd in een kwantitatief onderzoeksdesign.

Gezondheids- en sterfterisico's verschillen sterk naar beroep, zowel in de mannelijke als in de vrouwelijke beroepsbevolking. Handarbeiders lopen in het algemeen het meeste risico op een slechte gezondheid of verhoogde sterfte. Kaderleden, leerkrachten, gezondheidsprofessionals en wetenschappelijk personeel hebben vrijwel de laagste gezondheids- en sterfterisico's. Binnen de groep van arbeiders treffen we eveneens aanzienlijke verschillen aan, net zoals bij bedienden en kaderleden onderling. Uit de analyses van sterftepatronen blijkt dat het verschil tussen de laagste en hoogste sterfterisico's het grootste is bij vermijdbare doodsoorzaken, zoals kankers en ziekten in het ademhalingsstelsel, hart- en vaatziekten en alcohol-gerelateerde aandoeningen. We hielden ook rekening met mogelijke selectie-effecten. De sterkste selectie-effecten deden zich voor bij beroepen met een hoge mate van handenarbeid. Wanneer we rekening houden met een mogelijke vertekening door gezondheidselectie over een periode van 10 jaar, vinden we dat de geschatte risico's voor een slechte gezondheid 15%-29% hoger liggen naargelang het beroep.

Het overzicht van de asbestproblematiek toont aan dat België de op drie na hoogste sterftcijfers in de wereld heeft voor mesothelioom. Uit ons onderzoek naar informatie over historische asbestblootstelling blijkt dat België in totaal 2 miljard ton asbest invoerde tussen 1948 en 1998. Het gebruik ervan piekte in 1972, met bijna tien kilogram ruwe asbest per capita. Onze verdere analyses onderschrijven een aanzienlijke invloed van de asbestverwerkende nijverheid op de geografische spreiding van mesothelioom, alsook op de veranderingen in sterftcijfers doorheen de tijd. Mesothelioomsterfte bij mannen vertienvoudigde tussen 1969 en 2014, terwijl het aantal vrouwelijke mesothelioomslachtoffers verdrievoudigde. De man-vrouwverhouding steeg van 2.3 in 1983 naar 6.5 in 2014. Mesothelioomsterfte is geconcentreerd in gebieden waar vroeger asbestproducten werden gemaakt. We hebben verder acht industrieën geïdentificeerd met verhoogde risico's op asbeststerfte: de vervaardiging van asbestproducten, de bouwsector, de opwekking en distributie van elektrische energie, de basis metaalproductie, de vervaardiging van metaalproducten, de spoorwegnijverheid, de scheepsnijverheid en de chemische industrie. Sterfte door asbestgerelateerde aandoeningen was in deze industrieën groter dan bij andere beroepsgroepen. De resultaten voor vier industrieën wijzen op een mogelijk verband tussen asbestblootstelling en de ontwikkeling van orale kanker. Verder werd ook het percentage longkankersterfte te wijten aan asbestblootstelling geschat aan de hand van mesothelioomsterfte. Longkankersterfte in België wordt in belangrijke mate beïnvloed door roken en andere risicofactoren. Niettemin wijzen onze bevindingen op een aanzienlijke impact van asbestblootstelling op longkankersterfte bij de arbeiders in risicovolle industrieën, omwonenden van een asbestfabriek en de algemene bevolking.

Dit doctoraat draagt sterk bij tot het begrijpen van verschillen in gezondheid en sterfte in België door het eerste overzicht te bieden van gezondheids- en sterfteverschillen naar beroep voor de volledige Belgische beroepsbevolking, alsook door een systematische beoordeling te maken van asbestblootstelling, een van de grootste uitdagingen voor volksgezondheid.