



*Infrastructure, environment, facilities*

**ARCADIS Belgium N.V.**

Veldekens, Roderveldlaan 3

2600 Antwerpen

Belgium

Tel: +32 3 3286 286

Fax: +32 3 3286 287

URL: <http://www.arcadisbelgium.be/>

**METROECONOMICA**  
Economic and Environmental Consultants

Metroeconomica Ltd

108 Bloomfield Road

Bath

BA2 2AR

UK

**Reële milieugerelateerde  
gezondheidskosten in Vlaanderen –  
Eindrapport**

**LNE – Afdeling Lucht, Hinder,  
Risicobeheer, Milieu & Gezondheid**

**06/12038/RD**

**Januari 2009**

Departement LNE

Afdeling Lucht, Hinder, Risicobeheer,  
Milieu & Gezondheid

Dienst Milieu & Gezondheid

ARCADIS Belgium – Laurent Franckx,  
Annick Van Hyfte, Sarah Bogaert & Stijn  
Vermoote

Metroeconomica - Alistair Hunt



# INHOUD

|                                                                                                         |             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>INHOUD</b>                                                                                           | <b>I</b>    |
| <b>LIJST MET AFKORTINGEN</b>                                                                            | <b>VII</b>  |
| <b>LIJST MET FIGUREN</b>                                                                                | <b>XI</b>   |
| <b>LIJST MET TABELLEN</b>                                                                               | <b>XIII</b> |
| <b>SAMENVATTING</b>                                                                                     | <b>I</b>    |
| <b>ENGLISH SUMMARY</b>                                                                                  | <b>I</b>    |
| <b>1 INLEIDING EN DOELSTELLING</b>                                                                      | <b>1</b>    |
| <b>2 HET EXDALY MODEL</b>                                                                               | <b>6</b>    |
| 2.1 Beschrijving                                                                                        | 6           |
| 2.2 Kritische analyse                                                                                   | 8           |
| <b>3 IMPACTFUNCTIES: SCHATTING EN INTERPRETATIE</b>                                                     | <b>10</b>   |
| 3.1 Dosis-respons functies                                                                              | 10          |
| 3.2 Statistische technieken                                                                             | 11          |
| 3.2.1 <i>Poisson regressie</i>                                                                          | 11          |
| 3.2.2 <i>Logistische regressie</i>                                                                      | 12          |
| 3.2.3 <i>Proportional hazard modellering</i>                                                            | 13          |
| 3.3 Impactfuncties gebruikt in Vlaanderen                                                               | 13          |
| 3.3.1 <i>Berekening van impactfuncties voor Vlaanderen</i>                                              | 13          |
| 3.3.1.1 Beschrijving                                                                                    | 14          |
| 3.3.1.2 Kritische analyse                                                                               | 15          |
| 3.4 Impactfuncties voor mortaliteitseffecten                                                            | 17          |
| <b>4 OMGEVINGSCONCENTRATIES EN BLOOTSTELLINGSSCENARIO</b>                                               | <b>19</b>   |
| 4.1 Huidige status in Ex-DALY                                                                           | 19          |
| 4.1.1 <i>Omgevingsconcentraties</i>                                                                     | 19          |
| 4.1.1.1 Beschrijving                                                                                    | 19          |
| 4.1.1.2 Kritische analyse                                                                               | 19          |
| 4.1.2 <i>Blootstelling</i>                                                                              | 20          |
| 4.1.2.1 Beschrijving                                                                                    | 20          |
| 4.1.2.2 Kritische analyse                                                                               | 20          |
| 4.2 Mogelijke denkpistes voor verfijning                                                                | 21          |
| 4.2.1 <i>Verfijning van omgevingsconcentraties</i>                                                      | 21          |
| 4.2.1.1 Mogelijke pistes                                                                                | 21          |
| Geïnterpoleerde meetgegevens van VMM, IRCEL                                                             | 21          |
| Gebruik van concentratiedata volgens het BeEUROS model ( <a href="http://www.vito.be">www.vito.be</a> ) | 22          |
| 4.2.1.2 Praktische uitwerking en haalbaarheid van de pistes                                             | 22          |
| 4.2.2 <i>Verfijning van blootstellingsscenario's</i>                                                    | 23          |
| 4.2.2.1 Mogelijke pistes                                                                                | 23          |
| Ruimtelijk gespreide blootstelling                                                                      | 23          |
| Blootstelling op straatniveau                                                                           | 23          |
| Tijdsafhankelijke blootstelling                                                                         | 24          |
| Scenario voor NO <sub>2</sub>                                                                           | 24          |
| Blootstelling binnenshuis                                                                               | 24          |
| 4.2.2.2 Praktische uitwerking en haalbaarheid van de pistes                                             | 25          |
| Gegevensverzameling                                                                                     | 25          |

|          |                                                                                                                        |    |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
|          | Glorieux, Minnen en Vandeweyer (2005): de tijdsbesteding van de Vlamingen in 2004 .....                                | 25 |
|          | Ondersteuningscel Logo's .....                                                                                         | 26 |
|          | Antigifcentrum (www.poisoncentre.be) .....                                                                             | 26 |
|          | RCIB: de Regionale Cel voor Interventie bij Binnenluchtvervuiling (http://www.ibgebim.be/) .....                       | 26 |
|          | Praktische uitwerking en haalbaarheid van de pistes .....                                                              | 27 |
|          | Ruimtelijk gespreide blootstelling .....                                                                               | 27 |
|          | Blootstelling op straatniveau .....                                                                                    | 27 |
|          | Tijdsafhankelijke blootstelling .....                                                                                  | 27 |
|          | Blootstelling binnenshuis .....                                                                                        | 27 |
| 4.2.3    | <i>Uitwerken van een verfijnd blootstellingsscenario ongeacht beschikbaarheid van data (toekomstperspectief)</i> ..... | 27 |
| 4.2.3.1  | Opstellen van tijdsbestedingspatronen .....                                                                            | 28 |
| 4.2.3.2  | Koppelen van microlocaties aan concentraties .....                                                                     | 31 |
|          | Woonomgeving buiten .....                                                                                              | 31 |
|          | Binnenomgeving nabij de woonplaats .....                                                                               | 32 |
|          | Binnenomgeving op de werkplaats .....                                                                                  | 33 |
|          | Onderweg (in het verkeer) .....                                                                                        | 34 |
|          | In een drankgelegenheid/café .....                                                                                     | 37 |
| 4.2.3.3  | Finaal voorstel tot verfijning .....                                                                                   | 38 |
| 4.2.3.4  | Alternatief voorstel .....                                                                                             | 39 |
| 4.2.3.5  | Beperkingen bij het uitgewerkte blootstellingsscenario .....                                                           | 39 |
|          | Ruimtelijke verspreiding .....                                                                                         | 39 |
|          | Binnenhuisconcentraties .....                                                                                          | 40 |
| 4.3      | Besluitvorming rond verfijning van concentraties en blootstellingsscenario's .....                                     | 40 |
| <b>5</b> | <b>METHODEN VOOR DE ECONOMISCHE WAARDERING VAN GEZONDHEIDSEFFECTEN ...42</b>                                           |    |
| 5.1      | Algemeen .....                                                                                                         | 42 |
| 5.2      | Gereveleerde waarderingsmethoden .....                                                                                 | 43 |
| 5.2.1    | <i>Hedonische prijsmethode</i> .....                                                                                   | 43 |
| 5.2.2    | <i>Ontwijkgedragmethode</i> .....                                                                                      | 45 |
| 5.3      | Uitgedrukte voorkeurmethoden .....                                                                                     | 45 |
| 5.3.1    | <i>De enquête gebruikt voor NEWEXT</i> .....                                                                           | 47 |
| 5.3.2    | <i>De NEEDS enquête</i> .....                                                                                          | 51 |
| 5.3.3    | <i>De morbiditeitsstudie van Ready et al. (2004b)</i> .....                                                            | 54 |
| 5.4      | Waardering van mortaliteitseffecten .....                                                                              | 55 |
| 5.5      | Waardering van morbiditeitseffecten .....                                                                              | 56 |
| 5.6      | De COI benadering .....                                                                                                | 57 |
| 5.6.1    | <i>"Top down" versus "bottom up" benadering</i> .....                                                                  | 58 |
| 5.6.2    | <i>Prospectieve versus retrospectieve benadering</i> .....                                                             | 58 |
| 5.6.3    | <i>Prevalentie- versus incidentiebenadering: algemeen</i> .....                                                        | 59 |
| 5.6.4    | <i>Specifieke databehoeften voor de incidentiebenadering</i> .....                                                     | 60 |
| 5.6.5    | <i>Kritiek op de COI benadering</i> .....                                                                              | 62 |
| <b>6</b> | <b>MONETAIRE WAARDERING: EMPIRISCH WERK .....64</b>                                                                    |    |
| 6.1      | Link tussen ExternE, NewExt, CAFE en NEEDS .....                                                                       | 64 |
| 6.1.1    | <i>ExternE 1995</i> .....                                                                                              | 64 |
| 6.1.2    | <i>ExternE 1999</i> .....                                                                                              | 66 |
| 6.1.3    | <i>ExternE 2001</i> .....                                                                                              | 67 |
| 6.1.4    | <i>NewExt</i> .....                                                                                                    | 70 |
| 6.1.5    | <i>CAFE</i> .....                                                                                                      | 71 |
| 6.1.6    | <i>NEEDS</i> .....                                                                                                     | 75 |

|          |                                                                                                                                                                                                                |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 6.2      | DEFRA studie "Economic Analysis to Inform the Air Quality Strategy Review Consultation" .....                                                                                                                  | 77        |
| 6.3      | Lopend onderzoek en trends .....                                                                                                                                                                               | 78        |
| 6.4      | Analyse van ExDALY .....                                                                                                                                                                                       | 79        |
| 6.4.1    | <i>Beschrijving</i> .....                                                                                                                                                                                      | 79        |
| 6.4.1.1  | Value of a life year lost .....                                                                                                                                                                                | 79        |
| 6.4.1.2  | Morbiditeits- en mortaliteitseindpunten .....                                                                                                                                                                  | 80        |
| 6.4.2    | <i>Kritische analyse</i> .....                                                                                                                                                                                 | 87        |
| <b>7</b> | <b>INVENTARIS VAN TE ACTUALISEREN DATA .....</b>                                                                                                                                                               | <b>88</b> |
| 7.1      | Behandelde gezondheidsimpacten .....                                                                                                                                                                           | 88        |
| 7.2      | Mortaliteitseffecten .....                                                                                                                                                                                     | 90        |
| 7.2.1    | <i>Chronische effecten</i> .....                                                                                                                                                                               | 90        |
| 7.2.2    | <i>Acute effecten</i> .....                                                                                                                                                                                    | 90        |
| 7.2.2.1  | PM10 en volwassenen .....                                                                                                                                                                                      | 90        |
| 7.2.2.2  | Ozon en volwassenen .....                                                                                                                                                                                      | 91        |
| 7.2.2.3  | PM10 en baby's .....                                                                                                                                                                                           | 91        |
| 7.3      | Morbiditeitseffecten die gelieerd zijn aan PM10 .....                                                                                                                                                          | 91        |
| 7.3.1    | <i>Nieuwe gevallen van chronische bronchitis</i> .....                                                                                                                                                         | 91        |
| 7.3.2    | <i>Hospitalisaties</i> .....                                                                                                                                                                                   | 92        |
| 7.3.3    | <i>Huisartsconsultaties</i> .....                                                                                                                                                                              | 92        |
| 7.3.4    | <i>Bronchodilatorgebruik</i> .....                                                                                                                                                                             | 93        |
| 7.3.5    | <i>Problemen van de lagere luchtwegen</i> .....                                                                                                                                                                | 94        |
| 7.4      | Morbiditeitseffecten die gelieerd zijn aan PM2,5 .....                                                                                                                                                         | 94        |
| 7.5      | Morbiditeitseffecten die gelieerd zijn aan ozon .....                                                                                                                                                          | 95        |
| 7.5.1    | <i>Hospitalisaties</i> .....                                                                                                                                                                                   | 95        |
| 7.5.2    | <i>Minor restricted activity days</i> .....                                                                                                                                                                    | 96        |
|          | <i>Dus, een toename van de ozonconcentratie met 10 µg/m<sup>3</sup> per jaar leidt tot een toename van het aantal dagen met licht verminderde activiteit (binnen de categorie 18-64 jaar) met 1,48%.</i> ..... | 96        |
| 7.5.3    | <i>Effecten op symptomen bij kinderen</i> .....                                                                                                                                                                | 96        |
| 7.5.4    | <i>Huisartsconsultaties voor allergische rinitis</i> .....                                                                                                                                                     | 97        |
| 7.5.5    | <i>Bronchodilatorgebruik door kinderen</i> .....                                                                                                                                                               | 97        |
| 7.5.6    | <i>Bronchodilatorgebruik door volwassenen</i> .....                                                                                                                                                            | 98        |
| <b>8</b> | <b>ACTUALISERING VAN DE GEBRUIKTE DATA .....</b>                                                                                                                                                               | <b>99</b> |
| 8.1      | Structuur van dit hoofdstuk .....                                                                                                                                                                              | 99        |
| 8.2      | Databronnen voor directe medische kosten .....                                                                                                                                                                 | 99        |
| 8.2.1    | <i>Rijksinstituut voor ziekte- en invaliditeitsverzekering</i> .....                                                                                                                                           | 99        |
| 8.2.2    | <i>De gekoppelde verblijven MKG-MFG</i> .....                                                                                                                                                                  | 99        |
| 8.2.3    | <i>Databanken IMA</i> .....                                                                                                                                                                                    | 102       |
| 8.2.4    | <i>Farmanet</i> .....                                                                                                                                                                                          | 103       |
| 8.2.5    | <i>Kankerregister</i> .....                                                                                                                                                                                    | 103       |
| 8.2.6    | <i>Gezondheidsenquête</i> .....                                                                                                                                                                                | 104       |
| 8.2.7    | <i>Panel Survey of Belgian Households</i> .....                                                                                                                                                                | 104       |
| 8.2.8    | <i>Survey on Income and Living Conditions</i> .....                                                                                                                                                            | 105       |
| 8.2.9    | <i>Huishoudbudgetonderzoek</i> .....                                                                                                                                                                           | 105       |
| 8.2.10   | <i>Survey of Health, Aging and Retirement in Europe</i> .....                                                                                                                                                  | 105       |
| 8.2.11   | <i>Volkstelling</i> .....                                                                                                                                                                                      | 105       |
| 8.2.12   | <i>Astma en luchtverontreiniging in België</i> .....                                                                                                                                                           | 106       |
| 8.2.13   | <i>Studie "Health economic aspects in the current treatment of asthma and COPD in Belgium"</i> .....                                                                                                           | 107       |
| 8.2.14   | <i>INTEGO project</i> .....                                                                                                                                                                                    | 107       |
| 8.2.15   | <i>Steunpunt Milieu en Gezondheid</i> .....                                                                                                                                                                    | 107       |

|          |                                                                                               |            |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 8.2.16   | <i>De Huisartsenpeilpraktijken</i> .....                                                      | 107        |
| 8.2.17   | <i>De OESO "System Of Health Accounts"</i> .....                                              | 107        |
| 8.2.18   | <i>GINA</i> .....                                                                             | 108        |
| 8.2.19   | <i>Anderen</i> .....                                                                          | 108        |
| 8.2.20   | <i>Conclusie en aanbevelingen</i> .....                                                       | 108        |
| 8.3      | <i>Kosten van productiviteitsverlies</i> .....                                                | 109        |
| 8.3.1    | <i>Waarde van professionele arbeid</i> .....                                                  | 110        |
| 8.3.1.1  | Methodologische aspecten.....                                                                 | 110        |
| 8.3.1.2  | Securex studie.....                                                                           | 111        |
| 8.3.1.3  | Data van het Federaal Planbureau.....                                                         | 112        |
| 8.3.1.4  | Data van SD Worx.....                                                                         | 112        |
| 8.3.2    | <i>Waarde van huishoudelijke arbeid</i> .....                                                 | 113        |
| 8.3.2.1  | Kost van de kinderopvang.....                                                                 | 113        |
| 8.3.2.2  | Waarde van de informele verzorging.....                                                       | 114        |
| 8.3.2.3  | Besluit.....                                                                                  | 115        |
| 8.3.3    | <i>Productiviteitsverlies wegens vroegtijdig overlijden</i> .....                             | 115        |
| 8.3.4    | <i>Conclusie en aanbevelingen</i> .....                                                       | 116        |
| 8.4      | <i>Transfers van bestaande WTP studies</i> .....                                              | 116        |
| 8.4.1    | <i>Doelstelling</i> .....                                                                     | 117        |
| 8.4.2    | <i>Globale methode</i> .....                                                                  | 117        |
| 8.4.2.1  | Eenheidswaarde-transfer.....                                                                  | 118        |
| 8.4.2.2  | Functietransfer.....                                                                          | 118        |
| 8.4.2.3  | Toepassingen binnen de EU.....                                                                | 119        |
| 8.4.3    | <i>Mortaliteit</i> .....                                                                      | 120        |
| 8.4.3.1  | NEEDS data analyse.....                                                                       | 120        |
| 8.4.3.2  | NewExt data analyse.....                                                                      | 124        |
| 8.4.4    | <i>Morbiditeit</i> .....                                                                      | 130        |
| 8.4.5    | <i>Conclusies en aanbevelingen</i> .....                                                      | 133        |
| <b>9</b> | <b>INDICATIEVE BEREKENING VAN DE MILIEUGERELATEERDE GEZONDHEIDSKOSTEN IN VLAANDEREN</b> ..... | <b>135</b> |
| 9.1      | <i>Mortaliteitseffecten</i> .....                                                             | 136        |
| 9.1.1    | <i>Chronische effecten</i> .....                                                              | 136        |
| 9.1.2    | <i>Acute effecten</i> .....                                                                   | 137        |
| 9.1.2.1  | PM10 en volwassenen.....                                                                      | 137        |
| 9.1.2.2  | Ozon en volwassenen.....                                                                      | 137        |
| 9.1.2.3  | PM10 en baby's.....                                                                           | 137        |
| 9.2      | <i>Morbiditeitseffecten die gelieerd zijn aan PM10</i> .....                                  | 138        |
| 9.2.1    | <i>Nieuwe gevallen van chronische bronchitis</i> .....                                        | 138        |
| 9.2.2    | <i>Hospitalisaties</i> .....                                                                  | 138        |
| 9.2.3    | <i>Huisartsconsultaties wegens astma</i> .....                                                | 140        |
| 9.2.4    | <i>Huisartsconsultaties wegens problemen van de hogere luchtwegen</i> .....                   | 144        |
| 9.2.5    | <i>Bronchodilatorgebruik</i> .....                                                            | 145        |
| 9.2.6    | <i>Symptoomdagen wegens problemen van de lagere luchtwegen</i> .....                          | 146        |
| 9.2.7    | <i>Synthese voor PM10</i> .....                                                               | 148        |
| 9.3      | <i>Morbiditeitseffecten die gelieerd zijn aan PM2,5</i> .....                                 | 149        |
| 9.3.1    | <i>Productiviteitsverlies wegens absenteïsme</i> .....                                        | 149        |
| 9.3.2    | <i>WTP om ziekte-dagen te vermijden</i> .....                                                 | 150        |
| 9.3.3    | <i>Kostprijs van verloren huishoudelijke arbeid</i> .....                                     | 151        |
| 9.3.4    | <i>Synthese voor PM2,5</i> .....                                                              | 152        |
| 9.4      | <i>Morbiditeitseffecten die gelieerd zijn aan ozon</i> .....                                  | 153        |
| 9.4.1    | <i>Hospitalisaties</i> .....                                                                  | 153        |
| 9.4.2    | <i>Minor restricted activity days</i> .....                                                   | 154        |

|           |                                                                                      |            |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 9.4.3     | <i>Effecten op symptomen bij kinderen</i> .....                                      | 154        |
| 9.4.4     | <i>Huisartsconsultaties voor allergische rinitis</i> .....                           | 155        |
| 9.4.5     | <i>Bronchodilatorgebruik door kinderen</i> .....                                     | 157        |
| 9.4.6     | <i>Bronchodilatorgebruik door volwassenen</i> .....                                  | 157        |
| 9.4.7     | <i>Synthese voor ozon</i> .....                                                      | 158        |
| <b>10</b> | <b>BELEIDSAANBEVELINGEN VOOR TOEKOMSTIGE WAARDERINGSSTUDIES</b> .....                | <b>159</b> |
| 10.1      | Epidemiologische studies .....                                                       | 160        |
| 10.2      | Omgevingsconcentraties en blootstellingsscenario's .....                             | 161        |
| 10.3      | Directe medische kosten .....                                                        | 162        |
| 10.4      | Kosten van productiviteitsverlies.....                                               | 164        |
| 10.5      | Aanbevelingen met betrekking tot wtp studies .....                                   | 165        |
| 10.5.1    | <i>Steun op overgedragen schattingen bekomen in andere landen</i> .....              | 165        |
| 10.5.2    | <i>Repliceer het meest recente onderzoek in Vlaanderen</i> .....                     | 167        |
| 10.5.3    | <i>Ontwikkeling van een op maat gemaakte waarderingmethode voor Vlaanderen</i> ..... | 167        |
| 10.5.3.1  | Het gebruik van niet-markt waarderingmethodes.....                                   | 168        |
| 10.5.3.2  | De mate waarin de respondenten het te waarderen "goed" begrijpen.....                | 168        |
| 10.5.3.3  | De behandeling van de context in het ontwerp van de enquête.....                     | 169        |
| 10.5.3.4  | Het ontlokken van een antwoord.....                                                  | 170        |
| 10.5.3.5  | Betalingsmethode .....                                                               | 170        |
| 10.5.3.6  | De voorkeuren van kinderen en toekomstige generaties .....                           | 171        |
| 10.5.3.7  | Onwaarschijnlijke gebeurtenissen met zware gevolgen.....                             | 171        |
| 10.5.4    | <i>Besluit</i> .....                                                                 | 171        |
|           | <b>LITERATUURLIJST</b> .....                                                         | <b>173</b> |





## LIJST MET AFKORTINGEN

|         |                                                                                                              |
|---------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ATC     | Anatomical Therapeutic Chemical Classification System.                                                       |
| AZV-SHA | Anoniem ziekenhuisverblijf – séjour hospitalier anonyme                                                      |
| BIGE    | Belgisch Instituut voor Gezondheidseconomie                                                                  |
| BIM     | Brussels Instituut voor Milieubeheer                                                                         |
| CAFE    | Clean Air for Europe                                                                                         |
| CAR     | Calculation of Air Pollution from Road Traffic                                                               |
| CBA     | Cost Benefit Analysis                                                                                        |
| CO      | Koolstofmonoxide                                                                                             |
| COI     | Cost of Illness                                                                                              |
| COPD    | Chronic obstructive pulmonary disease                                                                        |
| CPLS    | Cost Per Life Saved                                                                                          |
| CPLYS   | Cost Per Life Year Saved                                                                                     |
| CRF     | Concentratie-respons functie                                                                                 |
| CVM     | Contingent Valuation Method                                                                                  |
| DALY    | Disability Adjusted Life Years (verloren gezonde levensjaren)                                                |
| DRF     | Dosis-respons functie                                                                                        |
| DRG     | Diagnosis Related Group                                                                                      |
| ECHRS   | European Community Respiratory Health Survey                                                                 |
| EPA     | Environmental Protection Agency                                                                              |
| ERF     | Blootstelling-respons functie                                                                                |
| EUROS   | EUROpean Operational Smog model                                                                              |
| EXIOPOL | A New Environmental Accounting Framework Using Externality Data and Input – Output Tools for Policy Analysis |
| EXPOLIS | European study on air pollution exposures of adult populations in seven cities                               |
| ExternE | Externalities of Energy                                                                                      |
| FARES   | Fonds des Affectations Respiratoires                                                                         |
| FCM     | Friction Cost Methode                                                                                        |
| FIM     | Finse mark                                                                                                   |
| GINA    | Global Initiative for Asthma                                                                                 |
| HCA     | Human Capital Approach                                                                                       |
| HEIMTSA | Health and Environment Integrated Methodology and Toolbox for Scenario Assessment                            |
| ICD     | International Classification of Diseases                                                                     |
| IMA     | Intermutualistisch Agentschap                                                                                |
| IRCEL   | Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu                                                                    |

|                 |                                                                            |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------|
| ISAAC           | International Study of Asthma and Allergies in Childhood                   |
| KCE             | Kenniscentrum voor de Gezondheidszorg                                      |
| LCA             | Levenscyclusanalyse                                                        |
| LOGO            | Lokaal Gezondheidsoverleg vzw                                              |
| LRS             | Lower respiratory symptoms                                                 |
| MAP             | Milieuactieprogramma                                                       |
| MDC             | Major Diagnostic Categories                                                |
| MFG             | Minimale financiële gegevens                                               |
| MIRA            | Milieurapport Vlaanderen                                                   |
| MKG             | Minimale klinische gegevens                                                |
| MRAD            | Minor Restricted Activity Days                                             |
| MRS             | Marginal Substitution Rate                                                 |
| NEEDS           | New Energy Externalities Developments for Sustainability                   |
| NewExt          | New Elements for the Assessment of External Costs from Energy Technologies |
| NIS             | Nationaal Instituut voor Statistiek                                        |
| NOAA            | National Oceanic and Atmospheric Administration                            |
| NO <sub>x</sub> | Stikstofoxiden                                                             |
| OCL             | Ondersteuningscel Logo's vzw                                               |
| OESO            | Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling                  |
| OR              | Odds ratio                                                                 |
| PAK             | Polycyclische aromatische koolwaterstoffen                                 |
| PAN             | peroxyacetylnitraat                                                        |
| PM              | Particulate matter (fijn stof)                                             |
| PSBH            | Panelstudie van Belgische Huishoudens                                      |
| RAD             | Restricted Activity Day                                                    |
| RCIB            | Regionale Cel voor Interventie bij Binnenluchtvervuiling                   |
| RIVM            | Nederlandse Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu                  |
| RIZIV           | Rijksinstituut voor ziekte- en invaliditeitsverzekering                    |
| RR              | Relatief risico                                                            |
| RSP             | Respirable Suspended Particles (inhaleerbare deeltjes)                     |
| SAHS            | small area health statistics                                               |
| SHA             | Séjour hospitalier anonyme                                                 |
| SILC            | Survey on Income and Living Conditions                                     |
| SPMA            | Standardized Procedures for Mortality Analysis                             |
| TCT             | Technische cel –cellule technique                                          |
| TNO             | Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek    |

|       |                                                                                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| TOR   | Onderzoeksgroep "Tempus Omnia Revelat" tijdsbesteding van de VUB                    |
| VERHI | Valuation of Environment Related Health Impacts with a particular focus on children |
| VI    | verzekeringsinstelling                                                              |
| VITO  | Vlaams Instituut voor Technologisch Onderzoek                                       |
| VMM   | Vlaamse Milieumaatschappij                                                          |
| VOLY  | Value of Life Year (lost)                                                           |
| VOS   | Vluchtige organische stoffen                                                        |
| VRIND | Vlaams regionale indicatoren                                                        |
| VSL   | Value of Statistical Life                                                           |
| WIV   | Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid                                          |
| WLD   | Work Loss Days                                                                      |
| WTA   | Willingness to Accept                                                               |
| WTP   | Willingness to Pay                                                                  |
| YOLL  | Years of Life Lost                                                                  |



## LIJST MET FIGUREN

|                                                                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figuur 2-1: Globale structuur ExDALY model .....                                                                                                     | 7  |
| Figuur 4-1: Fictieve samenstelling van een blootstellingsscenario per individu .....                                                                 | 28 |
| Figuur 4-2: Overzicht van de jaargemiddelde PM10-concentratie in Vlaanderen in 2006 (VMM/IRCEL, 2007) .....                                          | 31 |
| Figuur 4-3: Overzicht van de jaargemiddelde NO <sub>2</sub> -concentratie in Vlaanderen in 2006 (VMM/IRCEL, 2007) .....                              | 32 |
| Figuur 4-4: Jaargemiddelde PM10-concentratie langs het hoofdwegennet in Vlaanderen voor het jaar 2010 (bron: Teeuwisse S. en Vanhove F., 2004) ..... | 35 |
| Figuur 4-5: Typische opbouw van jaargemiddelde PM10-concentraties in steden (straten) .....                                                          | 37 |
| Figuur 5-1. Voorbeeld van het risicorooster zoals op scherm getoond in de NEWEXT enquête .....                                                       | 51 |
| Figuur 5-2. Winst in levensverwachting (LE) wanneer de luchtvervuiling afneemt (voorbeeld van iemand die nu 50 jaar oud is) .....                    | 53 |



## LIJST MET TABELLEN

|                                                                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 1-1: Luchtpolluenten en hun effect op de volksgezondheid (EC, 2005).....                                                                                                                           | 3  |
| Tabel 3-1: Wijze van invulling van de verschillende parameters ter berekening van het attributieve aantal N .....                                                                                        | 15 |
| Tabel 3-2: Kritische analyse van de wijze van invulling van de verschillende parameters ter berekening van het attributieve aantal N .....                                                               | 15 |
| Tabel 4-1: Aandeel in tijd van de blootstelling aan bepaalde microlocaties in de totale jaarlijkse blootstellingstijd (%) voor verschillende subgroepen van de bevolking .....                           | 30 |
| Tabel 4-2: Overzicht van de resultaten van een simulatie met CAR Vlaanderen van de concentraties langs een fictieve buitenweg op verschillende locaties in Vlaanderen in 2005 en 2010 .....              | 36 |
| Tabel 4-3: Koppeling van geselecteerde microlocaties aan de geschikte concentraties voor PM10, PM2,5, ozon en NO <sub>2</sub> .....                                                                      | 38 |
| Tabel 4-4: Gewogen gemiddelde blootstellingsconcentraties aan PM10 in 2006 voor de groep 'werkende', woonachtig binnen de 4x4 km grid met als middelpunt het punt met Lambertcoördinaten (104;186) ..... | 38 |
| Tabel 5-1: Overzicht van beschikbare hedonische loonstudies .....                                                                                                                                        | 44 |
| Tabel 6-1: Europese empirische studies rond VSL waarden tot 1995 .....                                                                                                                                   | 65 |
| Tabel 6-2: Waardering van morbiditeitspunten in ExternE 1995 .....                                                                                                                                       | 66 |
| Tabel 6-3: Kosten gekoppeld aan morbiditeitsymptomen (Otterstrôm et al., 1998) .....                                                                                                                     | 68 |
| Tabel 6-4: WTP voor het vermijden van een aantal gezondeindpunten (in 2005 Euro) (CSERGE, 1999) .....                                                                                                    | 69 |
| Tabel 6-5: Morbiditeitswaarden aanbevolen in ExternE 2001 .....                                                                                                                                          | 69 |
| Tabel 6-6: NewExt resultaten voor mortaliteitseffecten (Euro, in 2005 prijzen) .....                                                                                                                     | 70 |
| Tabel 6-7: NewExt resultaten voor morbiditeitseffecten.....                                                                                                                                              | 71 |
| Tabel 6-8: Waarden voor gebruik in CAFE CBA: impact van chronische blootstelling op mortaliteit (Euro, in 2005 prijzen) .....                                                                            | 72 |
| Tabel 6-9. Morbiditeitswaarden aanbevolen in CAFE CBA .....                                                                                                                                              | 72 |
| Tabel 6-10: Waardering van gezondeindpunten van kinderen.....                                                                                                                                            | 74 |
| Tabel 6-11: Overzicht van monetaire waarden voor effecten op volksgezondheid volgens NEEDS .....                                                                                                         | 76 |
| Tabel 6-12: Waarden per maand (in 2005 Euro) (Chilton et al., 2004) .....                                                                                                                                | 77 |
| Tabel 6-13: Bepaling van het waarderingsinterval van vermijden van ziekenhuisopnames ten gevolge van luchtwegklachten of cardiovasculaire klachten (DEFRA, 2006) .....                                   | 78 |

|                                                                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 6-14: Vergelijking VOLYs gebruikt in Vlaanderen en vergelijking met waarden zoals voorgesteld in de meest recente Europese studies ..... | 80  |
| Tabel 6-15: vergelijking eenheidskosten opgenomen in ExDALY, CAFE (2005 prijzen) en NEEDS .....                                                | 82  |
| Tabel 7-1: Gezondheidsimpacten van fijn stof en ozon gerapporteerd in ExternE .....                                                            | 88  |
| Tabel 7-2: CRF voor chronische mortaliteit te wijten aan PM <sub>2,5</sub> .....                                                               | 90  |
| Tabel 7-3: CRF voor acute mortaliteit bij volwassenen te wijten aan PM <sub>10</sub> .....                                                     | 90  |
| Tabel 7-4: CRF voor acute mortaliteit bij volwassenen te wijten aan ozon .....                                                                 | 91  |
| Tabel 7-5: CRF voor acute mortaliteit bij baby's te wijten aan PM <sub>10</sub> .....                                                          | 91  |
| Tabel 7-6: CRF voor nieuwe gevallen van chronische bronchitis te wijten aan PM <sub>10</sub> .....                                             | 92  |
| Tabel 7-7: CRF voor hospitalisaties te wijten aan PM <sub>10</sub> .....                                                                       | 92  |
| Tabel 7-8: CRF voor huisartsconsultaties te wijten aan PM <sub>10</sub> .....                                                                  | 93  |
| Tabel 7-9: CRF voor bronchodilatorgebruik te wijten aan PM <sub>10</sub> .....                                                                 | 94  |
| Tabel 7-10: CRF voor problemen van de lagere luchtwegen te wijten aan PM <sub>10</sub> .....                                                   | 94  |
| Tabel 7-11: CRF voor ziektedagen te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>2,5</sub> .....                                                    | 95  |
| Tabel 7-12: CRF voor hospitalisaties wegens ademhalingsproblemen bij 65-plussers te wijten aan ozon.                                           | 95  |
| Tabel 7-13: CRF voor dagen met licht verminderde activiteit te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> ozon (bevolking 18-64 jaar) .....               | 96  |
| Tabel 7-14. CRF voor symptoomdagen bij kinderen te wijten aan ozon. ....                                                                       | 96  |
| Tabel 7-15: CRF voor huisartsconsultaties voor allergische rinitis te wijten aan ozon.....                                                     | 97  |
| Tabel 7-16: CRF voor bronchodilatorgebruik bij kinderen met astma, te wijten aan ozon.....                                                     | 97  |
| Tabel 7-17: Impactfunctie voor bronchodilatorgebruik bij kinderen in de algemene populatie, te wijten aan ozon. ....                           | 98  |
| Tabel 7-18: Impact ozon op bronchodilatorgebruik bij volwassenen (Hurley et al. (2005)) .....                                                  | 98  |
| Tabel 8-1: Gemiddelde kostprijs per hospitalisatie wegens hart- of ademhalingsproblemen .....                                                  | 102 |
| Tabel 8-2: Werkgelegenheid in Vlaanderen per leeftijd en geslacht.....                                                                         | 112 |
| Tabel 8-3: Absenteïsme in de SD WORX steekproef .....                                                                                          | 113 |
| Tabel 8-4: Kinderopvangvoorzieningen en financieringsbronnen .....                                                                             | 114 |
| Tabel 8-5: Dagelijks aantal uren huishoudelijke arbeid per leeftijdscategorie .....                                                            | 115 |
| Tabel 8-6: Model run: 9-landen samengevoegd – WTP 6 maanden levensverwachting.....                                                             | 121 |
| Tabel 8-7: Model run: VK en Frankrijk– WTP 6 maanden levensverwachting .....                                                                   | 121 |



|                                                                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 8-8: Model run: Frankrijk – WTP 6 maanden levensverwachting .....                                                                                    | 122 |
| Tabel 8-9: Model run: 9-landen samengevoegd – WTP 3 maanden levensverwachting.....                                                                         | 122 |
| Tabel 8-10: Model run: VK en Frankrijk – WTP 3 maanden levensverwachting.....                                                                              | 122 |
| Tabel 8-11: Model run: Frankrijk – WTP 3 maanden levensverwachting .....                                                                                   | 122 |
| Tabel 8-12: Overgedragen WTP schattingen – Vlaanderen .....                                                                                                | 123 |
| Tabel 8-13: Oorspronkelijke resultaten per land (NEEDS) .....                                                                                              | 123 |
| Tabel 8-14: Model run: Verenigd Koninkrijk – WTP voor een onmiddellijke afname van het risico op overlijden in de komende tien jaar met 5 op 1000.....     | 125 |
| Tabel 8-15: Model run: Verenigd Koninkrijk – WTP voor een onmiddellijke afname van het risico op overlijden in de komende tien jaar met 1 op 1000.....     | 126 |
| Tabel 8-16: Model run: Frankrijk – WTP voor een onmiddellijke afname van het risico op overlijden in de komende tien jaar met 5 op 1000 .....              | 127 |
| Tabel 8-17: Model run: Frankrijk – WTP voor een onmiddellijke afname van het risico op overlijden in de komende tien jaar met 1 op 1000 .....              | 128 |
| Tabel 8-18: Model run met 3 landen samengevoegd: WTP voor een onmiddellijke afname van het risico op overlijden in de komende tien jaar met 5 op 1000..... | 129 |
| Tabel 8-19: Overgedragen NewExt WTP schattingen voor Vlaanderen (prijzen van 2007) .....                                                                   | 130 |
| Tabel 8-20: Waarden gebruikt in CAFE CBA: mortaliteit (prijzen van 2000) .....                                                                             | 130 |
| Tabel 8-21: Samenvatting van de WTP om pijn en lijden te vermijden in CAFE (Watkiss et al. 2005) ...                                                       | 131 |
| Tabel 8-22: WTP om pijn en lijden te vermijden: overdracht naar Vlaanderen .....                                                                           | 132 |
| Tabel 8-23: Aanbevolen waarden voor de mortaliteitseindpunten (€, 2008 prijzen). .....                                                                     | 134 |
| Tabel 9-1: Kost van chronische mortaliteit te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>2,5</sub> (VOLY maatstaf). .....                                     | 136 |
| Tabel 9-2: Kost van acute mortaliteit te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>10</sub> (VSL maatstaf). .....                                            | 137 |
| Tabel 9-3: Kost van acute mortaliteit te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> ozon (VSL maatstaf). .....                                                        | 137 |
| Tabel 9-4: Postneonataal overlijden in Vlaanderen.....                                                                                                     | 137 |
| Tabel 9-5: Impactfunctie voor acute mortaliteit bij baby's te wijten aan PM <sub>10</sub> .....                                                            | 138 |
| Tabel 9-6: Kost van acute mortaliteit bij baby's te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>10</sub> (VSL benadering).....                                 | 138 |
| Tabel 9-7: Jaarlijks aantal spoedhospitalisaties wegens ademhalingsproblemen per 100.000 individuen in het Vlaams gewest.....                              | 139 |
| Tabel 9-8: Jaarlijks aantal spoedhospitalisaties wegens hartproblemen per 100.000 individuen in het Vlaams gewest.....                                     | 139 |
| Tabel 9-9: Vlaamse impactfuncties voor hospitalisaties te wijten aan PM <sub>10</sub> . .....                                                              | 139 |

|                                                                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 9-10: Eenheidskostprijs van hospitalisaties te wijten aan ademhalings- en hartproblemen.....                                                                        | 140 |
| Tabel 9-11: Kost van hospitalisaties te wijten aan 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 .....                                                                                 | 140 |
| Tabel 9-12: WTP om hospitalisaties te wijten aan 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 te vermijden.....                                                                       | 140 |
| Tabel 9-13: Vlaamse astmapopulatie in 2006.....                                                                                                                           | 141 |
| Tabel 9-14: Astmaprevalentie volgens Gezondheidsenquête versus IMA.....                                                                                                   | 141 |
| Tabel 9-15: Huisartsbezoeken te wijten aan astma .....                                                                                                                    | 142 |
| Tabel 9-16: Huisartsbezoeken (per astmapatiënt) te wijten aan astma van april tot mei.....                                                                                | 142 |
| Tabel 9-17: Huisartsbezoeken wegens astma in Vlaanderen versus ExternE cijfers .....                                                                                      | 142 |
| Tabel 9-18: Vlaamse impactfunctie voor huisartsbezoeken per 1000 personen wegens astma-aanvallen .....                                                                    | 143 |
| Tabel 9-19: Kost van huisartsconsultaties wegens astma te wijten aan 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 .....                                                               | 143 |
| Tabel 9-20: WTP voor het vermijden van huisartsconsultaties wegens astma te wijten aan 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10.....                                              | 143 |
| Tabel 9-21: Patiënten met problemen van de hogere luchtwegen (met uitzondering van allergische rinitis) .....                                                             | 144 |
| Tabel 9-22: Gemiddeld jaarlijks aantal huisartsconsultaties <i>wegens</i> problemen van de hogere luchtwegen (bij patiënten met problemen van de hogere luchtwegen) ..... | 144 |
| Tabel 9-23: Gemiddeld jaarlijks aantal huisartsconsultaties <i>wegens</i> problemen van de hogere luchtwegen (per persoon van de algemene populatie).....                 | 144 |
| Tabel 9-24: Vlaamse impactfunctie voor huisartsbezoeken per 1000 personen (algemene populatie) wegens problemen van de hogere luchtwegen.....                             | 145 |
| Tabel 9-25: Kost van huisartsconsultaties wegens problemen van de hogere luchtwegen te wijten aan 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10 .....                                  | 145 |
| Tabel 9-26: ExternE Impactfunctie voor gebruik bronchodilator bij astmapatiënten.....                                                                                     | 145 |
| Tabel 9-27: Impactfunctie voor gebruik bronchodilator bij astmapatiënten .....                                                                                            | 146 |
| Tabel 9-28: Kost van bronchodilatorgebruik te wijten aan 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM 10.....                                                                           | 146 |
| Tabel 9-29: ExternE impactfunctie voor problemen van de lagere luchtwegen te wijten aan PM10.....                                                                         | 147 |
| Tabel 9-30: Vlaamse impactfunctie voor problemen van de lagere luchtwegen te wijten aan PM10.....                                                                         | 147 |
| Tabel 9-31: Totale WTP voor het vermijden problemen van de lagere luchtwegen te wijten aan 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PM10.....                                          | 147 |
| Tabel 9-32: Milieugerelateerde morbiditeitseffecten te wijten aan 10 $\text{mg}/\text{m}^3$ PM 10.....                                                                    | 148 |
| Tabel 9-33: Vlaamse impactfunctie voor absentieïsme te wijten aan PM2,5.....                                                                                              | 149 |

---

|                                                                                                                                                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 9-34: Productiviteitsverlies door absenteïsme te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>2,5</sub> .....                                            | 149 |
| Tabel 9-35: WTP om ziektedagen te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>2,5</sub> te vermijden (werkende bevolking)...                                  | 150 |
| Tabel 9-36: Vlaamse activiteitsgraad.....                                                                                                                 | 150 |
| Tabel 9-37: WTP om ziektedagen te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>2,5</sub> te vermijden (bevolking 15-65 jaar)..                                 | 150 |
| Tabel 9-38: Impactfunctie voor dagen met (licht) verminderde activiteit te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>2,5</sub> (bevolking 15-65 jaar).....  | 151 |
| Tabel 9-39: WTP om dagen met (licht) verminderde activiteit te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>2,5</sub> te vermijden (bevolking 15-65 jaar)..... | 151 |
| Tabel 9-40: Kostprijs van verloren huishoudelijke arbeid te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>2,5</sub> (bevolking 15-65 jaar).....                 | 152 |
| Tabel 9-41: Milieugerelateerde morbiditeitseffecten te wijten aan 10mg/m <sup>3</sup> PM <sub>2,5</sub> .....                                             | 152 |
| Tabel 9-42: Jaarlijks aantal spoedhospitalisaties wegens ademhalingsproblemen per 100.000 bejaarden (+65 jaar) in het Vlaams gewest.....                  | 153 |
| Tabel 9-43: Vlaamse impactfunctie voor hospitalisaties wegens ademhalingsproblemen bij 65-plussers te wijten aan ozon. ....                               | 153 |
| Tabel 9-44: COI van hospitalisaties te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> ozon.....                                                                          | 153 |
| Tabel 9-45: WTP om hospitalisaties te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> ozon te vermijden.....                                                              | 154 |
| Tabel 9-46: Impactfunctie voor dagen met licht verminderde activiteit te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> ozon....                                         | 154 |
| Tabel 9-47: WTP om dagen met licht verminderde activiteit te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> ozon te vermijden                                            | 154 |
| Tabel 9-48: Kostprijs van de verloren gegane huishoudelijk arbeid te wijten aan 10 µg/ m <sup>3</sup> ozon .....                                          | 154 |
| Tabel 9-49: ExternE impactfunctie voor luchtwegenproblemen bij kinderen, te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> ozon .....                                    | 155 |
| Tabel 9-50: Vlaamse impactfunctie voor luchtwegenproblemen bij kinderen, te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> ozon .....                                    | 155 |
| Tabel 9-51: Totale WTP voor het vermijden problemen van luchtwegenproblemen bij kinderen te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> ozon .....                    | 155 |
| Tabel 9-52: Vlaamse populatie met allergische rinitis in 2006 .....                                                                                       | 156 |
| Tabel 9-53: Huisartsbezoeken te wijten aan allergische rinitis.....                                                                                       | 156 |
| Tabel 9-54: Aantal huisartsconsultaties wegens allergische rinitis per jaar per persoon voor de totale populatie .....                                    | 156 |
| Tabel 9-55: Vlaamse impactfunctie voor huisartsconsultaties wegens allergische rinitis .....                                                              | 157 |
| Tabel 9-56: Kost van huisartsconsultaties wegens rinitis te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> PM <sub>10</sub> .....                                        | 157 |
| Tabel 9-57: Kost van bronchodilatorgebruik bij kinderen te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> ozon.....                                                      | 157 |

|                                                                                                                          |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabel 9-58: Verandering in het jaarlijks aantal dagen waarop volwassenen in Vlaanderen een bronchodilator gebruiken..... | 157 |
| Tabel 9-59: Kost van bronchodilatorgebruik bij volwassenen te wijten aan 10 µg/m <sup>3</sup> ozon.....                  | 158 |
| Tabel 9-60: Milieugerelateerde morbiditeitseffecten te wijten aan 10mg/m <sup>3</sup> ozon.....                          | 158 |

## SAMENVATTING

De doelstelling van deze studie was het maken van een overzicht en een kritische analyse van de bestaande berekeningen op basis van de ExternE-methode van externe gezondheidskosten van luchtverontreiniging in Vlaanderen. Dit wordt verder uitgeschreven in Hoofdstuk 1. De gezondheidskosten waarop deze studie betrekking heeft, zijn beperkt tot de effecten van luchtverontreiniging van fijn stof (PM<sub>2,5</sub> en PM<sub>10</sub>) en troposferisch ozon op de mens. Oorspronkelijk waren ook de effecten door NO<sub>2</sub> opgenomen in de opdracht, maar om redenen aangehaald in Hoofdstuk 2 werd dit weggelaten.

Voor de kwantificering van de kosten van de milieueffecten hebben we gebruik gemaakt van de zogenaamde schadefunctieketenmethode:

- Inventaris van de emissies
- Modelling van de verspreiding en de daaruit voortvloeiende omgevingsconcentraties;
- Blootstelling aan deze concentraties;
- Impact in fysieke eenheden (aan de hand van zogenaamde dosis-respons relaties (CRF))
- Waarderingsanalyse: omzetting van deze impact in monetaire eenheden

In Hoofdstuk 2 beschrijven we het ExDALY model, dat momenteel wordt gebruikt in Vlaanderen voor de berekening van milieugerelateerde gezondheidskosten.

Per stap in de schadefunctieketen geven we een beschrijving van de huidige methode, een kritische analyse van de methode en een eerste indicatie van mogelijke aanvullingen/verbeteringen. Daar het huidige model omgevingsconcentraties gebruikt, is een kritische evaluatie van cijfers over emissies en verspreiding (stap 1 en 2 in de schadefunctieketen) niet relevant.

Impactfuncties zijn nodig voor stap 4 in de schadefunctieketen; ze beschrijven de relatie tussen de blootstelling aan bepaalde pollutanten en bepaalde gezondheidseffecten. In Hoofdstuk 3 beschrijven we de impactfuncties die momenteel in Vlaanderen worden gebruikt. We bieden ook een kort overzicht van de verschillende statistische technieken die worden gebruikt om deze functie te schatten, en bespreken het specifiek probleem van impactfuncties voor mortaliteitseffecten.

Hoofdstuk 4 evalueert een aantal pistes met betrekking tot de te gebruiken omgevingsconcentraties en blootstellingsscenario's. Een verfijning van de gebruikte omgevingsconcentraties en blootstellingsscenario's met de momenteel beschikbare data is echter weinig zinvol omdat er geen concentratie-respons functies beschikbaar zijn voor verschillende plaatsen en tijdstippen en omdat er veel onzekerheid bestaat betreffende het verschil in variabiliteit van de blootstelling over het Vlaams grondgebied ten opzichte van de variabiliteit per grid van 4x4 km.

In de toekomst, en indien meer kennis is over concentratie-respons functies voor verschillende locaties, tijdstippen, enz..., kan de opdrachtgever gebruik maken van het blootstellingsscenario uit hoofdstuk 4.2.3.

Vervolgens bieden we een uitgebreide bespreking van de verschillende methodes die gebruikt kunnen worden in stap 5, de berekening van de monetaire waarde van gezondheidseffecten (Hoofdstuk 5). Gezondheidskosten in de brede zin omvatten directe medische kosten, directe niet-medische kosten, het productiviteitsverlies te wijten aan ziekte en de kosten gemaakt om ziekte te vermijden, maar ook de "subjectieve" kosten verbonden aan de pijn en het ongemak waar ziekte mee gepaard gaat. Deze "subjectieve" kosten kunnen geschat worden door het gedrag te observeren in markten van goederen die verwant zijn aan milieukwaliteit ("gereveleerde voorkeur") of door rechtstreekse bevraging ("uitgedrukte voorkeur").

Dit hoofdstuk wordt aangevuld door een uitgebreide beschrijving van de stand van zaken qua internationaal empirisch werk in dit domein, en van hun toepassingen in Vlaanderen (Hoofdstuk 6).

Vervolgens gaan we over tot een inventaris van de data die we nodig hebben om de bestaande schattingen van milieugerelateerde gezondheidskosten in Vlaanderen te actualiseren (Hoofdstuk 7). We beperken ons daarbij tot deze effecten waarvoor binnen het ExternE project een concentratie-responsfunctie werd gepubliceerd. In het geval van fijn stof kijken we naar het effect op het aantal vroegtijdige overlijdens, op nieuwe gevallen van chronische bronchitis, op het aantal hospitalisaties wegens hart- of ademhalingsproblemen, op het aantal huisartsconsultaties, op absenteïsme en (meer in het algemeen) het activiteitsniveau, op het gebruik van bronchodilatoren en naar het aantal dagen met bepaalde symptomen. In het geval van ozon, kijken we naar het effect op vroegtijdige overlijdens, op het aantal hospitalisaties wegens ademhalingsproblemen, op het aantal huisartsconsultaties, op het activiteitsniveau, op het gebruik van bronchodilatoren en op het aantal dagen met bepaalde symptomen.

Hoofdstuk 8 bevat een overzicht van de gegevensbronnen waarvan we de bruikbaarheid in de loop van deze studie hebben onderzocht. Uiteindelijk hebben we beslist volgende bronnen te gebruiken voor de actualisering van de berekeningen:

- Voor de berekening van de directe medische kosten verbonden aan hospitalisaties, maken we gebruik van de Minimale Klinische Gegevens.
- De kosten van huisartsconsultaties te wijten aan luchtverontreiniging worden geschat aan de hand van berekeningen uitgevoerd door het Intermutualistisch Agentschap.
- De kosten van productiviteitsverlies omwille van absenteïsme worden geschat aan de hand van de enquête van SD Worx; de verloren waarde van huishoudelijke arbeid wordt geschat aan de waarde van PWA cheques. Er bestaan geen bruikbare gegevens over de kost van kinderopvang of van informele verzorging.
- De "subjectieve" kost verbonden aan vroegtijdig overlijden wordt afgeleid uit de Europese projecten NEEDS en NewExt.
- De "subjectieve" kost verbonden aan morbiditeit wordt afgeleid uit het Europese programma CAFE.

Op basis daarvan voeren we een ruwe schatting uit van de gezondheidskosten die overeenkomen met een kleine verandering in de bestaande concentraties ozon en fijn stof (Hoofdstuk 9). Ondanks de grote onzekerheidsmarges met betrekking tot elke individuele berekening, kunnen we stellen dat de "harde" marginale gezondheidskost te wijten aan PM2.5, PM10 en ozon in de orde van grootte van enkele tientallen miljoenen EUR ligt. Indien we ook rekening houden met "subjectieve" gezondheidskosten, loopt de schatting al snel in de miljarden EUR.

Hoofdstuk 10 bevat het besluit en een evaluatie van de prioritaire acties om de bestaande schattingen verder te verfijnen. Het essentieel probleem is dat al onze berekeningen gebaseerd zijn op epidemiologische studies en administratieve databanken die niet zijn georganiseerd met de bedoeling om een antwoord te bieden op de gestelde onderzoeksvragen. Ideaal gesproken, zou men in een studie van milieugerelateerde gezondheidskosten eerst een inventaris maken van de gezondheidseffecten die dienen bestudeerd te worden, en zou men op basis daarvan in Vlaanderen zelf een exhaustieve, niet-overlappende lijst opstellen van uit te voeren prospectieve studies. Omwille van budgetbeperkingen is zoiets waarschijnlijk niet mogelijk, en zal men moeten blijven "ad hoc" studies gebruiken die in een andere context en met andere finaliteiten werden ondernomen. Uit ons onderzoek is echter gebleken dat relatief kleine wijzigingen in bestaande enquêtes en in de organisatie van administratieve databanken al zouden kunnen leiden tot een zeer significante verbetering ten opzichte van de bestaande situatie.

## ENGLISH SUMMARY

The objectives of this study consisted in a review and a critical analysis of the existing calculations of environmental health costs (which are based on the ExternE method) in Flanders. The objectives and the approach to the study are further developed in chapter 1. The health effects covered in this study are limited to the effects on human health of air pollution due to particulates (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>) and tropospheric ozone. Initially, the effects of NO<sub>2</sub> were also included in the scope of the study, but these were omitted later, for reasons explained in chapter 2.

The quantification of the costs of the environmental effects is based upon the Impact Pathway Approach, which consists of the following steps:

- Emissions inventory;
- Dispersion modelling;
- Exposure to concentration;
- Quantification of physical impacts (based upon the concentration-response functions (CRF));
- Monetary valuation of these physical impacts.

In chapter 2, we describe the ExDALY model, which is currently used in Flanders for the quantification of environment related health costs.

For each step in the impact pathway, we describe the method that is currently in use, followed by a critical analysis of the method and a first indication of possible extensions or improvement. Because the current model uses ambient concentrations, it is not relevant to undertake a critical analysis of emissions and dispersion modelling (step 1 and 2 in the impact pathway).

Impact functions are necessary in step 4 of the impact pathway: they describe the relationship between exposure to certain pollutants and certain health effects. In chapter 3, we describe the impact functions that are currently in use in Flanders. We also provide a short overview of the statistical techniques that are used to estimate these functions, and we discuss the specific issues related to the impact functions for mortality effects.

Chapter 4 shows that it would make little sense at this stage to work on more detailed inventories of ambient concentrations or on more refined exposure scenarios. Indeed, the CRFs that are currently used are not differentiated across time and space anyway. Moreover, a lot of uncertainty surrounds the relative magnitude of the variance of exposure across the Flemish territory compared to the variance per grid of 4x4 km. If, in the future, more detailed CRFs would become available, then it would be possible to use the exposure scenario described in section 4.2.3.

In chapter 5, we discuss the methods that can be used in step 5 of the impact pathway approach, the calculation of the monetary value of the health effects. Health costs include direct medical costs, direct not-medical costs, the productivity losses due to poor health and the costs made to avoid illness, but also the "subjective" costs linked to the pain and suffering linked to illness. These "subjective" costs can be evaluated, either by observing behaviour in the markets for goods that are linked to environmental quality ("revealed preference") or by surveys asking the respondents to directly reveal their preferences ("revealed preference").

This chapter is complemented by an extensive description of the current status of international research in this field, and of the applications of this research in Flanders (chapter 6).

Next, we proceed with an inventory of the data that are needed for an update of the current estimates of environmental health costs in Flanders (chapter 7). We limit ourselves to those health effects for which

ExternE has published a CRF. In the case of particulates, we consider the effect on premature deaths, on new cases of chronic bronchitis, on hospital admissions because of respiratory or heart problems, on consultations with primary care physicians, on absenteeism and (in more general terms) the activity levels, on the use of bronchodilators and on the number of symptom days. In the case of ozone, we consider premature deaths, hospital admissions because of respiratory problems, consultations with primary care physicians, reduced activity levels, bronchodilator use and symptom days.

Chapter 8 provides an overview of the data sources that we have considered for possible use. The direct medical costs and the productivity losses are estimated using administrative databases of the Belgian health authorities on the one hand, and existing surveys of absenteeism in the private corporate sector on the other hand. The WTP to reduce premature mortality and morbidity are based upon transfers of the values used in European studies such as CAFE.

We use these data for a rough assessment of the health costs that correspond to small changes in the existing ambient concentrations of ozone and particulates (chapter 9). Despite the large uncertainty corresponding to each individual calculation, we can safely assert that the direct medical costs and the productivity losses due to particulates and ozone correspond to several tens of millions EUR. If we include the WTP to reduce premature deaths and illness, the estimates run within the billions of EUR.

Chapter 10 concludes and assesses the priority steps needed for further refinement of the existing estimates. The essential problem is that all our calculations are based upon epidemiological studies and administrative databases that have not been organised with the research questions of this study in mind. In an ideal world, a study of environment related health costs would start with an inventory of the health endpoints that need to be studied. Based upon this inventory, one would draft an exhaustive and non-overlapping list of studies that need to be performed in Flanders. Due to budget restrictions, this is probably not possible, and one will have to do with the results of "ad hoc" studies that have been undertaken in a different context and with other objectives in mind. Our research has shown however that relatively small changes in existing surveys and in the organisation of administrative databases could lead to significant improvements compared to the current situation.



# 1 INLEIDING EN DOELSTELLING

In het MIRA Achtergronddocument, 'Gevolgen voor economie' (2006) wordt het volgende gesteld:

In het milieubeleid is de bepaling van gezondheidsbaten van beleidsmaatregelen (reducties van emissies bvb.) in termen van gezondheidsindicatoren zoals verloren gezonde levensjaren niet altijd bruikbaar. Om een economische afweging te maken ten opzichte van beleidskosten is een monetaire indicator van de gezondheidsimpact handiger. Externe gezondheidskosten lenen zich hier uitstekend toe. Het is mogelijk om de potentiële gezondheidseffecten uit te drukken in externe gezondheidskosten. Dit laat toe – in zover data beschikbaar zijn – om verschillende impactcategorieën (impact op gezondheid, impact van luchtverontreiniging op materialen...) op een gemeenschappelijke noemer (monetaire eenheid) te brengen en deze te vergelijken met andere marktprijzen (zoals in kosten-batenanalyses van milieumaatregelen).

De Beleidsnota 2004-2009 Leefmilieu en Natuur van Minister Peeters geeft als vierde thematische strategische doelstelling Milieu en Gezondheid:

Bij beslissingen inzake milieu en gezondheid op het vlak van normstelling of in concrete situaties, willen we systematisch een goede maatschappelijke afweging laten doorvoeren van de positieve en negatieve consequenties van beleidsalternatieven. (...) We willen beslissingen kunnen nemen op basis van méér dan alleen informatie over de aard, omvang en bronnen van problemen inzake milieu en gezondheid. Het is nodig om per gesteld probleem ook een goede informatiebasis te hebben aan beschikbare alternatieve oplossingen: "Wat zijn hun relevante positieve en negatieve consequenties, kunnen de maatschappelijke kosten en baten monetair of anderszins worden gekwantificeerd, en hoe worden de lusten en lasten verdeeld?"

Over het **kosten**plaatje van het voorkomen en bestrijden van luchtmissies is al heel wat bekend (o.a. Milieukostenmodel-Lucht). Het is eveneens relevant te weten welke **baten** emissiereducties opleveren, of met andere woorden: wat zijn de totale kosten voor de maatschappij op vlak van gezondheid op dit ogenblik wanneer er géén extra maatregelen worden genomen om de luchtmissies terug te dringen? Dit kan worden gemeten aan de hand van de externe gezondheidskosten. Om bruikbaar te zijn in een kosten-batenanalyse moeten deze baten ook worden uitgedrukt in marginale baten per ton emissiereductie.

De benadering die we in dit rapport zullen volgen is consistent met de methode gebruikt in het ExternE project. ExternE (Externalities of Energy) is een onderzoeksproject van de Europese Commissie DG Research, opgestart in 1991. In dit project werd een methodologie ontwikkeld om externe kosten van milieuverontreiniging in te schatten door gebruik te maken van de schadefunctieketen (EC, 1995) - zie sectie 6.1 van dit rapport voor meer details.

Zoals uiteengezet in Bickel en Friedrich (2005, p.2) worden de volgende stappen ondernomen in de schadefunctieketenmethode<sup>1</sup>:

- Inventaris van de emissies;
- Modelleren van de verspreiding en de daaruit voortvloeiende omgevingsconcentraties;
- Blootstelling aan deze concentraties;
- Impact in fysieke eenheden (aan de hand van zogenaamde dosis-respons (C-R) relaties);
- Waarderingsanalyse: omzetting van deze impact in monetaire eenheden.

---

<sup>1</sup> Of Impact Pathway Approach.

Hurley et al. (2005) p. 20 onderscheiden volgende punten waar een gezondheidsimpactstudie een beslissing over dient te nemen:

|                                                                   |                                                                                                             |                                                             |
|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| 1. Identificatie van de meest relevante schadefunctieketen        |                                                                                                             |                                                             |
| 2. Voor de geïdentificeerde relevante schadefunctieketen          |                                                                                                             |                                                             |
|                                                                   | 2.a Welke concentratie-respons functies zullen gebruikt worden <sup>2</sup>                                 |                                                             |
|                                                                   | 2.b Op welke populatie deze betrekking hebben                                                               |                                                             |
|                                                                   | 2.c Wat de basis <b>prevalenties</b> of <b>incidenties</b> zijn qua mortaliteit en morbiditeit <sup>3</sup> |                                                             |
|                                                                   | 2.d Specifieke implementatiemodaliteiten                                                                    |                                                             |
|                                                                   | 2.e Het linken van de C-R functies met:                                                                     |                                                             |
|                                                                   |                                                                                                             | 2.e.(i) Schattingen van de vervuiling                       |
|                                                                   |                                                                                                             | 2.e.(ii) Schatting van de basis prevalenties of incidenties |
|                                                                   |                                                                                                             | 2.e.(iii) De toe te passen monetaire evaluaties             |
| 3. Een evaluatie van de onzekerheden in de impacten               |                                                                                                             |                                                             |
| 4. Een evaluatie van het belang van de niet-bestudeerde impacten. |                                                                                                             |                                                             |

De voorliggende studie heeft tot doel voor elke stap in de **schadefunctieketen** een kritische analyse te maken van de methodiek die tot op heden gebruikt werd, na te gaan waar het opportuun is om gegevens te actualiseren of specifieke gegevens voor Vlaanderen te gebruiken en ten slotte de nodige dataverzameling en berekeningen uit te voeren.

Het project werd uitgevoerd in drie fasen:

<sup>2</sup> Een concentratie-respons (C-R) functie geeft meestal weer wat de procentuele verandering is in een bepaald gezondheidseffect per eenheid verandering in een bepaalde pollutant – zie Hoofdstuk 3.

<sup>3</sup> Incidentie verwijst naar het aantal (nieuwe) gevallen met een aandoening die zich voordoen in een populatie gedurende een bepaalde periode. Prevalentie verwijst naar het aantal personen met een bepaalde aandoening op een bepaald tijdstip in een populatie.

- **Fase 1:** Overzicht en kritische analyse van bestaande berekeningen voor elke stap in de schadefunctieketen
- **Fase 2:** Actualiseren van gebruikte data
- **Fase 3:** Formuleren van beleidsaanbevelingen voor toekomstige waarderingstudies

In de geest van de voorgaande ExternE projecten, hebben we een **transparante, consistente** en een **allesomvattende** aanpak gehanteerd:

- Transparantie verzekeren we door een gedetailleerde weergave van de methodes gebruikt in voorgaande projecten in Vlaanderen en in dit project. Tevens wordt de onzekerheid, geassocieerd met de resultaten, weergegeven.
- Consistentie verzekeren we door de beproefde ExternE methodiek en toepassingen voor Vlaanderen te volgen.

In deze studie zullen we trachten allesomvattend te zijn door ook die domeinen waar geen kwantitatieve of gedetailleerde resultaten kunnen verkregen worden, te beschrijven en waar mogelijk duidelijk afgelijnde aanbevelingen te formuleren.

Een overzicht van de belangrijkste effecten van primaire en secundaire polluenten (gevormd in de lucht) is weergegeven in Tabel 1-1. Rond de toxiciteit van sulfaten en nitraten heerst er nog wetenschappelijke onzekerheid op dit moment. Zij vormen een groot aandeel van de fijn stof concentraties maar aangezien epidemiologische studies gebaseerd zijn op de massa aan fijn stof, zonder onderscheid te maken in componenten, kunnen de specifieke effecten van sulfaten en nitraten niet geïsoleerd worden.

**Tabel 1-1: Luchtpolluenten en hun effect op de volksgezondheid (EC, 2005)**

| Primaire Polluenten                  | Secondaire Polluenten | Effecten                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fijn stof (PM10, PM2,5, zwarte rook) |                       | Mortaliteit;<br>cardio-pulmonaire morbiditeit (cerebrovasculaire ziekenhuisopnames, hartfalen, chronische bronchitis, chronische hoest bij kinderen, symptomen aan lagere luchtwegen, hoest bij astmatici, verminderde activiteit) |
| SO <sub>2</sub>                      |                       | Mortaliteit;<br>Cardio-pulmonaire morbiditeit; (ziekenhuisopname, huisartsbezoeken, astma, absentieisme, verminderde activiteit (restricted activity))                                                                             |
|                                      | Sulfaten              | Idem als fijn stof?                                                                                                                                                                                                                |
| NOx                                  |                       | morbiditeit?                                                                                                                                                                                                                       |
|                                      | Nitraten              | Idem als fijn stof?                                                                                                                                                                                                                |
| NOx+VOS                              | Ozon                  | Mortaliteit<br>morbiditeit (ziekenhuisopnames wegens luchtwegklachten, dagen met verminderde activiteit (restricted activity days), astma aanvallen, symptoomdagen)                                                                |
| CO                                   |                       | mortaliteit (hartfalen)<br>Morbiditeit (cardio-vasculair)                                                                                                                                                                          |

| Primaire Polluenten                                         | Secondaire Polluenten | Effecten                                                                |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| PAK (diesel roetdeeltjes, benzeen, 1,3-butadiene, dioxines) |                       | kankers                                                                 |
| As, Cd, Cr-VI, Ni                                           |                       | Kankers; andere morbiditeitseffecten, Hg, Pb morbiditeit (neurotoxisch) |

De gezondheidskosten waarop deze studie betrekking heeft, zijn beperkt tot de **effecten van luchtverontreiniging van fijn stof (PM<sub>2,5</sub> en PM<sub>10</sub>), troposferisch ozon en NO<sub>2</sub> op de mens**<sup>4</sup>. Deze polluenten werden gekozen omwille van hun grote impact op de gezondheid (zie MIRA Achtergronddocument en de tabel hierboven)<sup>5</sup>. De blootstelling van de mens aan de polluent NO<sub>2</sub> is vooral belangrijk op straatniveau en dit wordt slechts in beperkte mate geregistreerd via het NO<sub>2</sub>-meetnet. Nochtans worden in naar schatting 2/3 van de Vlaamse straten de NO<sub>2</sub> drempelwaarden overschreden. Ook de PM<sub>2,5</sub> (en PM<sub>10</sub>) concentraties zullen in straten hoger zijn. De ozonconcentraties zullen in de straat aanzienlijk lager zijn (waar veel verkeer is en dus minder ozon). Gezien de typische Vlaamse situatie met veel lintbebouwing loont het de moeite dit aspect nader te onderzoeken.

De structuur van dit rapport is als volgt:

In Hoofdstuk 2 beschrijven we het ExDALY model, dat momenteel wordt gebruikt in Vlaanderen voor de berekening van milieugerelateerde gezondheidskosten.

Per stap in de schadefunctieketen geven we een beschrijving van de huidige methode, een kritische analyse van de methode en een eerste indicatie van mogelijke aanvullingen/verbeteringen.

Daar het huidige model omgevingsconcentraties gebruikt, is een kritische evaluatie van emissies en verspreiding (stap 1 en 2 in de schadefunctieketen) niet relevant.

Impactfuncties zijn nodig voor stap 4 in de schadefunctieketen – ze beschrijven de relatie tussen bepaalde gezondheidseffecten en de blootstelling aan bepaalde polluenten. In Hoofdstuk 3 beschrijven we de impactfuncties die momenteel in Vlaanderen worden gebruikt. We bieden ook een kort overzicht van de verschillende statistische technieken die worden gebruikt om deze functie te schatten, en bespreken het specifiek probleem van impactfuncties voor mortaliteitseffecten.

Vervolgens bieden we een uitgebreide bespreking van de verschillende methodes die gebruikt kunnen worden in stap 5, de berekening van de monetaire waarde van gezondheidseffecten (Hoofdstuk 5). Dit hoofdstuk wordt aangevuld door een uitgebreide beschrijving van de stand van zaken qua internationaal empirisch werk in dit domein, en van hun toepassingen in Vlaanderen (Hoofdstuk 6).

Hoofdstuk 4 heeft tot doel een aantal pistes te evalueren met betrekking tot de te gebruiken omgevingsconcentraties en blootstellingsscenario's.

Vervolgens gaan we over tot een inventaris van de data die we nodig hebben om de bestaande schattingen te actualiseren (Hoofdstuk 7).

<sup>4</sup> In de loop van de studie werd besloten om de effecten van NO<sub>2</sub> niet apart te tellen – zie sectie 2.2.

<sup>5</sup> Het dient opgemerkt te worden dat het epidemiologisch moeilijk is om het effect van een bepaalde polluent op een bepaald gezondheidseindpunt eenlijnig te correleren. Dit is omdat mensen blootgesteld worden aan een mix van verschillende polluenten. De zekerheid gelinkt aan de correlatie tussen volksgezondheid en luchtverontreiniging *an sich* is veel groter dan de zekerheid gelinkt aan de correlatie tussen volksgezondheid en een specifiek polluent.

Hoofdstuk 8 bevat een overzicht van de gegevensbronnen die we in de loop van deze studie hebben geïdentificeerd.

Op basis daarvan voeren we nu een ruwe schatting uit van de totale milieugerelateerde gezondheidskosten die overeenkomen met een kleine verandering in de bestaande concentraties ozon en fijn stof (Hoofdstuk 9).

Hoofdstuk 10 besluit en zal ook een evaluatie bevatten van de verder te ondernemen acties.

## 2 HET EXDALY MODEL

### 2.1 BESCHRIJVING

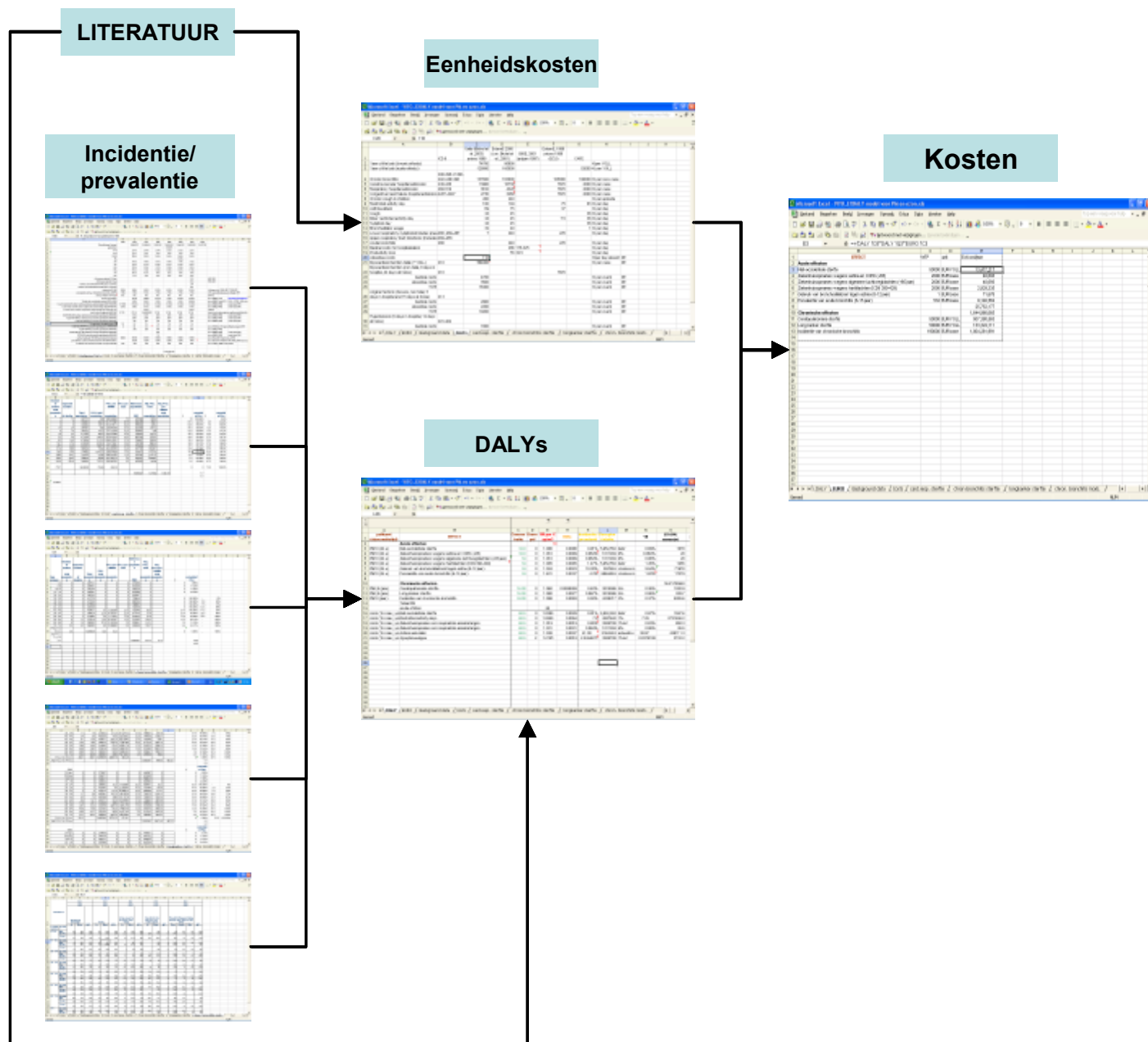
De milieugerelateerde gezondheidskosten voor Vlaanderen, zoals gepubliceerd in MIRA, worden berekend op basis van het ExDALY-model, ontwikkeld door VITO in opdracht van de VMM op basis van het ExternE project van de Europese Commissie<sup>6</sup>. Onze analyse van de werking van het model gebeurde op basis van:

- Een vergadering met Rudi Torfs van Vito (27/04/2007), ontwikkelaar van ExDALY;
- Een deskstudie, waarbij het model in detail werd onderzocht en de herkomst werd achterhaald van alle informatie in het model.

Het model is ontwikkeld als Excel-applicatie, bestaande uit 8 tabbladen. In de eerste fase van het project was het belangrijk om de werking van het model volledig uit te spitten, wat betekent dat voor iedere cel duidelijkheid moest geschept worden omtrent de herkomst van het gebruikte cijfer. De globale structuur van het Excel-model wordt weergegeven in Figuur 2-1.

---

<sup>6</sup> Zie sectie 6.1 van dit rapport voor meer uitleg over ExternE.



**Figuur 2-1: Globale structuur ExDALY model**

De berekening van de milieugezondheidskosten (Tabblad "EURO")<sup>7</sup> gebeurt op basis van:

- Het aantal gevallen ("cases") per aandoening of het aantal YOLL (Years of Life Lost) zoals berekend in het "DALYs" tabblad;
- Eenheidskosten per YOLL of per geval ("case") in het tabblad "Eenheidskosten"

De YOLL en het aantal gevallen worden berekend in het DALYs tabblad op basis van formules, waar informatie nodig is rond o.a.:

- incidentie/prevalentie van aandoeningen/sterfte (zie tabbladen "Background data", "longkanker sterfte", "chron. bronchitis morb.", enz...);
- relatieve risico's (literatuur Externe/NewExt);

<sup>7</sup> In Figuur 2-1 is dit het blad "kosten".

- aantal receptoren (zie tabblad "**Background data**");
- concentraties (VMM meetgegevens);
- ....

Een meer gedetailleerde uitleg volgt in de stapsgewijze bespreking van de schadefunctieketen.

## 2.2 KRITISCHE ANALYSE

Om milieugerelateerde gezondheidskosten te bepalen (in de huidige studie beperkt tot de gezondheidseffecten van luchtverontreiniging ten gevolge van PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> en troposferisch ozon), dient eerst de omvang van de impact van luchtverontreiniging op de gezondheid te worden bepaalde begroting van die impact is mogelijk aan de hand van de indicator *verloren gezonde levensjaren* (DALY's: disability adjusted life years). Het aantal DALYs is een maat voor het aantal gezonde levensjaren die een populatie verliest door ziekte of vroegtijdige sterfte.

In het MIRA Achtergronddocument 'Milieu, mens & gezondheid' (VMM, 2006) worden een aantal voor- en nadelen opgesomd van de methode op basis van DALYs. We hebben deze aangevuld met voor- en nadelen in het kader van de huidige studie.

Voordelen zijn dat de methode:

- aansluit bij de internationale ontwikkelingen om DALYs te gebruiken;
- de beleidsmaker in staat stelt de evolutie en de omvang van milieugerelateerde gezondheidseffecten te volgen;
- daarom ook zo transparant mogelijk is over de gebruikte gegevens, veronderstellingen en onzekerheden. De ontwikkelde indicator is alleszins duidelijker dan oncontroleerbare getallen in de literatuur, waarbij de omvang van de milieuverontreiniging op gezondheid overdreven of geminimaliseerd wordt, en waardoor de geloofwaardigheid ondermijnd wordt van ernstige bewijzen over de invloed van milieu op gezondheid.

Enkele belangrijke beperkingen van de methode zijn:

- De methode maakt enkel gebruik van **jaargemiddelde concentraties** om een vergelijking van verschillende milieufactoren mogelijk te maken. Voor ozon bijvoorbeeld maskeert dit het effect van hoge ozonconcentraties die slechts enkele dagen per jaar voorkomen. Hiervoor zijn dagelijkse concentraties en gezondheidsdata nodig. De gevoeligheid van de resultaten aan drempelwaarden waaronder geen effecten voorkomen kan wel gecontroleerd worden.
- De methode hanteert een **ruimtelijk gemiddelde concentratie**. Het model bevat ook een Monte Carlo module, waarin de distributie van de ruimtelijke concentratie indien wenselijk kan worden opgenomen.
- De methode is data-intensief, waardoor sommige potentieel belangrijke effecten van luchtpolluenten voor de volksgezondheid niet kunnen bepaald worden. Omgekeerd zijn die polluenten waarover veel informatie beschikbaar is misschien te sterk vertegenwoordigd. De evolutie in het aantal DALYs in de tijd is weinig variabel, zodat niet alle data jaarlijks hoeven geactualiseerd te worden.

Een beperking specifiek aan de Vlaamse berekeningen is dat enkel een berekening gebeurt voor de impact van PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> en troposferisch ozon maar **niet voor NO<sub>2</sub>**. Naast de indirecte effecten van stikstofoxiden door hun belangrijke rol in de milieuverzuring en de fotochemische smogvorming (één der precursoren van ozon en ook van andere fotochemisch actieve verbindingen zoals PAN) heeft NO<sub>2</sub> ook directe effecten op de gezondheid. Nadelige effecten bij mens en ecosystemen treden op bij kortdurende blootstelling aan hoge niveaus en bij chronische blootstelling aan lage niveaus.



Uit de resultaten van de VMM metingen blijkt dat in 2005 in Vlaanderen:

- De bestaande EU-uurgrenswaarde voor NO<sub>2</sub> van 200 µg/m<sup>3</sup> (als 98ste percentiel van de uurwaarden) werd gerespecteerd;
- De jaargrenswaarde voor de bescherming van de gezondheid van de mens voor 2005 van 50 µg/m<sup>3</sup> overal werd gerespecteerd;
- De toekomstige jaargrenswaarde voor de bescherming van de gezondheid van de mens van 40 µg/m<sup>3</sup> (geldig vanaf 2010) in zes<sup>8</sup> stations werd overschreden (waarvan 5 stations verspreid in de zone 'Antwerpse haven').

Ondanks het feit dat NO<sub>2</sub>-concentraties niet kritiek zijn op een meer globaal niveau (met het oog op mogelijke schade voor mens en gezondheid), kunnen meer lokaal, specifiek in de onmiddellijke omgeving van verkeerassen, de NO<sub>2</sub>-concentraties wel belangrijk zijn. Uit een studie naar de luchtkwaliteit langs het hoofdwegennet in het Vlaamse Gewest in 2010 (Teeuwisse & Vanhove, 2004) blijkt dat de jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentraties op diverse locaties langs het wegennet in Vlaanderen de norm voor 2010 overschrijden. De grootste knelpunten zijn te verwachten rond de snelweg van Nederland (Breda) langs Antwerpen, Gent en Kortrijk naar Frankrijk (Lille) (E19 en E17), de snelweg van Antwerpen naar Brussel (E19), de snelweg van Gent naar Brussel (E40) en van Brussel naar Leuven (E40), de snelweg van Antwerpen naar Hasselt (E313), de ring rond Antwerpen en de ring rond Brussel. Die impact op de volksgezondheid van NO<sub>2</sub> en de daaraan gekoppelde gezondheidskosten worden dus momenteel niet meegenomen in het Vlaamse model.

Er moet hier echter opgemerkt worden dat in de voorbereiding van een actualisatie van de blootstellings-effect relaties voor het EU project NEEDS, besloten werd om geen directe NO<sub>2</sub> effecten te kwantificeren (persoonlijke communicatie, Rudi Torfs, augustus 2007). De reden hiertoe is dat NO<sub>2</sub> meestal aanzien wordt als een andere indicator van dezelfde mix van luchtverontreiniging. In het algemeen wordt PM gehanteerd als de meest geschikte indicator op dit ogenblik. Om dubbel telling en overschatting van effecten te vermijden **worden effecten van NO<sub>2</sub> dus niet apart geteld**. Enkel indien de kennis verbetert over de mogelijke afzonderlijke rol van NO<sub>2</sub>, PM en eventueel ultrafijne deeltjes (die gecorreleerd kunnen zijn met NO en dus indirect met NO<sub>2</sub>) zouden de effecten van NO<sub>2</sub> afzonderlijk kunnen gekwantificeerd worden in de toekomst.

Dit geldt evenzeer voor lokale verkeersknelpuntlokaties, waar weliswaar normen kunnen overschreden worden, maar waar NO<sub>2</sub> ook weer beschouwd dient te worden als indicator van hetzelfde mengsel van polluenten en ook in dit geval wordt PM geprefereerd. Bovendien is het zo dat de blootstellings-effect relaties voor PM (en in het bijzonder voor lange-termijn effecten van PM) afgeleid zijn op basis van PM metingen in 'central site monitoring stations', en dus eigenlijk alleen kunnen worden toegepast op gemiddelde concentraties en niet op piekconcentraties. In eerste benadering kan er echter wel van uitgegaan worden dat de relaties voor lokale luchtvervuiling dezelfde blijven als voor regionale luchtverontreiniging.

Het is niet de bedoeling om de huidig gebruikte methode gedetailleerd uit te schrijven in het onderliggend rapport, daar dit reeds gebeurd is in het rapport "Kwantificering van gezondheidsrisico's aan de hand van DALYs en externe gezondheidskosten" (Torfs R., 2003). Toch hebben we het nuttig geacht om, indien toepasselijk, in individuele hoofdstukken een korte beschrijving te geven om de koppeling met de analyse duidelijker te maken in het rapport. De beschrijving van de huidige methode bevat hier dus vaak elementen uit Torfs (2003).

---

<sup>8</sup> In totaal zijn er een 40-tal meetstations in Vlaanderen

### 3 IMPACTFUNCTIES: SCHATTING EN INTERPRETATIE

Impactfuncties worden doorgaans gekwantificeerd door 2 componenten aan elkaar te linken (Hurley et al. (2005), p. 28):

- Een **concentratie-respons** (C-R) functie, die meestal weergeeft wat de *procentuele* verandering is in een bepaald gezondheidseffect per eenheid concentratieverandering voor een bepaalde pollutant in een populatie
- Een referentiewaarde, of *background rate* (**incidentie** of **prevalentie**), van het gezondheidseffect in de doelgroep. Incidentie verwijst naar het aantal (nieuwe) gevallen met een aandoening die zich voordoen in een populatie gedurende een bepaalde periode. Prevalentie verwijst naar het aantal personen met een bepaalde aandoening op een bepaald tijdstip in een populatie.

De combinatie van deze twee gegevens laat toe om een **impactfunctie** af te leiden, uitgedrukt als het aantal toewijsbare gevallen, per jaar, per eenheid van de populatie per eenheid blootstelling.

Dit hoofdstuk begint met een overzicht van de dosis-responsrelaties die gebruikt worden om de externe effecten te meten (sectie 3.1), gevolgd door een inleiding tot de statistische technieken die gebruikt worden voor de inschatting van medische effecten (sectie 3.2).

Deze uitweiding is noodzakelijk omdat ze ons toelaat om

- De geschatte relaties correct te interpreteren
- De databehoeften beter te begrijpen.

Met andere woorden: het moet ons toelaten om te begrijpen in welke mate beperkingen in de beschikbaarheid van data een impact zullen hebben op de betrouwbaarheid van de gebruikte modellen.

Sectie 3.3 beschrijft de impactfuncties die momenteel in Vlaanderen worden gebruikt, en sectie 3.4 behandelt het specifieke probleem van de impactfuncties voor mortaliteitseffecten.

#### 3.1 DOSIS-RESPONS FUNCTIES

Deze sectie volgt grotendeels sectie 6.2 van ExternE (2005)<sup>9</sup>.

De dosis-respons functie (DRF) geeft de relatie tussen de hoeveelheid van een pollutant die een bepaalde receptor beïnvloedt enerzijds en de fysieke impact op deze receptor anderzijds. In het geval van luchtvervuiling is de verklarende variabele meestal de omgevingsconcentratie van een bepaalde pollutant (eerder dan de geabsorbeerde hoeveelheid door het menselijk lichaam). Men gebruikt ook vaak de termen blootstelling-respons functie (ERF) of concentratie-respons (CRF) functie.

CRFs voor gezondheidsimpacten worden meestal afgeleid uit epidemiologische studies of uit laboratoriumexperimenten met dieren. In het laatste geval kunnen zich problemen stellen met de extrapolatie naar mensen.

---

<sup>9</sup> Zie sectie 6.1 van dit rapport voor meer uitleg over ExternE.

Zoals uitgelegd in Hurley et al. (2005, p. 19) moet er onderscheid gemaakt worden tussen studies die de acute effecten meten en studies die chronische effecten meten:

- De meeste studies berekenen het effect van een **acute blootstelling**: hoe de vervuiling op een gegeven dag of op een aantal opeenvolgende dagen een impact heeft op de gezondheid van mensen op dezelfde dag of op de onmiddellijk daarop volgende dagen.
- Andere studies bekijken de relatie tussen gezondheid en de blootstelling op lange termijn (**effecten van chronische blootstelling**). Deze effecten omvatten zowel de acute effecten als effecten die niet gevat worden door de dagelijkse schommelingen in de vervuiling.

Het onderscheid tussen "acuut" en "chronisch" heeft dus strikt genomen betrekking op de blootstelling, niet op de effecten. Nochtans wordt in de literatuur soms verwezen naar "chronische mortaliteit" of "acute mortaliteit", wat tot enige verwarring kan leiden. Aangezien de grote meerderheid van de CRF betrekking heeft op acute blootstellingen, wordt in wat volgt altijd verwezen naar de effecten van "acute" blootstelling, tenzij expliciet anders vermeld.

Het grootste probleem met gezondheidsimpacten is dat (tenzij de geobserveerde steekproef enorm groot is) relatief hoge dosissen nodig zijn om effecten te kunnen waarnemen. Dit stelt dan weer het probleem hoe men vanuit de waargenomen data kan extrapoleren naar lage dosissen.

Een zeer specifieke vraag hierbij is of men kan veronderstellen dat er een drempel bestaat onder welke de dosissen geen impact hebben. In ExternE wordt verondersteld dat de DRF voor de gezondheidseffecten lineair zijn, zonder drempel *op het niveau van de populatie*. De hypothese dat er geen drempel effecten zijn wordt gerechtvaardigd door erop te wijzen dat er binnen een gegeven populatie een zeer grote variatie bestaat qua individuele gevoeligheden. Er wordt wel erkend dat drempel effecten kunnen bestaan op het niveau van individuen of van homogene populaties.

De hypothese van lineariteit zonder drempel laat dan toe om de CRF integraal te bepalen aan de hand van zijn helling.

## 3.2 STATISTISCHE TECHNIEKEN

Tenzij expliciet anders vermeld, is de tekst in deze sectie grotendeels gebaseerd op Hurley et al. (2005), sectie 2.2.6.

De afleiding van een impactfunctie hangt af van de aard van de CRF, en dit hangt dan weer af van het type regressie waarop deze gebaseerd is.

### 3.2.1 Poisson regressie

Poisson regressies worden gebruikt voor *tijdreeks* analyses wanneer:

- het gezondheidseffect gemeten wordt als een aantal voorvallen per dag
- de populatie zeer groot is
- de waarschijnlijkheid van het effect per individu zeer klein is

Voorbeelden hiervan zijn bijvoorbeeld overlijdens en ziekenhuisopnames.

Er wordt verondersteld dat het gezondheidseffect  $Y$  een Poisson distributie volgt waarvan de verwachte waarde wordt voorspeld door een verklarende variabele  $X$ . Het gezondheidseffect wordt gewoonlijk gemeten op een logaritmische schaal.

Formeel (zie bijvoorbeeld [http://en.wikipedia.org/wiki/Poisson\\_regression](http://en.wikipedia.org/wiki/Poisson_regression)):

$$\log(E(Y)) = a + bX.$$

De regressiecoëfficiënten kunnen dan geïnterpreteerd worden als procentuele veranderingen:

$$\frac{d \log(E(Y))}{dX} = \frac{1}{E(Y)} \frac{dE(Y)}{dX} = b.$$

Voor discrete waarden geeft dit:  $\Delta E(Y) = b \cdot E(Y) \cdot \Delta(X)$  en dus (voor  $\Delta(x) = 1$ ):  $E(Y(X + \Delta X)) = (1 + b) \cdot E(Y)$ .

$1 + b$  geeft dan het *relatieve risico* (RR).

De impactfunctie kan dan onmiddellijk geïmplementeerd worden indien men beschikt over data over de basisincidentie  $E(Y)$  van het gezondheidseffect in kwestie.

### 3.2.2 Logistische regressie

Logistische regressie wordt gebruikt wanneer het gezondheidseffect binair is en de waarschijnlijkheid van het effect kan benaderd worden door de lange termijn frequentie van het effect binnen de populatie. Dit wordt vooral gebruikt bij studie van chronische morbiditeit of in panel onderzoeken.

De afhankelijke variabele is dan het logaritme van de "odds" (waarbij de odds wordt gedefinieerd als het quotiënt van de kans  $p$  dat het effect plaatsvindt gedeeld door de kans  $1-p$  dat het níet plaatsvindt:

$$o = \frac{p}{1-p}).$$

Formeel geeft dit (zie bijvoorbeeld [http://en.wikipedia.org/wiki/Logistic\\_regression](http://en.wikipedia.org/wiki/Logistic_regression)):

$$\ln(o) = \alpha + \beta X$$

De coëfficiënten van een logistische regressie geven weer wat de procentuele verandering is in de odds als de pollutant van waarde verandert:

$$\frac{d \ln(o)}{dX} = \frac{1}{o} \frac{do}{dX} = \beta.$$

Voor discrete veranderingen geeft dit:  $\Delta o = \beta \cdot o \cdot \Delta x$ , of (met  $\Delta(x) = 1$ ):  $o(x + \Delta x) = (1 + \beta) o(x)$ .

$1 + \beta$  zijn "relatieve odds" (of de "odds ratio").

In waarschijnlijkheden uitgedrukt geeft dit:  $p(x + \Delta x) = \frac{o(x + \Delta x)}{1 + o(x + \Delta x)}$ .

De toename van het aantal dagen per jaar dat een bepaald effect (per persoon in de relevante populatie) wordt gemeten is dan:  $365 \cdot (p(x + \Delta(x)) - p(x))$ .

De berekening van de impactfunctie vereist dus dat men kennis heeft van de referentiewaarschijnlijkheid. Aangezien deze van plaats tot plaats kan veranderen, moet men dus vermijden om gebruik te maken van impactfuncties berekend in het kader van andere studies indien de CRF en de referentiewaarschijnlijkheid gekend zijn.

Indien  $p$  zeer klein is, dan  $o \approx p$ . Men kan dan de "relatieve odds" gebruiken alsof het gaat over relatieve waarschijnlijkheden:

$$\frac{d \ln(p)}{dX} = \frac{1}{p} \frac{dp}{dX} \approx \beta.$$

Voor discrete veranderingen geeft dit:  $\Delta p \approx \beta \cdot p \Delta x$ , of (met  $\Delta(x) = 1$ ):  $p(x + \Delta x) \approx (1 + \beta)p(x)$ .

De toename van het aantal dagen per jaar dat een bepaald effect wordt gemeten (per persoon in de relevante populatie) is dan:  $365 \cdot (p(x + \Delta(x)) - p(x)) \approx 365 \beta \cdot p(x)$ .

### 3.2.3 Proportional hazard modellering

"Proportional hazard" modellen maken deel uit van de zogenaamde "overlevingsmodellen" in statistiek. Een overlevingsmodel heeft twee componenten: de risicofunctie (hazard function) beschrijft hoe een risico verandert door de tijd, en de effectparameters beschrijven hoe het risico wordt beïnvloed door andere factoren, zoals bepaalde blootstellingen aan pollutanten. The "proportional hazard" hypothese is de hypothese dat de beïnvloedende factoren het risico met een constante vermenigvuldigen. Dus, indien blootstelling aan een bepaalde pollutant het risico verdubbelt op tijdstip 0, verdubbelt het ook de risico's op tijdstip 1, of op tijdstip  $t$ , voor elke  $t$ . Deze modellen kunnen benaderd worden aan de hand van Poisson modellen<sup>10</sup>.

## 3.3 IMPACTFUNCTIES GEBRUIKT IN VLAANDEREN

### 3.3.1 Berekening van impactfuncties voor Vlaanderen

Zoals uiteengezet in ExternE (2005, p. 82) rapporteren de meeste epidemiologische studies hun resultaten aan de hand van een berekend relatief risico (RR) of een odds ratio (OR) – zie ook sectie 3.2. De analyse hierboven heeft laten zien hoe men de impact op het gezondheidseffect kan berekenen door de OR of het RR te combineren met de basisincidentie of -prevalentie. Zoals uitgelegd door Kunzli et al. (2000) kan het gebruiken van een lineaire benadering worden geïnterpreteerd als een "at least" benadering. Bij populaties die blootgesteld worden aan zeer uiteenlopende concentraties zou het gebruiken van een log-lineaire schaal immers kunnen leiden tot een belangrijke *overschatting* van de impacten.

Dus, op basis van bestaande CRFs en uitgaande van de hypothese van lineariteit zonder drempel effect kunnen we impactfuncties voor Vlaanderen berekenen voor zover er data beschikbaar zijn over de referentiewaardes.

Hurley et al. (2005, p.7) geven de volgende redenen waarom de basis prevalentie of incidentie niet altijd gekend zijn:

<sup>10</sup> [http://en.wikipedia.org/wiki/Proportional\\_hazards\\_model](http://en.wikipedia.org/wiki/Proportional_hazards_model)

- De populatie die aan het risico is blootgesteld kan zeer groot en divers zijn; daarom is informatie vereist uit een grote diversiteit aan bronnen en over heel veel locaties
- Zelfs indien data ingezameld worden, zijn ze niet altijd toegankelijk of zijn ze onderworpen aan uiteenlopende regels.
- Voor veel gezondheidsimpacten worden er niet routinematig data ingezameld.

Hurley et al. (2005, p.7) benadrukken dat het ontbreken van betrouwbare basisincidenties of -prevalenties als probleem vaak wordt onderschat, terwijl de nadruk altijd wordt gelegd op de betrouwbaarheid van de geschatte CRF.

Indien deze data niet beschikbaar zijn, blijven volgende opties over (zie ExternE (2005), p.92):

- Gebruik andere epidemiologische studies van het specifieke gezondheidseffect om schattingen te bekomen.
- Gebruik de impactfunctie die berekend werd voor ExternE (en ga er dus van uit dat de basisincidentie of -prevalentie gebruikt in ExternE ook representatief is voor het huidige onderzoek).

### 3.3.1.1 Beschrijving

In het ExDALY model wordt de basis incidentie of prevalentie van een beschouwde populatie (bijv. totale bevolking, +65, ...), uitgedrukt als  $Y_0$  en bepaald aan de hand van volgende formule:

$$Y_0 = \frac{Y}{1 + (RR_{10} - 1) \times (C - T) / 10}$$

|          |                  |                                                                                                                    |
|----------|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| waarbij: | Y                | de "gemeten" incidentie of prevalentie (uit statistieken en enquêtes)                                              |
|          | T                | een eventuele drempel (Threshold) (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )                                                   |
|          | c                | de concentratie waaraan blootgesteld (in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )                                                |
|          | RR <sub>10</sub> | het relatieve risico bij een toegenomen blootstelling van 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aan de beschouwde pollutant. |

$\Delta Y$  wordt berekend door  $(Y - Y_0)$  te bepalen. Het attributieve aantal gevallen N (ziekte, sterfte, ...) wordt dan bepaald door een vermenigvuldiging van  $\Delta Y$  met het aantal blootgestelden (receptor, doelgroep).

Hier moeten we volgende bedenkingen aan toevoegen:

- Zoals uitgelegd in sectie 3.1 werkt de laatste versie van ExternE met lineaire CRF zonder drempel. Dit betekent dat  $T = 0$ .
- In de DRF die gerapporteerd werden in het kader van ExternE worden de concentraties niet altijd gemeten in  $10\mu\text{g}/\text{m}^3$  (maar bijvoorbeeld in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Men moet dus altijd extreem voorzichtig zijn in de interpretatie van de geschatte RR of OR.

In de volgende tabel wordt kort beschreven, op basis van welke informatie de bovenvermelde parameters ingevuld worden.

**Tabel 3-1: Wijze van invulling van de verschillende parameters ter berekening van het attributieve aantal N**

| Parameter        | Beknopte beschrijving wijze van invulling in VITO studie (MIRA)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Y                | De belangrijkste data komen uit statistieken van het Nationaal Instituut voor Statistiek (NIS), van de Vlaamse regionale indicatoren (VRIND of APS), van de Minimaal Klinische Gegevens (MKG), van gezondheidsstatistieken van het Wetenschappelijk Instituut voor de Volksgezondheid (WIV), via SPMA analyses on-line en op basis van de resultaten van de gezondheidsenquêtes en van het Belgisch Instituut voor Gezondheidseconomie (BIGE). Waar eigen (Vlaamse) data ontbreken, zijn de cijfers uit de oorspronkelijke studies (ExternE) aangewend. Dit is o.m. het geval voor het aantal astma aanvallen per jaar per astmaticus, en voor bronchodilatorgebruik. |
| T                | De drempel wordt steeds op 0 µg/m <sup>3</sup> gesteld                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| C                | Jaargemiddelde concentratie voor Vlaanderen (VMM meetnet)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| RR <sub>10</sub> | Data gebaseerd op werk in ExternE/NewExt (zie sectie 6.1.4), en aangepast enerzijds aan de studie van Kunzli <i>et al.</i> (2000) wat betreft de samenstelling van de set gezondheidsfuncties, en aan de APHEA2 <sup>11</sup> resultaten (Katsouyanni, 2000; Atkinson, 2001 en Le Tertre, 2002)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Y <sub>0</sub>   | $Y_0 = \frac{Y}{1 + (RR_{10} - 1) \times (C - T) / 10}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| ΔY               | = Y - Y <sub>0</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Doelgroep        | Data over aantal personen in een bepaalde leeftijdsgroep zijn jaarlijks beschikbaar bij het NIS. Data over aantal astmatici werd gehaald uit een publicatie van ISAAC (1998) en Wieringa (1998) in Don Porto Carero (2002).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

### 3.3.1.2 Kritische analyse

Tabel 3-2 geeft een overzicht van de positieve punten en/of beperkingen van de gebruikte informatie, vermeld in Tabel 3-1.

**Tabel 3-2: Kritische analyse van de wijze van invulling van de verschillende parameters ter berekening van het attributieve aantal N**

| Parameter | Kritische analyse van de huidige wijze van invulling van de parameters                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Mogelijke verbeteringen |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| Y         | De gebruikte Vlaamse en Belgische statistieken zijn vaak vrij oud, bijvoorbeeld: <ul style="list-style-type: none"> <li>- MKG: 1995/1998</li> <li>- WIV: 1997 - Statistieken over oorzaaksspecifieke sterfte zijn raadpleegbaar op het internet (<a href="http://www.iph.fgov.be/epidemiology/spma/index.htm">http://www.iph.fgov.be/epidemiology/spma/index.htm</a>).</li> <li>- SPMA (BIGE): 1997</li> </ul> | Zie Hoofdstuk 7.        |

<sup>11</sup> Air pollution and health: a European approach – het gaat hier over een Europees onderzoeksproject (FP4) dat werd afgesloten in 2001.

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                  |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
|                  | - Kankerregister (jaartal onduidelijk)<br>Waar Vlaamse en nationale data ontbreken, zijn buitenlandse cijfers uit de oorspronkelijke studies (ExternE) aangewend. Dit is o.m. het geval voor het aantal astma aanvallen per jaar per astmaticus, en voor bronchodilatorgebruik.                                                                                                           |                                  |
| T                | OK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | OK                               |
| C                | Het gebruik van een jaargemiddelde concentratie houdt geen rekening met mogelijke overschrijdingen van de grenswaarden (zowel voor PM10 als ozon) op bepaalde locaties en tijdstippen. Dit scenario geeft een gemiddelde situatie weer voor alle Vlamingen.                                                                                                                               | Zie Hoofdstuk 4                  |
| RR <sub>10</sub> | De "dosis-respons" relaties zijn overgenomen uit ExternE. De gebruikte RR staan duidelijk aangegeven in Torfs R. (2003) en zijn ondertussen aangepast aan de CAFE resultaten <sup>12</sup> . In het kader van NEEDS <sup>13</sup> staat het onderzoek naar RR niet stil en daarom is het een kritisch punt in de methode om te evalueren of meer recente gegevens gebruikt kunnen worden. | Zie Hoofdstuk 9                  |
| Y <sub>0</sub>   | Zoals aangegeven in de formule uit Tabel 3-1, wordt Y <sub>0</sub> berekend op basis van Y, T, C en RR <sub>10</sub> en is de evaluatie per parameter gebeurd.                                                                                                                                                                                                                            | Cf hierboven vermelde parameters |
| ΔY               | Zoals aangegeven in de formule uit Tabel 3-1, wordt ΔY berekend op basis van (Y- Y <sub>0</sub> ) en is de evaluatie per parameter gebeurd.                                                                                                                                                                                                                                               | Cf hierboven vermelde parameters |
| Doelgroep        | Data over het aantal personen binnen een bepaalde leeftijdsgroep dateren van 2001. De informatie over het aantal astmatici is vrij oud (op basis van publicaties van 1998), zodat naar nieuwe informatie moet gezocht worden.                                                                                                                                                             | Zie Hoofdstuk 7.                 |

VITO werkt momenteel aan:

- een studie rond NEEDS en CAFE en
- een studie aangaande de acute effecten van PM10 op mortaliteit

De resultaten van deze rapporten kunnen bijdragen tot een betere evaluatie van de huidige methodologie, vooral naar de vraag of de op dit moment gebruikte Europese/Amerikaanse cijfers representatief zijn voor Vlaanderen.

Er zijn indicaties dat gebruik van Amerikaanse cijfers voor Vlaanderen een onderschatting van de milieugezondheidskosten zou betekenen omwille van het feit dat:

- de dieselfractie in steden in Europa veel hoger is dan in Amerika
- uit het model blijkt dat transport een sterke *modifier* is, terwijl transport veel geconcentreerder en aanzienlijker is in Europa;

<sup>12</sup> CAFE staat voor "Clean air for Europe" – zie sectie 6.1.5 van dit rapport voor meer details.

<sup>13</sup> NEEDS staat voor New Energy Externalities Developments for Sustainability – zie sectie 6.1.6 voor meer details.



en dus het risico te worden blootgesteld aan hoge concentraties PM10 in principe hoger is in Europa dan in Amerika.

### 3.4 IMPACTFUNCTIES VOOR MORTALITEITSEFFECTEN

Zoals Hurley et al. (2005, p.15-16) uitleggen, kunnen mortaliteitseffecten ingeschat worden aan de hand van twee types epidemiologische studies<sup>14</sup>:

- Tijdsreeksstudies nemen waar hoe veranderingen in de *dagelijkse* blootstelling aan polluenten gepaard gaan met wijzigingen in de *dagelijkse* overlijdensstatistieken. Zij geven dus, bijvoorbeeld per jaar, het aantal "extra" doden te wijten aan vervuiling. In sommige gevallen zal dit effect klein zijn omdat het overlijden sowieso in dat jaar zou hebben plaatsgevonden. Volgens Hurley et al. (2005, p. 16) bestaat er een consensus dat de vervroegde overlijdens door wijzigingen in de dagelijkse blootstelling alleen betrekking hebben op mensen die reeds een zwakke gezondheid hebben op cardio-respiratorisch vlak. Er kunnen dus geïnformeerde schattingen plaatsvinden van de verloren levensverwachting.
- In het geval van cohorte studies wordt een steekproef van individuen over langere tijd opgevolgd. Dit laat toe om rekening te houden met individuele gegevens (geslacht, rookgedrag, enz) en om te verifiëren hoe leeftijdsspecifieke sterftcijfers worden beïnvloed door veranderingen in de blootstelling aan vervuiling. Gecombineerd met sterftetafels laat dit toe om te berekenen wat de verandering in verwachte levensduur is voor de hele populatie. Omdat deze schattingen niet weergeven hoeveel individuen hierdoor worden getroffen, kan dit problemen leveren bij de toepassing van het Value of Statistical Life (VSL) concept (zie sectie 5.4 van dit rapport).

Hoewel nu algemeen aanvaard wordt dat cohorte studies het meest nauwkeurig het mortaliteitseffect van vervuiling weergeven, kunnen zij geen overlijdens identificeren die slechts met een paar dagen naar voren zijn gebracht. Tijdreeksanalyses kunnen dat wel. Daar rekening mee houden in de berekening van de kostprijs van vervuiling vereist echter dat men een hoge VSL toerekent aan een leven met een zeer kleine overblijvende levensverwachting.

Zoals Hurley et al. (2005, p. 43) uitleggen, zal het samenvoegen van de resultaten van tijdreeksanalyses en cohorte studies leiden tot dubbeltellingen. Nochtans rapporteren Hurley et al. en ExternE (2005, p. 87-90) zowel de resultaten van tijdreeksanalyses als van cohorte studies voor PM. Dit staat toe om beide resultaten met elkaar te vergelijken en om een vergelijking te maken met de effecten van ozon (die alleen op basis van tijdreeksanalyses berekend zijn). Voor de kosten-batenanalyse van CAFE is ozon wel de enige polluent waar Hurley et al. (2005, p.43) rekening mee houden als het gaat over de korte termijn effecten.

Vele mortaliteitsstudies geven de effecten weer als een toename in het aantal doden ten gevolge van luchtvervuiling. Zoals uiteengezet in ExternE (2005) en in Hurley et al. (2005, p.7, pp. 39-42, pp.44-46) is het veel zinniger om het effect te meten in verloren levensverwachting.

ExternE (2005, p.90) gaat uit van de hypothese dat 6 verloren levensmaanden per overlijden wegens luchtvervuiling (PM en ozon) een redelijke schatting is van het gemiddelde op populatieniveau, maar Hurley et al. (2005, p.46) suggereren dat 1 jaar een betere schatting zou zijn.

---

<sup>14</sup> Deze verschillen worden ook behandeld in Ostro (2004).

De hierboven beschreven methodes hebben betrekking op volwassenen (vanaf 25 jaar). Voor het effect op de mortaliteit van kleine kinderen zijn aparte studies ondernomen (zie ExternE (2005, p.91) en Hurley et al. (2005, p.59-63)). Volgens Hurley et al. (2005, p.60) is het onduidelijk in welke mate deze overlijdens zich voordoen bij kinderen die sowieso zeer zwak zijn en waarschijnlijk nooit de volwassen leeftijd zouden bereikt hebben.

Dus, een berekening van Vlaamse impactfunctie met betrekking tot mortaliteitseffecten vereist dat men minimaal beschikt over volgende data:

- Aantal overlijdens per jaar
- Aantal overlijdens per jaar van baby's (1 maand- 1 jaar)

Aangezien de CRF in de laatste versie van ExternE niet opgesplitst wordt naar gelang de doodsoorzaken, is het niet nodig om specifieke gegevens over doodsoorzaken in te zamelen. In ExDALY werd wél nog een CRF hernomen voor de relatie tussen PM en sterfte wegens longkanker.

## 4 OMGEVINGSCONCENTRATIES EN BLOOTSTELLINGSSCENARIO

Dit hoofdstuk heeft tot doel een aantal pistes te evalueren met betrekking tot de te gebruiken omgevingsconcentraties en blootstellingsscenario's. Voor beide parameters worden daarom volgende subsecties onderscheiden:

- Huidige status in Ex-DALY: beschrijving en kritische evaluatie
- Mogelijke pistes om het bestaande model te verfijnen/verbeteren: beschrijving van de pistes en kritische evaluatie van nodige informatiebronnen
- Voorstel tot verfijning

### 4.1 HUIDIGE STATUS IN EX-DALY

In dit hoofdstuk wordt beschreven welke omgevingsconcentraties worden gebruikt in EX-DALY en welke blootstellingsscenario's in rekening worden gebracht. Naast een beschrijving worden ook de voor- en nadelen van deze keuze weergegeven op basis van een kritische analyse.

#### 4.1.1 Omgevingsconcentraties

##### 4.1.1.1 Beschrijving

Voor PM10 en PM2,5 worden omgevingconcentraties overgenomen uit het meetnet van VMM. Voor beide parameters wordt de gemiddelde waarde genomen van alle daggemiddelde waarden, gemeten over een periode van een jaar in de verschillende meetstations in Vlaanderen (het netwerk van Antwerpen, Gent en van specifieke studies) genomen. Voor 2004 betekent dit voor PM10 een gemiddelde van de daggemiddelde waarden in 29 stations, zijnde  $34,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$  werd overgenomen in het berekeningsblad). Voor PM2,5 is dit voor 2004 een gemiddelde waarde van 10 metingen, zijnde  $15,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  werd overgenomen in het berekeningsblad). Er dient opgemerkt dat fijn stof metingen in de telemetrische meetnetten van de VMM niet gebeuren volgens de EU referentiemethode (maar via automatische monitoren). Daarom worden PM10-metingen gecorrigeerd. Sinds kort zijn er ook voor PM2,5 gecorrigeerde waarden beschikbaar. Volgens de Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu IRCEL (persoonlijke communicatie, Dhr. Fierens, 15/10/2007) ligt de correctiefactor voor PM2,5 waarschijnlijk in de buurt van 1,5.

Voor ozon (zoals ook voor NO<sub>x</sub> en PM10) worden omgevingconcentraties berekend door IRCEL (meer gedetailleerde uitleg over deze berekening volgt in sectie 4.2.1.1). Voor 2004 werd ozon gemeten in zo'n 19 stations in Vlaanderen en werd een waarde vastgesteld van  $68,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

##### 4.1.1.2 Kritische analyse

Voor de parameters ozon, PM10 en PM2,5 zijn omgevingsconcentraties beschikbaar op basis van metingen in Vlaanderen. Aangezien meetresultaten meer accuraat zijn dan het simuleren van concentraties op basis van emissiedata en verspreidingsmodellen, is het de beste keuze om rechtstreeks van deze meetresultaten gebruik te maken. Zodoende worden alle bronnen in rekening gebracht en wordt ook rekening gehouden met grensoverschrijdende luchtverontreiniging. Meestal komen in de periode september-oktober van het jaar x de meetresultaten beschikbaar betreffende het jaar x-1 bij VMM en kunnen dus recente gegevens gebruikt worden.

Een nadeel van de huidig gebruikte methode, is dat ze gebaseerd is op een **jaargemiddelde**, alsook een **ruimtelijk gemiddelde waarde voor Vlaanderen**. Dit betekent dat probleemzones niet in kaart worden gebracht. De gebruikte concentratie in het model geeft een gemiddelde waarde weer voor

Vlaanderen. Vooral voor het bepalen van de impact van ozonconcentraties op de gezondheid van de mens is dit een belangrijke beperking omdat piekconcentraties op die manier gemaskeerd en dus niet in rekening gebracht worden.

De **fijn stof problematiek** is een probleem dat een groot deel van Vlaanderen treft. Bovendien zijn er hotspots (bijv. regio Gent, Antwerpen, langs drukke verkeersaders, ...) waar plaatselijk extra verhogingen optreden. Er worden vaak overschrijdingen van de grenswaarden van PM10-concentraties vastgesteld langs wegen (tot op ongeveer 30m van de weg). Deze problematiek komt niet tot uiting door het gebruik van een jaarlijks gemiddelde waarde voor Vlaanderen. Uit de eerder vermelde studie naar de luchtkwaliteit langs het hoofdwegennet in het Vlaamse Gewest in 2010 (Teeuwisse & Vanhove, 2004 – zie sectie 2.2) blijkt dat overschrijdingen van de jaarlijkse grenswaarden enkel voorkomen in de omgeving van Brussel en overschrijdingen van de dagwaarden voorkomen in de omgeving van Brussel, Antwerpen en Kortrijk<sup>15</sup>. In het kader van MER-studies van ARCADIS i.v.m. infrastructuurwerken worden vaak overschrijdingen vastgesteld in de onmiddellijke omgeving van verkeersassen. Deze overschrijdingen werden berekend met het screeningsmodel "CAR Vlaanderen (Calculation of Air pollution from Road traffic)". Dit software pakket werd ontwikkeld in opdracht van het Vlaamse Gewest. Met dit pakket kunnen gemeenten in alle straten een screening uitvoeren van de luchtkwaliteit en dit voor de jaren 2005, 2010 en 2015. Hiermee krijgen de gemeenten een goed inzicht in de problematiek van luchtverontreiniging veroorzaakt door het verkeer. CAR Vlaanderen is vooral geschikt voor binnenstedelijke straten, maar minder voor een buitenweg of een snelweg. Bij verschillende steden worden op deze manier knelpunten vastgesteld. Voornamelijk smalle drukke straten of drukke streetcanyons zijn gevoelig voor overschrijdingen van NO<sub>2</sub> en PM<sub>10</sub>. M<sub>2,5</sub> wordt nog niet gemodelleerd met het CAR-model.

## 4.1.2 Blootstelling

### 4.1.2.1 Beschrijving

Het verband tussen de omgevingsconcentraties van een pollutant en de potentiële effecten op de mens wordt vastgelegd door concentratie-respons relaties en/of kankerrisico's. Uitgaande van de omgevingsconcentraties, kan met behulp van deze concentratie-respons relaties en/of kankerrisico's het potentieel effect van de pollutant in kwestie bepaald worden.

Om een inschatting te maken van de blootstelling, wordt in het huidige model gebruik gemaakt van:

- Een gemiddelde concentratie voor heel Vlaanderen;
- Een specifieke subpopulatie (afhankelijk van het beschouwde effect), meer specifiek bijvoorbeeld:
  - Leeftijdsgroep +65 jaar voor "Ziekenhuisopnames wegens algemene luchtwegklachten";
  - Leeftijdsgroep 6-15 jaar voor "Prevalentie van acute bronchitis";
  - Leeftijdsgroep +15 jaar voor "Restricted activity days";
  - Enz.

### 4.1.2.2 Kritische analyse

Om een realistisch beeld te krijgen van de potentiële effecten van een pollutant, wordt idealiter geen gebruik gemaakt van een uniforme omgevingsconcentratie. Dit impliceert de ontwikkeling van

---

<sup>15</sup> Hier merkt de dienst lucht van LNE op dat de achtergrondwaarden, die in deze studie gebruikt worden, niet afkomstig zijn van BelEUROS en fel onderschat. Op die achtergrondwaarden werd dan wel een ophoging gebeurd (factor 1,3) om min of meer realistische concentraties te krijgen.

verschillende blootstellingsscenario's, waarin zowel de blootstellinglocatie als de blootgestelde populatie (receptor) kunnen gediversifieerd worden.

Binnen deze methode worden een aantal blootstellingsscenario's gebruikt: de blootstelling van een aantal leeftijdscategorieën binnen de Vlaamse populatie aan een gemiddelde concentratie PM10, PM2,5 en ozon. Er wordt geen rekening gehouden met het feit dat:

- de concentratie van verschillende polluenten verschillend kan zijn naargelang de **locatie**, bijv. concentraties verschillen in landelijke, stedelijke, industriële gebieden
- het **tijdstip** van blootstelling een invloed kan hebben op de grootte van blootstelling (zo worden in de zomer vaak hogere ozonconcentraties vastgesteld dan in de winter);
- de **aard van de blootgestelde populatie** een invloed kan hebben op de concentratie-respons relatie per aandoening, die dient toegepast te worden en op basis hiervan misschien meer kan verfijnd worden.

## 4.2 MOGELIJKE DENKPISTES VOOR VERFIJNING

In dit hoofdstuk worden eerst een aantal denkpijsten beschreven om zowel omgevingsconcentraties als blootstellingsscenario's te verfijnen. Voor beide parameters (sectie 4.2.1.2 voor concentraties en sectie 4.2.2.2 voor blootstellingsscenario's) wordt de haalbaarheid van elk van deze pijsten nagegaan op basis van beschikbare informatie. Met het oog op de toekomst wordt in hoofdstuk 4.2.3 een voorstel tot verfijning uitgewerkt, ongeacht de beschikbaarheid van gegevens. Dit hoofdstuk is ingevoegd met als doel een verfijning van bestaande berekeningen te kunnen doorvoeren op het moment dat alle nodige gegevens beschikbaar komen. Het besluit aangaande de mogelijkheden vandaag en de te ondernemen stappen in de toekomst worden geformuleerd in sectie 4.3.

### 4.2.1 Verfijning van omgevingsconcentraties

#### 4.2.1.1 Mogelijke pijsten

Een mogelijkheid tot verfijning van het model, naar omgevingsconcentraties toe, zou het gebruik van ruimtelijke en temporeel gespreide concentraties kunnen zijn. Twee pijsten werden bekeken:

- Gebruik maken van de geïnterpoleerde meetgegevens VMM, IRCEL;
- Gebruik van concentratiedata berekend met het BeLEUROS model.

### GEÏNTERPOLEERDE MEETGEGEVENS VAN VMM, IRCEL

Zonder rekening te houden met de vraag of gezondheidsdata beschikbaar zijn voor verschillende locaties binnen Vlaanderen, kan gesteld worden dat meer verfijnde concentratiedata beschikbaar zijn. Directe metingen zijn beschikbaar op zo'n 29 locaties in Vlaanderen voor PM10, 10 locaties voor PM2,5 en 19 locaties voor ozon.

VITO heeft in samenwerking met IRCEL een nieuwe (intelligente) interpolatiemethode ontwikkeld (RIO-corine) om concentraties te berekenen voor gebieden kleiner dan Vlaanderen. Deze methode is gebaseerd op de Kriging interpolatietechniek. De belangrijkste eigenschap van de RIO-corine techniek is dat het in elke roostercel van het interpolatiedomein rekening houdt met de plaats specifieke (vervuilings)omstandigheden. De resolutie van RIO-c is 4x4 km. De geïnterpoleerde gegevens zijn per uur beschikbaar (dus alle afgeleide grootheden, maximum uurgemiddelden, daggemiddelden, jaargemiddelden, ... kunnen berekend worden). Via deze methode kan in plaats van gebruik te maken van één cijfer voor Vlaanderen (bijv. jaargemiddelde) gebruik gemaakt worden van cijfers per uur en

voor zones of gebieden tot op 4x4 km (ruimtelijke verspreiding + verspreiding in de tijd). Op die manier kunnen ook probleemzones qua luchtkwaliteit in kaart gebracht worden.

Het voordeel van het gebruik van geïnterpoleerde VMM-gegevens is dat alle industriële hotspotgebieden (verhogingen zijn gevolg van diffuus stof) meegenomen zijn en er ook nog rekening gehouden wordt met verhogingen ter hoogte van steden op basis van de bevolkingsdichtheid (bij de meest recente kaarten althans).

Wat betreft PM<sub>2,5</sub> zijn er geen geïnterpoleerde gegevens beschikbaar. Bijgevolg moet voorlopig verder gewerkt worden met een jaargemiddelde waarde voor gans Vlaanderen.

### **GEBRUIK VAN CONCENTRATIEDATA VOLGENS HET BELEUROS MODEL ([WWW.VITO.BE](http://www.vito.be))**

BeLEUROS is gebaseerd op het EUROS (EUROpean Operational Smog) model, ontwikkeld aan het Nederlandse Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM). Het BeLEUROS model is het resultaat van de aanpassingen van EUROS voor België gefinancierd door Federaal Wetenschapsbeleid.

Het EUROS model is ontwikkeld voor de simulering van de ozonvervuiling op het Europese continent maar is in continue ontwikkeling. De laatste update van het model (juni 2004) bestond uit de implementatie van een fijn stof module.

De input voor het model bestaat uit meteogegevens, gegevens over landgebruik en emissiedata. Het model simuleert de jaargemiddelde concentraties door rekening te houden met volgende atmosferische processen: transport, diffusie, chemische reacties en depositie.

BeLEUROS is een Euleriaans gridmodel met variabele resolutie. Dit laat toe om voor bepaalde zoomregio's verfijnde berekeningen (tot op 15 km\*15 km) uit te voeren vertrekkende van grootschalige berekeningen met simulatiegebieden die een groot deel van Europa bedekken. Hierdoor kan de (buitenlandse) achtergrondbijdrage aan de Vlaamse ozon en fijn stof niveaus worden meegenomen. De fijn stof (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>) module laat toe om zowel de massa concentratie, de chemische samenstelling als de grootte verdeling (PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>) van het fijn stof te berekenen.

In het kader van de ontwikkeling van CAR-Vlaanderen, werd de BeLEUROS output (jaargemiddelde concentraties) verfijnd van een grid van 15x15 km naar een grid van 5x5 km op basis van de bevolkingsdichtheid.

Het nadeel van het gebruik van BeLEUROS gemodelleerde concentraties is het niet zichtbaar zijn van industriële hotspotzones omdat diffuus stof niet in de modellering zit.

#### **4.2.1.2 Praktische uitwerking en haalbaarheid van de pistes**

Ruimtelijk gespreide concentraties en concentraties gespreid in de tijd zijn dus beschikbaar, wat blijkt uit de vorige sectie. Een opdeling van de concentraties (PM, ozon) over de verschillende dagen van het jaar geven duidelijk aan wanneer normen overschreden worden. Om gebruik te maken van deze gegevens ontbreken er echter nog twee cruciale elementen om de impact beter in kaart te brengen (R. Torfs, persoonlijke communicatie, augustus 2007):

- achtergrondstatistieken: op lokale schaal zijn de mortaliteitsdata en andere health statistics verschillend van de gemiddeld Vlaamse data die nu gehanteerd worden. Deze data verbeteren is een hele klus. Tot nog toe werd in Vlaanderen te weinig werk gemaakt van small area health statistics (SAHS).
- concentratie-effect relaties zijn in het algemeen afgeleid op basis van grootschalige populatiestudies, met gemiddelde pollutentconcentraties – dit is niet zomaar te transfereren naar lokale situaties (Int Panis *et al.*, 2005).

In eerste benadering zouden dezelfde concentratie-effect relaties en gezondheidsdata kunnen gebruikt worden voor verschillende plaatsen, tijdstippen.

Torfs R. (persoonlijke communicatie, augustus, 2007) geeft echter aan dat het nog steeds aangewezen is om jaargemiddelde concentraties en gemiddelde sterfte te hanteren omwille van het feit dat voor verfijning momenteel geen specifieke concentratie-respons relaties beschikbaar zijn.

Besluit is dus dat, momenteel, een verfijning van het model naar gezondheidseffecten bij ruimtelijke en temporeel verspreide omgevingsconcentraties niet haalbaar is.

## 4.2.2 Verfijning van blootstellingsscenario's

### 4.2.2.1 Mogelijke pistes

De mogelijke verdere ontwikkeling van volgende blootstellingsscenario's werd geëvalueerd:

- Ruimtelijk gespreide blootstelling;
- Blootstelling op straatniveau;
- Tijdsafhankelijke blootstelling;
- Scenario voor NO<sub>2</sub>;
- Blootstelling binnenshuis.

### RUIMTELIJK GESPREIDE BLOOTSTELLING

Ruimtelijk gediversifieerde scenario's kunnen mogelijks ingevoerd worden door gebruik van hetzij de geïnterpoleerde VMM-meetgegevens, hetzij de BeEUROS data. Door het georefereren van deze data en een koppeling aan de populatie per gridcel (indien deze gegevens ook beschikbaar zijn), kan in principe een blootstellingsscenario per gridcel uitgevoerd worden. Het betreft hier dan nog steeds blootstellingsscenario's met jaargemiddelde concentraties over een oppervlakte van 16km<sup>2</sup> of 25 km<sup>2</sup>. Per pollutant wordt ook geëvalueerd of het tijdstip van blootstelling kan in rekening gebracht worden (dit zou vooral nuttig zijn voor de blootstellingsscenario's voor ozon).

VMM rapporteert in haar jaarverslagen ook een gemiddelde omgevingsconcentratie voor bepaalde virtuele stations (afgeleid uit een gemiddelde van de gemeten concentraties in die meetstations die industrieel, landelijk, stedelijk of voorstedelijk gelegen zijn). Op die manier zou ook een ruimtelijke spreiding bekomen kunnen worden en zouden blootstellingsscenario's opgesteld kunnen worden voor volgende gebieden:

- Landelijk;
- Stedelijk;
- Industrieel;
- Voorstedelijk.

### BLOOTSTELLING OP STRAATNIVEAU

Vooraf met het oog op het risico van het voorkomen van hoge concentraties NO<sub>2</sub> en PM10 in de onmiddellijke omgeving van verkeerassen (<30m van de weg), zou een bijkomend scenario ingevoerd kunnen worden dat rekening tracht te houden met deze situatie. Hiertoe zou volgend scenario uitgewerkt kunnen worden:

- een inschatting van de concentraties van PM10 en NO<sub>2</sub> met behulp van het screeningsmodel 'CAR Vlaanderen' vlak naast bijvoorbeeld (terminologie van CAR Vlaanderen):

- stagnerend verkeer (de doorstroming van het verkeer wordt belemmerd (gemiddelde snelheid van 13 km/u));
  - normaal stadsverkeer (gemiddelde snelheid van 19 km/u);
  - doorstromend stadsverkeer (doorstromend verkeer binnen de bebouwde kom, stadsstraat (gemiddelde snelheid van 26 km/u);
  - buitenweg (weg met snelheidslimiet van maximaal 80 km/u (gemiddelde snelheid van 44 km/u));
  - snelweg (gemiddelde snelheid van 100 km/u).
- een inschatting van het aantal blootgestelden in de omgeving van deze verschillende types wegen en een definiëring van wie de blootgestelden zijn;
  - de duur van de blootstelling;
  - enz.

### **TIJDSAFHANKELIJKE BLOOTSTELLING**

Er werd geëvalueerd of bijkomende scenario's mogelijk zijn die situaties weergeven waarop **piekconcentraties** vastgesteld worden. Hierbij wordt gedacht aan de dagen waarop PM10- en/of ozonconcentraties de grenswaarden voor de bescherming van de gezondheid van de mens overschrijden en er dus een verhoogd gezondheidsrisico is. Het aantal dagen met overschrijdingen en de bijhorende concentraties zijn beschikbaar bij VMM. Moeilijk in te vullen wordt ook hier de bepaling van het aantal blootgestelden tijdens die piekmomenten.

### **SCENARIO VOOR NO<sub>2</sub>**

Zoals reeds aangehaald in de kritische analyse van het Ex-DALY model (zie sectie 2.2) moet opgemerkt worden dat in de voorbereiding van een actualisatie van de blootstellings-effect relaties voor het EU project NEEDS, besloten werd om geen directe NO<sub>2</sub> effecten te kwantificeren (persoonlijke communicatie, Rudi Torfs, augustus 2007). De reden hiertoe is dat NO<sub>2</sub> meestal aanzien wordt als een andere indicator van dezelfde mix van luchtverontreiniging. In het algemeen wordt PM gehanteerd als de meest geschikte indicator op dit ogenblik. Om dubbel telling en overschatting van effecten te vermijden worden effecten van NO<sub>2</sub> dus niet apart geteld. Enkel indien de kennis verbetert over de mogelijke afzonderlijke rol van NO<sub>2</sub>, PM en eventueel ultrafijne deeltjes (die gecorreleerd kunnen zijn met NO en dus indirect met NO<sub>2</sub>) zouden de effecten van NO<sub>2</sub> afzonderlijk kunnen gekwantificeerd worden in de toekomst.

### **BLOOTSTELLING BINNENSHUIS**

Er is momenteel geen scenario voor blootstelling binnenshuis voorzien. Ook dit is van belang en het is bovendien een domein dat in volle ontwikkeling is. De blootstelling binnenshuis wordt bepaald door:

- De concentratie buiten;
- De concentratie binnen (welke gecorreleerd is met de concentratie buiten);
- Factoren zoals woningkarakteristieken, mogelijke bronnen, de aanwezigheid van houtstoven, enz.

Op Europees niveau werd bijvoorbeeld het MOBILEE model uitgewerkt, waarbij de blootstelling binnenshuis afgeleid wordt uit de blootstelling buiten op basis van omschalingsfactoren. In opdracht van LNE voerde VITO een onderzoek uit naar de invloed van het voorkomen van milieugevaarlijke stoffen in de buitenlucht op de kwaliteit van de binnenomgeving (FLIES studie, januari 2007) . Binnen deze studie wordt in ongeveer 50 huizen de blootstelling van kinderen nagegaan aan onder meer PM en NO<sub>2</sub>. Deze studie levert voorlopig geen bruikbare resultaten voor de huidige studie (R. Torfs, persoonlijke communicatie). Ook hier geldt eveneens dat de huidige concentratie-respons relaties in principe enkel



afgeleid werden voor gemiddelde blootstelling en dat de statistieken voorlopig niet verfijnd genoeg zijn om dergelijk scenario uit te werken.

#### **4.2.2.2 Praktische uitwerking en haalbaarheid van de pistes**

Om de praktische uitwerking van de verfijning van de blootstellingsscenario's na te gaan, werden eerst een aantal publicaties geëvalueerd, om na te gaan in welke mate de nodige informatie beschikbaar is.

### **GEGEVENSVERZAMELING**

#### Glorieux, Minnen en Vandeweyer (2005): de tijdsbesteding van de Vlamingen in 2004

Het onderzoek "Tijdsbesteding van de Vlamingen" werd uitgevoerd door de onderzoeksgroep TOR (Tempus Omnia Revelat) van de Vrije Universiteit Brussel. Via de website van TOR (<http://www.vub.ac.be/TOR/cgi-bin/navigatie.cgi?Command=Frame&item=publicaties>) worden de resultaten van deze publicatie (en een aantal andere relevante studies) vrijgegeven.

Het betreft een longitudinaal tijdsbudgetonderzoek bij een representatieve steekproef van Vlamingen, gefinancierd door de Vlaamse Gemeenschap (Programma Beleidsgericht Onderzoek 99B/4/25). Het is het tweede grootschalige tijdsbudgetonderzoek in Vlaanderen en volgt vijf jaar na het eerste onderzoek van 1999. In het kader van dit onderzoek hielden 1780 Vlamingen tussen 18 en 75 jaar gedurende een volle week hun tijdsbesteding bij in een dagboek. Naast al hun activiteiten en de respectieve begin- en eindtijden noteerden de respondenten van het Vlaamse tijdsbudgetonderzoek per activiteit ook informatie over de plaats, het eventuele transportmiddel, de aanwezigheid van anderen, de gesprekspartners tijdens de activiteit en de motivatie om de activiteit te stellen. De dagboekregistratie werd gekoppeld aan twee vragenlijsten waarin naast socio-demografische variabelen ook opinievragen over maatschappelijke kwesties en algemene indicatoren over tijdsbesteding en cultuurparticipatie zijn opgenomen.

Op 02/08/2007 werd telefonisch contact opgenomen met één van de auteurs van deze publicatie, Dhr. Joeri Minnen, met de vraag naar beschikbaarheid van informatie.

Meer informatie rond het uitgevoerde Vlaamse tijdsbestedingonderzoek is terug te vinden op [www.tijdsonderzoek.be](http://www.tijdsonderzoek.be). Deze webpagina bevat informatie beschikbaar over de tijdsbesteding van Vlamingen over 11 categorieën (opgesplitst in 163 verschillende activiteiten):

- werk (bijv. betaalde arbeid, thuis of buitenshuis);
- huishoudelijk werk (bijv. poetsen, klusjes, ...);
- kinderopvang;
- opleiding;
- slapen en rusten;
- persoonlijke verzorging (bijv. eten en drinken);
- sociale participatie (bijv. verenigingleven);
- vrije tijd (bijv. wandelen in parken, landelijke gebieden);
- wachten;
- onderweg (bijv. verplaatsingen van en naar het werk);
- overige.

Na analyse van de inhoud van bovenvermelde studie kan besloten worden dat er heel wat informatie beschikbaar is over de tijdsbesteding van de Vlaming maar dat slechts weinig informatie bruikbaar is binnen dit onderzoek omdat:

- de tijdsbesteding buiten in een stads-, industriële en landelijke omgeving niet eenduidig uit te filteren is (nodige input voor scenario "blootstelling aan hoge concentraties rond verkeersassen"); er wordt bijvoorbeeld nergens in de studie aangegeven hoeveel tijd een persoon zich in de buurt begeeft van een drukke weg, zodat dit zou moeten afgeleid worden uit andere gegevens wat onvermijdelijk tot grote onzekerheden zal leiden;
- de tijdsbesteding binnenshuis ingeschat kan worden (nodige input voor "blootstelling aan binnenhuislucht") maar zeker geen volledig beeld kan geven.

### Ondersteuningscel Logo's

De OCL (Ondersteuningscel Logo's vzw) werkt met tal van partners samen rond ziektepreventie en algemene ondersteuning van de Logo's (Lokaal Gezondheidsoverleg vzw). De Medisch Milieukundigen bij de LOGO's (<http://www.mmk.be/index.cfm?Id=138&Rubr=2&subId=138>) hebben de volgende taken:

- Objectief advies bij gezondheidsproblemen die in verband staan met het milieu;
- Sensibiliseren rond gezond wonen en woningonderzoeken uitvoeren in het kader van het Binnenmilieubesluit (BS 19/10/04);
- Informeren over gezondheidsrisico's die in verband staan met het milieu door voordrachten, websites, artikelen, folders, ...;
- Ondersteunen en opstarten van lokale projecten rond gezondheid en milieu;
- Peilen naar ongerustheid bij de bevolking in samenwerking met de lokale actoren (gemeenten, huisartsen, ...);
- Meewerken aan preventief gezondheidsbeleid op gebied van gezondheid en milieu.

Het betreft hier vooral een informatieve rol. Een concrete link tussen het aantal zieken, sterftegevallen en milieu wordt niet kwantitatief beschreven. Voor het scenario "binnenmilieu" kan deze bron eventueel nuttige informatie leveren in verband met de aard van de blootstelling (identificatie van parameters), beïnvloedende factoren, doelgroepen, enz. (Voorbeeld van publicatie: "Binnenmilieu en gezondheid op school").

### Antigifcentrum ([www.poissoncentre.be](http://www.poissoncentre.be))

Sinds 1995 maakt het Antigifcentrum een jaarlijks overzicht van de hospitalisatie -en sterftegevallen door CO-vergiftiging. Er wordt een Federaal register van CO-intoxicaties opgesteld. De meest recente gegevens betreffen 2005. Naast aantallen wordt ook een overzicht gegeven van mogelijke oorzaken en binnen welke leeftijdscategorie de slachtoffers vallen. Ook de link met weersinformatie wordt gelegd (in hoeverre werd gewaarschuwd voor CO-vergiftiging).

### RCIB: de Regionale Cel voor Interventie bij Binnenluchtvervuiling (<http://www.ibgebim.be/>)

In februari 2000 creëerde het Brussels Instituut voor Milieubeheer (BIM), in partnerschap met het Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid (WIV) en Fonds des Affectations Respiratoires (FARES), een Regionale Cel voor Interventie bij Binnenluchtvervuiling (RCIB). Via een algemene en geïntegreerde benadering wil deze cel in woningen de vervuiling opsporen die gezondheidsproblemen kan veroorzaken. Ze grijpt in, als aanvulling bij een medische diagnose, wanneer een huisarts vermoedt dat een gezondheidsprobleem verband houdt met de aanwezigheid van verontreinigende stoffen in de woning van zijn/haar patiënt. Deze diagnosestelling gaat gepaard met advies om de hinder te verminderen of zelfs te verwijderen en op die manier de gezondheid van de bewoners te verbeteren. Een ander doel van de cel is om - eerder vanuit preventief oogpunt - de binnenluchtvervuiling die verband houdt met de stedelijke context van het Brussels Hoofdstedelijk Gewest, te bestuderen en evalueren. Deze

werkzaamheden zullen toelaten om op langere termijn een actiestrategie terzake uit te werken (adviezen, gedragingen, behandelingen,...).

## **PRAKTISCHE UITWERKING EN HAALBAARHEID VAN DE PISTES**

### Ruimtelijk gespreide blootstelling

De basisdata voor deze verfijning zijn dus in principe beschikbaar. De beperkende factor is hier opnieuw het feit dat geen blootstellingseffect relaties beschikbaar zijn voor verschillende plaatsen en tijdstippen.

### Blootstelling op straatniveau

Wat betreft het aantal blootgestelden en de gemiddelde duur van de blootstelling per type weg, werd nagegaan (cf. sectie 4.2.2) in hoeverre informatie kan worden geput uit de studie van Glorieux, Minnen en Vandeweyer (2005) aangaande de tijdsbesteding van de Vlamingen in 2004. Hoewel deze studie heel uitgebreid is, bevat ze toch onvoldoende informatie om het blootstellingsscenario uit te werken. Een specifieke enquêtering zou moeten opgestart worden om tot de juiste tijdsbestedingen te komen. Bijgevolg is dit niet op korte termijn haalbaar.

### Tijdsafhankelijke blootstelling

Informatie over het aantal blootgestelden tijdens piekmomenten (momenten in de tijd waarop overschrijding van de normen vastgesteld wordt) is niet beschikbaar. Dit en het feit dat geen blootstellingseffect relaties beschikbaar zijn voor verschillende tijdstippen, maakt de praktische uitwerking van deze verfijning niet haalbaar.






### Blootstelling binnenshuis

Zoals vermeld, kan de blootstelling binnenshuis afgeleid worden uit de blootstelling buiten op basis van omschalingsfactoren. Ook hier geldt eveneens dat de huidige concentratie-respons relaties in principe enkel afgeleid werden voor de gemiddelde blootstelling en dat de statistieken voorlopig niet verfijnd genoeg zijn om dergelijk scenario uit te werken.

## **4.2.3 Uitwerken van een verfijnd blootstellingsscenario ongeacht beschikbaarheid van data (toekomstperspectief)**

In plaats van uit te gaan van de blootstelling van alle inwoners van Vlaanderen aan dezelfde concentratie per pollutant (PM10, PM2,5, ozon), zijnde de gemiddelde concentratie voor gans Vlaanderen, wordt gestreefd naar het opstellen van een meer gedetailleerd blootstellingsscenario.

In zijn meest gedetailleerde vorm zou een blootstellingsscenario moeten opgesteld worden voor elke inwoner in Vlaanderen. Dit betekent dat voor ieder individu de tijdsbesteding in kaart moet gebracht worden waarbij elke tijdsbesteding (duur van de besteding op jaarbasis/dagbasis) gekoppeld wordt aan een specifieke locatie (plaats van besteding). Aan elke gedefinieerde locatie moet dan een representatieve PM10-, PM2,5- en ozonconcentratie gekoppeld worden. Per inwoner zou men op die manier een gewogen gemiddelde kunnen bepalen van de concentratie waaraan men gedurende een jaar als individu wordt blootgesteld. Een fictieve invulling van een blootstellingsscenario per individu wordt schematisch weergegeven in Figuur 4-1.

|                                      | Tijdsbesteding                                                                                                                |          | Concentratie PM10                           |
|--------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---------------------------------------------|
|                                      | Locatie                                                                                                                       | Tijd     |                                             |
| I<br>N<br>D<br>I<br>V<br>I<br>D<br>U | Thuis binnen<br><br>Huis                     | 12 u/dag | 31 µg/m <sup>3</sup>                        |
|                                      | Vrije tijd buiten<br><br>Bak<br>Bloo<br>Boom | 1 u/dag  | 31 µg/m <sup>3</sup>                        |
|                                      | Werk binnen<br><br>Fabriek                   | 8 u/dag  | 38 µg/m <sup>3</sup>                        |
|                                      | Vrije tijd Binnen<br>                        | 1 u/dag  | 31 µg/m <sup>3</sup>                        |
|                                      | Onderweg<br><br>STOP<br>Deze richting        | 2 u/dag  | 41 µg/m <sup>3</sup>                        |
|                                      |                                                                                                                               |          | Gewogen gemiddelde van 34 µg/m <sup>3</sup> |

**Figuur 4-1: Fictieve samenstelling van een blootstellingsscenario per individu**

Het opstellen van een blootstellingsscenario vereist bijgevolg het uitvoeren van volgende stappen:

- Het opstellen van tijdsbestedingspatronen;
- Het koppelen van de geïdentificeerde microlocaties in de verschillende tijdsbestedingspatronen aan representatieve concentraties;
- Het berekenen van een gewogen gemiddelde blootstellingconcentratie.

#### 4.2.3.1 Opstellen van tijdsbestedingspatronen

Momenteel zijn geen tijdsbestedingsscenario's beschikbaar voor elke inwoner van Vlaanderen individueel. Daarom wordt als alternatief gezocht naar groepen in de bevolking, die een gelijkaardig/vergelijkbaar tijdsbestedingspatroon hebben. Meerdere concentratie-responsrelaties worden bovendien berekend per leeftijdscategorie – dit betekent dat men idealiter zou moeten beschikken over het tijdsbestedingspatroon van elke leeftijdsgroep. Volgende publicaties werden geraadpleegd om dit in te vullen:

- Goelen *et al.* (2007). Onderzoek naar de invloed van het voorkomen van milieugevaarlijke stoffen in de buitenlucht op de kwaliteit van de binnenomgeving. Deel 1: Kinderen;
- Glorieux *et al.* (2004). Vlaanderen de klok rond – 2004. Enkele resultaten van het Vlaamse Tijdsbudgetonderzoek (TOR '04);
- Kind en gezin (onbekend). Het kind in Vlaanderen 2004.

De Glorieux studie (2004) beschouwt een aantal bevolkingsgroepen binnen de Vlaamse bevolking tussen 18 en 75 jaar, verdeeld naar arbeidssituatie: werkend, niet-werkend, student of gepensioneerd.

Goelen *et al.* (2007) beschrijft de tijdsbesteding van kinderen tussen 0 en 18 jaar met een opsplitsing in kinderen tussen 0 en 6 jaar, tussen 6 en 12 jaar en tussen 12 en 18 jaar.

In de publicatie van Kind en Gezin (onbekend) wordt kort ingegaan op de tijd door kinderen doorgebracht op school of op de opvang en de afstanden, die afgelegd worden van thuis naar school of opvang.

De resultaten in deze studies zijn gebaseerd op representatieve steekproeven. Op basis van de informatie over de tijdsbesteding in bovenvermelde studies van verschillende bevolkingsgroepen, hebben wij enerzijds een aantal bevolkingsgroepen geselecteerd of eventueel samengenomen (bij gelijkaardige tijdsbesteding) en anderzijds werd voor elke geselecteerde groep de gemiddelde tijdsbesteding geschat. De selectie van bevolkingsgroepen werd bepaald door:

- De groepen, vermeld in de concentratie-respons relaties van Ex-DALY:
  - Alle volwassenen
  - Leeftijdsgroep 0-14 jaar
  - Leeftijdsgroep 15-64 jaar
  - Leeftijdsgroep 65+.
- De groepen, vermeld in bovenstaande studies:
  - Bevolking tussen 18 en 75 jaar (Glorieux *et al.*, 2004):
    - ~ Werkend
    - ~ Niet-werkend
    - ~ Student
    - ~ Gepensioneerd
  - Kinderen tussen 0 en 18 jaar (Goelen *et al.*, 2007):
    - ~ Kinderen tussen 0-6 jaar
    - ~ Kinderen tussen 6-12 jaar
    - ~ Kinderen tussen 12-18 jaar
  - Kinderen tussen 0 en 12 jaar (Kind en Gezin, onbekend):
    - ~ Kinderen die naar de kleuterschool gaan (3 tot 7 jaar)
    - ~ Kinderen die naar de lagere school gaan (7 tot 12 jaar)

Het aandeel van de blootstellingstijd aan bepaalde microlocaties in de totale jaarlijkse blootstellingstijd (in %) voor verschillende subgroepen wordt weergegeven in Tabel 4-1. Een aantal verduidelijkingen bij Tabel 4-1 zijn:

- In de tweede rij worden die leeftijdsgroepen vermeld, waarvoor een tijdsbestedingsprofiel vereist is om te kunnen koppelen aan de concentratie-respons relaties van Ex-DALY;
- In de derde rij worden die leeftijdsgroepen verder uitgesplitst teneinde een overeenstemming te vinden tussen de leeftijdsgroepen waarvoor een tijdsbestedingsprofiel kon gehaald worden uit de literatuur en de leeftijdsgroepen van de concentratie-respons relatie;
- In de vierde rij worden de leeftijdsgroepen vermeld waarvoor een tijdsbestedingsprofiel kon gehaald worden uit de literatuur;
- De rijen vijf tot en met twaalf geven tenslotte de tijdsbestedingsprofielen weer.

**Tabel 4-1: Aandeel in tijd van de blootstelling aan bepaalde microlocaties in de totale jaarlijkse blootstellingstijd (%) voor verschillende subgroepen van de bevolking**

| Groepen te beschouwen op basis van concentratie-respons relaties | Aandeel in de totale jaarlijkse blootstellingstijd (%) voor verschillende subgroepen van de bevolking |            |            |            |                                       |          |                                       |                                       |
|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|------------|------------|---------------------------------------|----------|---------------------------------------|---------------------------------------|
|                                                                  | 0-14 jaar                                                                                             |            | 15-64 jaar |            | Alle volwassenen                      |          |                                       | 65+                                   |
| Verdere opsplitsing                                              | 0-12 jaar                                                                                             | 12-14 jaar | 15-18 jaar | 18-64 jaar | 18-64 jaar                            |          | 65+                                   | 65+                                   |
| Representatieve groep op basis van tijdsbesteding                | 0-12 jaar                                                                                             | 12-18 jaar | 12-18 jaar | werkende   | niet-werkend/<br>gepensioneerd<br>(2) | werkende | niet-werkend/<br>gepensioneerd<br>(2) | niet-werkend/<br>gepensioneerd<br>(2) |
| Microlocatie                                                     |                                                                                                       |            |            |            |                                       |          |                                       |                                       |
| <i>Woonomgeving binnen</i>                                       | 0,92                                                                                                  | 0,924      | 0,924      | 0,72       | 0,89                                  | 0,72     | 0,89                                  | 0,89                                  |
| <i>Werkomgeving/studentenstad binnen</i>                         |                                                                                                       |            |            | 0,19       | 0,02                                  | 0,19     | 0,02                                  | 0,02                                  |
| <i>Woonomgeving buiten</i>                                       | 0,07                                                                                                  | 0,062      | 0,062      | 0,04       | 0,06                                  | 0,04     | 0,06                                  | 0,06                                  |
| <i>Omgeving met druk verkeer</i>                                 | 0,01                                                                                                  | 0,014      | 0,014      | 0,05       | 0,03                                  | 0,05     | 0,03                                  | 0,03                                  |
| <i>Totaal</i>                                                    | 1,00                                                                                                  | 1,00       | 1,00       | 1,00       | 1,00                                  | 1,00     | 1,00                                  | 1,00                                  |
| <i>Drankgelegenheden/Café<sup>(1)</sup></i>                      | 0                                                                                                     |            |            | 0,04       | 0,01                                  | 0,04     | 0,01                                  | 0,01                                  |

(1) De blootstellingstijd aan de concentraties in een café/jeugdhuis is een onderdeel van de blootstelling binnen

(2) Onder deze categorie vallen ook hogeschool/universiteitsstudenten daar het tijdsbestedingspatroon heel gelijkaardig is

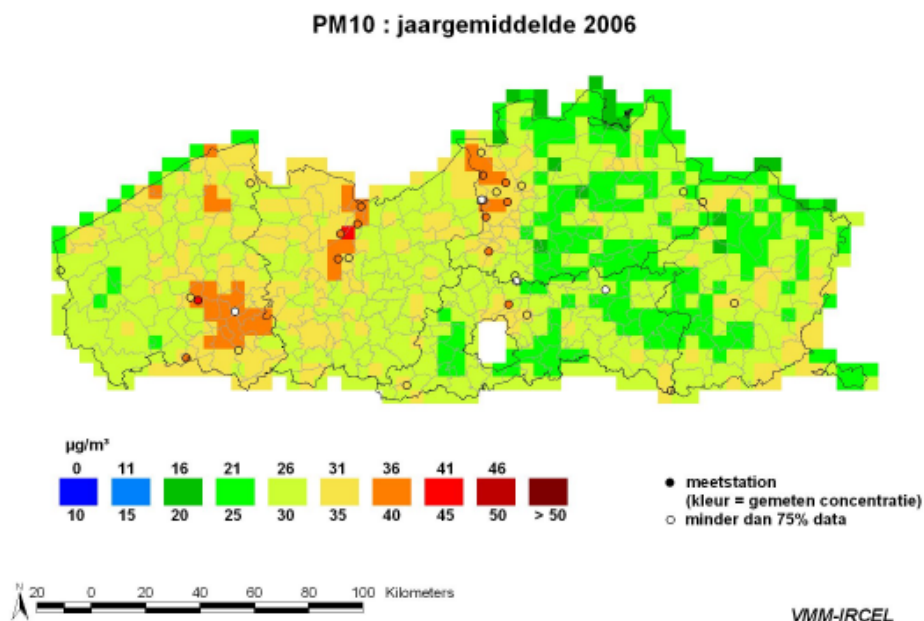
#### 4.2.3.2 Koppelen van microlocaties aan concentraties

Bij het opstellen van de blootstellingsscenario's moet elk van de vermelde microlocaties (woonomgeving buiten /woonomgeving binnen /werkomgeving binnen /omgeving met druk verkeer /drankgelegenheid) gekoppeld worden aan een representatieve concentratie voor PM10, PM2,5, NO<sub>2</sub> en ozon.

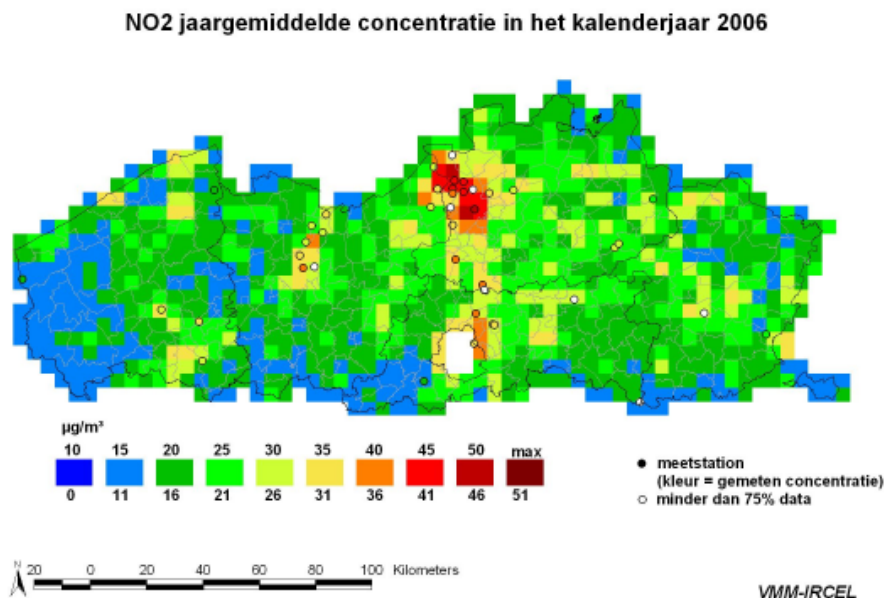
#### WOONOMGEVING BUITEN

Wat betreft omgevingsconcentraties in de **buitenlucht**, kan beroep gedaan worden op de metingen en verwerking van die meetresultaten van VMM/IRCEL. Voor NO<sub>x</sub> en PM10 worden met de RIO-corine techniek interpolatiekaarten opgemaakt waarbij in elke roostercel van het interpolatiedomein rekening wordt gehouden met de plaats specifieke (vervuilings)omstandigheden. De resolutie van RIO-c is 4x4 km. De jaargemiddelde PM10- en NO<sub>2</sub>-concentraties, zoals berekend met RIO-corine worden weergegeven in Figuur 4-2 en Figuur 4-3. Ook voor ozon kunnen geïnterpoleerde gegevens beschikbaar gesteld worden.

Wat betreft PM2,5 zijn er geen geïnterpoleerde gegevens beschikbaar. Bijgevolg moet voorlopig verder gewerkt worden met een jaargemiddelde waarde voor gans Vlaanderen.



**Figuur 4-2: Overzicht van de jaargemiddelde PM10-concentratie in Vlaanderen in 2006 (VMM/IRCEL, 2007)**



**Figuur 4-3: Overzicht van de jaargemiddelde NO<sub>2</sub>-concentratie in Vlaanderen in 2006 (VMM/IRCEL, 2007)**

#### **BINNENOMGEVING NABIJ DE WOONPLAATS**

De binnenhuisconcentratie van een bepaalde component is afhankelijk van:

- de concentratie buiten door infiltratie van buiten naar binnen;
- concentratie door bijdrage van bronnen binnenshuis;
- mate van ventilatie.

Voor het bepalen van de concentratie **binnen** vertrekken we bijgevolg van de relevante concentratie buiten en houden we rekening met een infiltratiefactor. Uit de literatuur blijkt dat ook binnen een aantal bronnen van PM<sub>10</sub> kunnen geïdentificeerd worden zoals stofzuigen, koken en frituren (Abt *et al.*, 2000). Ook roken kan als belangrijke bron aangegeven worden. Wanneer dus een blootstelling aan PM<sub>10</sub>-concentraties binnen moet worden bekeken, mag niet enkel de infiltratie van buiten naar binnen maar moet eveneens de bijdrage door bronnen binnenshuis meegenomen worden. In de literatuur werden volgende resultaten gevonden in verband met de ratio tussen PM<sub>10</sub>-concentraties binnenshuis en buitenshuis:

- Rekening houdend met bronnen binnenshuis: 1,06 – 1,07 (Long *et al.*, 2001 and Leaderer *et al.*, 1999)
- Enkel infiltratie van PM<sub>10</sub> van buiten naar binnen: 0,49 – 0,68 (Mitchell *et al.*, 2007 and Abt *et al.*, 2000) en 0.4 - 0.7 (Expolis model, RIVM en KTL)

Gezien het om blootstelling gaat en de bevolking dus ook een bepaalde tijd blootgesteld is aan concentraties binnenshuis moeten ook de bronnen binnenin de huizen meegenomen worden. In de FLIES studie (Goelen *et al.*, 2007) wordt ook verwezen naar een publicatie van Cao (2005) waarin Indoor/outdoor (I/O) concentratieverhoudingen worden gevonden van 1, 1,5 en 1 voor respectievelijk woningen nabij drukke wegen, stedelijke en landelijke gebieden. Hiermee rekening houdende, veronderstellen we in het voorgestelde blootstellingsscenario dat de concentraties binnenshuis gelijk kunnen gesteld worden aan de concentraties buitenshuis.

Wat betreft de ozonconcentraties binnen in een woning is weinig informatie terug gevonden. De Nederlandse Stichting luchtverontreiniging ([www.stichtingluchtverontreiniging.nl](http://www.stichtingluchtverontreiniging.nl)) alsook het Vlaams



Agentschap Zorg en Gezondheid ([www.zorg-en-gezondheid.be](http://www.zorg-en-gezondheid.be)) geven aan dat de binnenconcentratie wel de helft lager is dan de buitenconcentratie. Omdat geen verdere informatie hieromtrent werd gevonden, wordt de buitenconcentratie gedeeld door 2 om tot de binnenconcentratie te komen.

## **BINNENOMGEVING OP DE WERKPLAATS**

Zoals al aangegeven voor de binnenomgeving van de woonplaats is de binnenhuisconcentratie van een bepaalde component afhankelijk van:

- de concentratie buiten door infiltratie van buiten naar binnen;
- concentratie door bijdrage van bronnen binnen.
- Mate van ventilatie

In dit geval is de tweede term, namelijk de concentratie door bijdrage van bronnen binnen op de werkplaats, een heel belangrijke term. Concentraties op de werkplaats ("occupational exposure") zijn sterk afhankelijk van het type activiteit, het al dan niet geïmplementeerd zijn van reductiemaatregelen op de werkvloer, enzovoort. Het in rekening brengen van de concentraties op de werkplaats maakt geen onderdeel uit van de huidige studie. Dit betekent dat de potentieel hoge concentraties aan PM10 waaraan sommige werknemers zouden kunnen blootgesteld worden op de werkvloer, niet in rekening worden gebracht. De concentratie buiten wordt op dezelfde manier bepaald als bij "binnenomgeving nabij de woonplaats". Met dit verschil dat de buitenconcentratie hier de concentratie betreft buiten in de omgeving van de werklocatie.

De volgende stap is hier dat de werklocatie van elke werkende/studerende in Vlaanderen in het ideale geval moet gekend zijn. Zo kan per inwoner de concentratie op de werkplaats afgeleid worden uit de omgevingsconcentratie van de plaats waar men werkt.

De vraag die moet gesteld worden is of het werken op individubasis, wat heel tijdsrovend is en het model heel complex maakt, opweegt tegen de 'mogelijke' verfijning van het resultaat. Aangezien gewerkt wordt met:

- gemiddelde tijdsbestedingspatronen voor een aantal geïdentificeerde groepen van mensen;
- gemiddelde concentratie-respons relaties;
- gemiddelde blootstellingsconcentraties;

kan gesteld worden dat in eerste benadering op hoger niveau een inschatting kan gemaakt worden van de locatie van de werkplaats en gemiddelde cijfers mogen gebruikt worden.

Een paar opties om een onderscheid te kunnen maken tussen de omgevingsconcentraties op de werk- en woonplaats worden bekeken.

Uit een studie van Verhetsel *et al.* (2007) blijkt dat in Vlaanderen 37,7% van de werkzame beroepsbevolking<sup>16</sup> binnen de eigen woongemeente werkt, 62,3% werkt buiten de woongemeente. Dergelijke cijfers zijn in de Verhetsel *et al.* (2007) publicatie beschikbaar per arrondissement en provincie. Als per arrondissement gekeken wordt dan zien we dat binnen elk arrondissement het percentage woonforensen<sup>17</sup> ten opzichte van de woonbevolking tussen 50,9% (Veurne) en 79,6% (Halle-Vilvoorde) ligt.

---

<sup>16</sup> Hieronder vallen enkel zij die een job hebben, ook al wordt die tijdelijk niet uitgeoefend wetens ziekte, verlof, loopbaanonderbreking of tijdelijke werkloosheid. In totaal zijn er 3.942.304 personen werkzaam in België op 01/01/2001.

<sup>17</sup> De beroepsbevolking die in een gemeente woont, maar in een andere gemeente werkt

Het voordeel van het gebruik van deze opsplitsing is dat er meer in detail rekening wordt gehouden met de locatie van werken. De nadelen zijn echter dat:

- slechts met gemiddelden kan gewerkt worden per arrondissement;
- de omgevingsconcentraties dan terug geaggregeerd moeten worden tot op niveau van de arrondissementen en dus een verfijning op het niveau van werklocatie gepaard gaat met een aggregatie op het niveau van omgevingsconcentraties in het model.

Een andere meer ruwe benadering om een onderscheid te maken in woon- en werklocatie is het gebruik van jaargemiddelde concentraties voor stedelijke en industriële gebieden, zoals bepaald in de VMM-jaarverslagen (2007). VMM identificeert de verschillende meetstations (volgens hun locatie) als een landelijk, voorstedelijk, stedelijk of industrieel station. De gemiddelden van de meetresultaten voor deze verschillende types stations, resulteren in een jaargemiddelde omgevingconcentratie voor landelijke, voorstedelijke, stedelijke en industriële gebieden. Gebruik makend van de ruwe veronderstelling dat de Vlaamse bevolking, indien niet in hun eigen gemeente, vooral in stedelijke en industriële gebieden werkt, kan voorgesteld worden dat de werklocatie:

- voor 37,7% van de werkzame beroepsbevolking dezelfde is als de woonlocatie<sup>18</sup>;
- voor 62,3% van de werkzame beroepsbevolking een industrieel/stedelijk gebied is.

Voor 37,7% is de te gebruiken omgevingsconcentratie tijdens het werken dus dezelfde als tijdens activiteiten in de woonomgeving. Voor 62,3% van de werkzame beroepsbevolking kan als omgevingsconcentratie tijdens het werken, een gemiddelde genomen worden van de concentraties in stedelijke en industriële gebieden. Deze informatie is jaarlijks terug te vinden in de VMM rapporten "Luchtkwaliteit in het Vlaamse Gewest". Voor het kalenderjaar 2006 is de PM10 concentratie in stedelijk resp. industriële gebieden  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Voor 62,3% van de werkzame beroepsbevolking kan bijgevolg worden verondersteld dat de gemiddelde concentratie in de omgeving van hun werk  $37,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  was in 2006. Het voordeel van deze methode is dat gegevens kunnen gebruikt worden, die beschikbaar zijn zonder bijkomende berekeningen van concentraties. Het nadeel is dat er uiteraard gewerkt wordt met gemiddelden en dit dus een minder correct beeld geeft dan de vorige optie.

## **ONDERWEG (IN HET VERKEER)**

Om de concentraties op de weg vast te leggen moet rekening gehouden worden met:

- Verkeersintensiteit: hoe druk is het verkeer langs de weg waar men zich verplaatst;
- Wat is de samenstelling van het verkeer (aandeel personenwagens/vrachtwagens); vrachtwagens stoten namelijk 15-25 keer meer  $\text{NO}_x$  uit per afgelegde kilometer dan een personenwagen (TNO, 2004);
- Welk type weg is het (autosnelweg; 2x2 vakken; 2x1 vak, ...)
- Hoe bevindt de weg zich in haar omgeving (al dan niet bebouwing net naast de weg, weg door open terrein, ...)

Idealiter zouden dus gegevens moeten beschikbaar zijn voor ieder individu van:

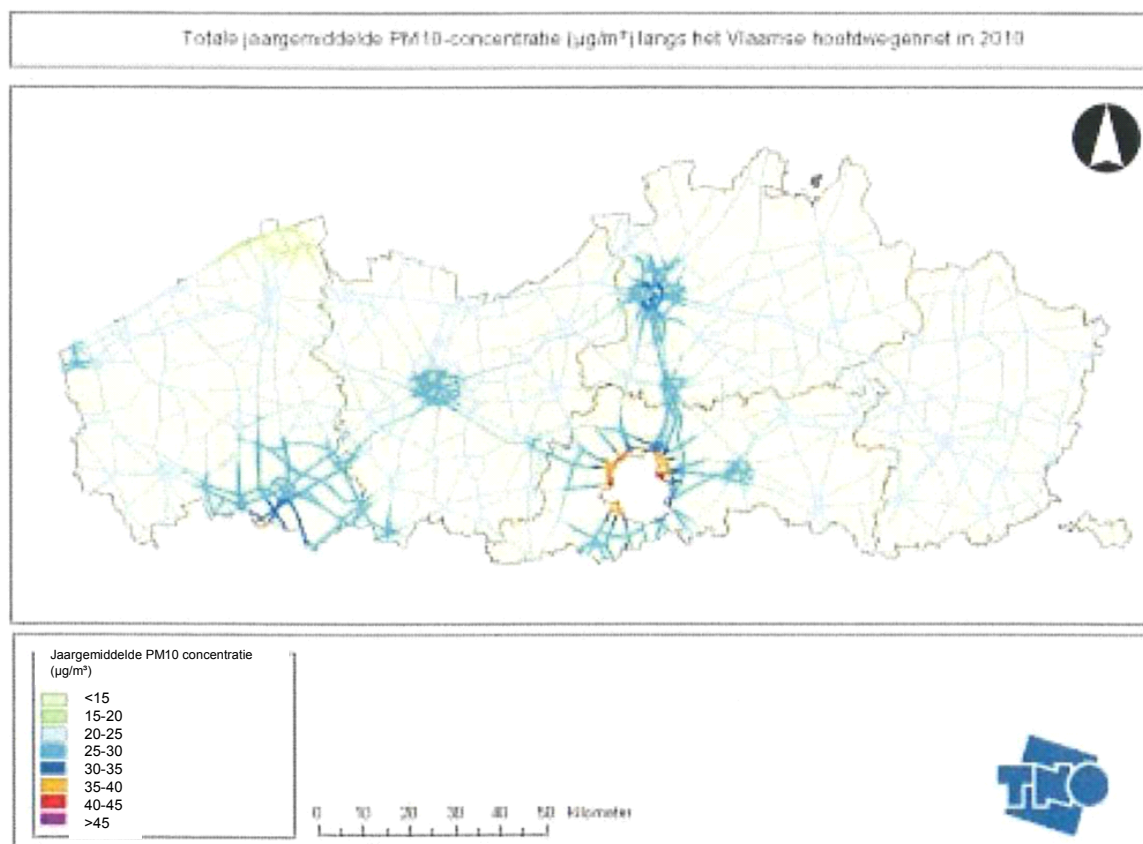
- de gevolgde route om zich te verplaatsen;
- gedetailleerde info betreffende elk type weg voorkomend in de route (zie hierboven);
- de tijd dat men zich langs een bepaald type weg bevindt;
- de concentraties aan PM10,  $\text{NO}_2$  langs deze wegsegmenten.

---

<sup>18</sup> Merk op dat hier ook een fout wordt gemaakt door te veronderstellen dat de werklocatie ipv in dezelfde gemeente in dezelfde grid is van 4x4 km of 5x5km, terwijl we enkel weten dat het in principe in dezelfde gemeente is en dus niet noodzakelijk in dezelfde grid.

Eerder werd reeds vermeld dat de bottom-up methode (inschatting van blootstelling op individu-basis) onmogelijk is wegens onvoldoende informatie per individu. Dit heeft als gevolg dat ook voor blootstelling onderweg een gemiddelde situatie (of een aantal type-scenario's) moet genomen worden.

Figuur 4-4 geeft een overzicht van de jaargemiddelde PM10-concentratie langs het hoofdwegennet in Vlaanderen voor het jaar 2010 (Teeuwisse S. en Vanhove F., 2004).



**Figuur 4-4: Jaargemiddelde PM10-concentratie langs het hoofdwegennet in Vlaanderen voor het jaar 2010 (bron: Teeuwisse S. en Vanhove F., 2004)**

Uit Figuur 4-4 blijkt dat langs het hoofdwegennet in Vlaanderen, de concentraties variëren tussen:

- 25-30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  langs belangrijke wegen rond Kortrijk, Gent, Antwerpen, Brussel en tussen deze steden;
- 30-35  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ : rond Kortrijk, de ring van Antwerpen, delen van de ring rond Brussel;
- 35-45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  rond Brussel.

Dit is uiteraard slechts een ruwe inschatting op basis van interpretatie van een visuele voorstelling van gemodelleerde concentraties langs de belangrijkste verkeerswegen in Vlaanderen. Deze concentraties zijn een inschatting voor 2010. De aangegeven concentraties zijn bijgevolg niet representatief voor overige jaren, aangezien:

- De achtergrondconcentraties van PM10 en  $\text{NO}_2$  dalen naar de toekomst toe;
- Emissies van verkeer specifiek ook verondersteld worden te reduceren naar de toekomst toe.

Deze waarden zouden dus voor de periode 2005-2010 nog moeten opgehoogd worden. Om een idee te hebben van het verschil in concentraties langs wegen in 2005 ten opzichte van 2010, werd met het CAR Vlaanderen screeningsmodel, voor een aantal locaties in Vlaanderen, de concentratie berekend langs een

fictieve buitenweg, met een intensiteit van 23.000 voertuigen per etmaal. De resultaten van deze simulatie worden weergegeven in Tabel 4-2.

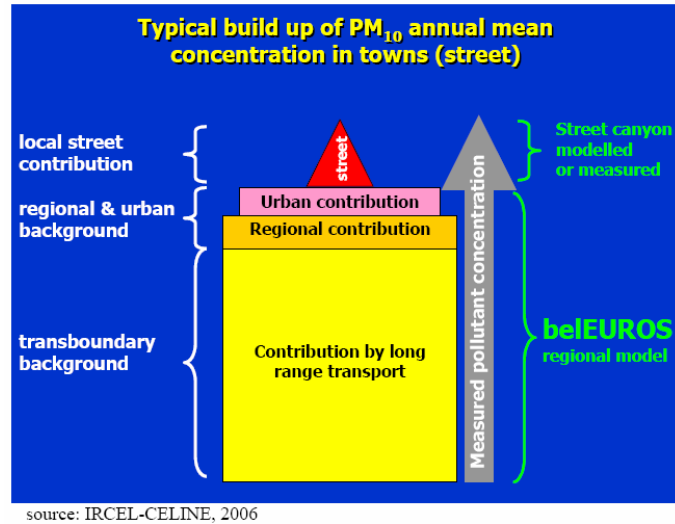
**Tabel 4-2: Overzicht van de resultaten van een simulatie met CAR Vlaanderen van de concentraties langs een fictieve buitenweg op verschillende locaties in Vlaanderen in 2005 en 2010**

| Lambert-coördinaten | PM10 concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |      | Verschil conc. 2005 t.o.v. 2010 (%) | NO <sub>2</sub> -concentratie ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |      | Verschil conc. 2005 t.o.v. 2010 (%) |
|---------------------|------------------------------------------------|------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------|------|-------------------------------------|
|                     | 2005                                           | 2010 |                                     | 2005                                                       | 2010 |                                     |
| 76,224              | 35                                             | 31   | 12,9%                               | 49                                                         | 42   | 16,7%                               |
| 80,160              | 35                                             | 32   | 9,4%                                | 43                                                         | 37   | 16,2%                               |
| 90,190              | 31                                             | 28   | 10,7%                               | 37                                                         | 30   | 23,3%                               |
| 140,190             | 35                                             | 31   | 12,9%                               | 40                                                         | 34   | 17,6%                               |
| 170,225             | 36                                             | 32   | 12,5%                               | 45                                                         | 39   | 15,4%                               |
| 190,165             | 33                                             | 29   | 13,8%                               | 35                                                         | 29   | 20,7%                               |
| 240,190             | 36                                             | 32   | 12,5%                               | 45                                                         | 38   | 18,4%                               |
| 242,185             | 36                                             | 32   | 12,5%                               | 45                                                         | 39   | 15,4%                               |
| Gemiddeld           |                                                |      | 12,1%                               |                                                            |      | 18,0%                               |

Uit Tabel 4-2 zou voorzichtig kunnen afgeleid worden dat de PM10-, respectievelijk NO<sub>2</sub>-concentraties langs wegen in 2005 ongeveer 12%, respectievelijk 18% hoger liggen dan in 2010. Verder hierop baserend, zou de concentratie langs drukke wegen in 2005 tussen gemiddelden van 31  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (langs belangrijke wegen rond steden en tussen deze steden), 36  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ring rond Kortrijk, Antwerpen, Brussel) en 45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (wegen rond Brussel) kunnen geschat worden voor PM10. Dit is uiteraard een schatting op een minieme simulatieoefening en kan slechts als indicatie aanzien worden.

In een nota betreffende een "inschatting van de overschrijdingen van Europese limietwaarden voor PM10 in Belgische steden en straten in de periodes 2005-2010-2015 (Fierens F., Dumont G., Demuth C., IRCEL-CELINE, 1 september 2006) wordt aangegeven dat de concentraties bepaald worden door:

- Een belangrijke internationale bijdrage (door transport over lange afstand);
- Een regionale bijdrage (d.w.z. een bijdrage van bronnen in België);
- Een stedelijke bijdrage (gemiddelde bijdrage van bronnen in de stad);
- Een lokale bijdrage (bijdrage van het verkeer op een specifieke locatie).



**Figuur 4-5: Typische opbouw van jaargemiddelde PM10-concentraties in steden (straten)**

De studie "Air Pollution at street level in European cities" (EEA Technical report No 1/2005) beschrijft hoe het aandeel in de PM-concentraties door de lokale bijdrage van het verkeer in een straat kan ingeschat worden. Dit rapport besluit dat in Antwerpen en Brussel, deze bijdrage voor 2000 kan variëren van 4 tot 13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  afhankelijk van het straattypen. De gemiddelde bijdragen van het verkeer in de straat tot de jaargemiddelde concentratie in de toekomst (in 2030 volgens het 'current legislation scenario') zal ongeveer 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  bedragen. Rekening houdend met deze informatie kan de PM10-concentratie in straten bijgevolg ingeschat worden door de geïnterpoleerde concentraties (volgens 4x4 gridcellen) te beschouwen als achtergrondconcentraties (internationaal + regionaal + stedelijk) en daarbij een constante verkeersbijdrage te tellen (persoonlijk communicatie, F. Fierens, VMM-IRCEL, 17/01/2008). Die constante bijdrage zou dan dus ergens tussen 4 en 13  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  liggen. Bij gebrek aan meer gedetailleerde info over specifieke bijdrages, wordt bij wijze van eerste aanname een extra bijdrage (specifiek door het lokale verkeer) van 8,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (mediaan) voorgesteld. Concreet betekent dit dat, als men zich in een gridcel met een gemiddelde PM10-concentratie van 30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  bevindt, dan verondersteld wordt dat de PM-concentratie langs drukke binnenstedelijke straten 38,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  is.

### In een drankgelegenheid/café

Omdat een drankgelegenheid/café als een rokerige ruimte kan beschouwd worden, werd nagegaan of hier verhoogde concentraties aan de beschouwde pollutanten (PM10, PM2,5, NO<sub>2</sub> en ozon) kunnen geïdentificeerd worden. De informatie over concentraties PM10, PM2,5, ozon en NO<sub>2</sub> in een drankgelegenheid/café is beperkt. De Gids W.F. en Opperhuizen A. (2004) schreven een studie omtrent de reductie van blootstelling aan omgevingstabaksrook in de horeca door ventilatie en luchtreiniging. In deze studie wordt aangegeven dat PM2,5, in tegenstelling tot PM10, een redelijke goede marker is voor omgevingstabaksrook. Cenko et al. (in: De Gids en Opperhuizen, 2004) vinden voor PM10 rond de 225  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in rookgedeelten van restaurants, tegen 192  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  in rookvrije gedeelten. Cairns et al. (in: De Gids en Opperhuizen, 2004) vonden vergelijkbare waarden in de niet-rokers gedeelten van Australische bars (gemiddelde 210  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). In de rokers gedeelten van de bars vonden zij ongeveer het dubbele (460  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). In alle metingen vonden zij een erg grote variatie. De concentratie in de buitenlucht was ongeveer 61  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Maximumconcentraties in drukke bars kunnen aanzienlijk hoger zijn dan de bovengenoemde gemiddelden. Er zijn echter te veel PM10 bronnen om deze marker te gebruiken voor omgevingstabaksrook. Er zijn geen systematische gegevens voor het gebruik van PM2,5 als marker voor omgevingstabaksrook. Voor RSP (respirable suspended particles, inhaleerbare deeltjes), (wat overeenkomt met PM2,5) zijn meer gegevens beschikbaar. In restaurants waar gerookt mag worden zijn concentraties gevonden tussen de 25 en 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . In ruimten waarin niet gerookt mag worden zijn de

concentraties meestal tussen de 20 en de 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . In rokerige bars en lounges loopt de concentratie op tot enkele honderden microgrammen per kubieke meter. De hoogste waarden liggen rond 800  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Niettegenstaande vermoed kan worden dat de PM10 en vooral PM2,5-concentraties hoger zijn in drankgelegenheden/café's, is er te weinig informatie beschikbaar om tot een éénduidige, gemiddelde concentratie te komen en wordt de microlocatie "drankgelegenheid/café" hier niet specifiek meegenomen in het model.

Het resultaat van de koppeling van microlocaties aan concentraties voor PM10, PM2,5, NO<sub>2</sub> en ozon wordt weergegeven in Tabel 4-3.

**Tabel 4-3: Koppeling van geselecteerde microlocaties aan de geschikte concentraties voor PM10, PM2,5, ozon en NO<sub>2</sub>**

| <i>Microlocatie</i>               | <i>PM10</i>                                                                       | <i>PM2,5</i>                                                                      | <i>NO<sub>2</sub></i>                                                             | <i>Ozon</i>                                             |
|-----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| Woonomgeving buiten               | Concentratie buiten (4x4 km grid)                                                 | Jaargemiddelde concentratie voor gans Vlaanderen                                  | Concentratie buiten (4x4 km grid)                                                 | Max. 8-uurgemiddelde – gemiddelde voor Vlaanderen       |
| Woonomgeving binnen               | Concentratie buiten (4x4 km grid) x 1                                             | Jaargemiddelde concentratie voor gans Vlaanderen x1                               | Concentratie buiten (4x4 km grid) x 1                                             | Max. 8-uurgemiddelde – gemiddelde voor Vlaanderen x 0,5 |
| Werkomgeving/studentenstad binnen | 37,7% concentratie woonomgeving<br>62,3% gem. van stedelijk/industrieel gebied x1 | 37,7% concentratie woonomgeving<br>62,3% gem. van stedelijk/industrieel gebied x1 | 37,7% concentratie woonomgeving<br>62,3% gem. van stedelijk/industrieel gebied x1 | Max. 8-uurgemiddelde – gemiddelde voor Vlaanderen x 0,5 |
| Omgeving met drukverkeer          | Concentratie woonomgeving buiten + 8,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$                   | Cf woonomgeving                                                                   | 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$                                                       | Cf woonomgeving                                         |

#### 4.2.3.3 Finaal voorstel tot verfijning

De koppeling van tijdsbestedingen aan microlocaties en de koppeling van microlocaties met representatieve omgevingsconcentraties leidt tenslotte tot een blootstelling per geselecteerde groep uit de bevolking aan een gewogen gemiddelde concentratie. In Tabel 4-4 wordt als voorbeeld de gewogen gemiddelde blootstellingsconcentratie berekend voor de groep 'werkende' voor PM10.

**Tabel 4-4: Gewogen gemiddelde blootstellingsconcentraties aan PM10 in 2006 voor de groep 'werkende', woonachtig binnen de 4x4 km grid met als middelpunt het punt met Lambertcoördinaten (104;186)**

|                              | Aandeel in de tijdsbesteding op verschillende microlocaties | Veronderstelde concentraties in 2006 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |              |
|------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|--------------|
|                              |                                                             | Beschrijving                                                     | Concentratie |
| <b>Representatieve groep</b> | <b>werkende</b>                                             |                                                                  |              |
| <b>Microlocatie</b>          |                                                             |                                                                  |              |
| - Woonomgeving buiten        | 0,04                                                        | Concentratie in 4x4km grid                                       | 29           |

|                                     |      |                                                                                         |            |
|-------------------------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| - Woonomgeving binnen               | 0,72 | Concentratie in 4x4km grid x 1 <sup>(1)</sup>                                           | 29         |
| - Werkomgeving/studentenstad binnen | 0,19 | 37,7% concentratie woonomgeving<br>62,3% gem. van<br>stedelijk/industrieel gebied<br>x1 | 29<br>37,5 |
| - Omgeving met druk verkeer         | 0,05 | Gemiddelde verondersteld                                                                | 37,5       |
| GEWOGEN GEMIDDELDE                  |      |                                                                                         | 30,4       |

(1) aandeel concentratie binnen ten opzichte van buiten

Uit Tabel 4-4 wordt een gewogen gemiddelde blootstellingsconcentratie voor werkenden woonachtig in de 4x4 km grid met middelpunt met Lambertcoördinaten 104;186 (omgeving Merelbeke) van 30,4 µg PM10/m<sup>3</sup> berekend. Deze berekening zou bijgevolg in het model moeten gebeuren (in de toekomst) voor alle verschillende groepen en alle 4x4km grids in Vlaanderen.

#### 4.2.3.4 Alternatief voorstel

Een optie, die mogelijks al toepasbaar is, is het werken met populatiegewogen PM10-concentraties, door het totaal aantal inwoners en de concentraties per 4x4km gridcel te koppelen. Op die manier wordt wel ook geen rekening gehouden met een deel van de tijdsbesteding in de omgeving van druk verkeer en in de omgeving van de werkplaats. Toch is dit de enige manier om reeds een correcte verfijning van de blootstellingsconcentratie door te voeren. In de praktijk gebeurt deze koppeling door volgende stappen te doorlopen:

- Berekenen van de inwonersdichtheid per statistische eenheid
- Berekenen van het aantal inwoners per 4x4-grid
- Koppeling van het aantal inwoners met de omgevingsconcentratie per 4x4-grid

#### 4.2.3.5 Beperkingen bij het uitgewerkte blootstellingsscenario

##### RUIMTELIJKE VERSPREIDING

Alhoewel dit voorstel tot verfijning van het blootstellingsscenario op zichzelf waarde heeft, stelt zich de vraag of het momenteel zin heeft om een geografische differentiatie in het kader van deze studie uit te voeren en of deze verfijning betere inzichten voor beleid oplevert. Er kunnen een aantal opmerkingen gegeven worden:

- Het is onzeker of er een grotere variabiliteit is van de blootstelling over het Vlaams grondgebied dan per grid van 4x4 km (deze vraag moet eerst beantwoord worden (R.Torfs, persoonlijke communicatie)) .
- De opgestelde CRF zijn niet gemaakt voor dit soort geografische verfijningen.

Deze onzekerheden worden beschreven in het recent NEEDS rapport (Torfs R., Hurley F. en Rabl A., 2007), waarvan hier een aantal paragrafen worden weergegeven ter illustratie:

- *"There is a possibility that variability between measurement sites within a metropolitan area is larger than the variability between cities, and that this will lead to underestimation of the real risk in cohort studies. Newer analyses using intra-urban interpolated concentration maps demonstrate this. In brief the reasoning behind this is:*
  - *Spatial uniformity is not always true within a city. The review by Wilson and colleagues (2005) gives a methodology to make a thorough study and good classification in this respect.*
  - *Pope et al. (1995, and 2002) and the reanalysis (Krewski et al., 2000) use central site ambient monitoring stations as the exposure metric. Probably some of these metropolitan areas in the ACS study*

- have a uniform monitoring system, and some have a heterogeneous set of measurements, showing higher variability of PM<sub>2.5</sub> within a city than between cities.*
- *This leads in the case of heterogeneous exposure situations to misclassification of exposure, where people in the "high polluted metropolitan areas" actually live in clean neighbourhoods and vice versa, and this is not picked up by the analysis of the ACS study (Pope et al. 1995 and Krewski et al., 2000), nor in the follow-up (Pope et al., 2002).*
  - *Exposure classification because of this intra-urban variability of PM<sub>2.5</sub> leads to underestimation of the risk. Therefore the new spatial analysis of air pollution and mortality in Los Angeles, taking into account this intra-urban variability, gives higher risk estimates (Jerrett et al., 2005). The potential of exposure misclassification is reduced.*
  - *Air pollution exposure in the cohort studies is an ecologic variable that is measured at the group level (per city) rather than on the individual level. Epidemiologists have spent considerable effort in thinking about the impact of errors in epidemiological studies on the strength and significance of the association. With respect to non-differential errors in epidemiological studies Armstrong (1998) concludes that*
    - *Classic random errors in continuous exposure variables (like concentrations) result in an attenuation of the true relative risk with a factor that is proportional to the correlation between independent measurements of the concentrations (e.g. the concentration measured at several stations within a city).*
    - *Berkson error (e.g. when using exposure at an ambient monitoring site as a single exposure measure for a group) gives little or no bias in the risk estimate, but widens the confidence interval and hence lowers the power of a study to detect significant associations.*
  - *In case the errors are differential, it is unclear whether the bias is upward or downward. Künzli and Tager (1997) presented indirect evidence for the fact that underestimation of the effect estimates is likely to occur in semi-individual studies. Note also that these theoretical considerations try to evaluate the true risk in relation to the observed risk. The use of the approximate estimate, e.g. when trying to predict the effect of air pollution reduction, is not influenced by error and is still appropriate. In other words, the established relationship between ambient air particle concentrations and mortality remains fit for purpose, even with measurement error.*
  - *EPA (2004) states that the correlation between measurements is good enough to use the average long term concentration as a proxy. Moreover it is this proxy that is being used in standard setting and in predicting the risk after implementing clean air measures. In that case the proxy of exposure is appropriate."*
  - *"With this in mind, it is justified and probably even on the safe (i.e. lower boundary) site to use average ambient concentrations of PM<sub>2.5</sub> to evaluate the long term risks and effects of exposure to ambient air pollution. Moreover it is the ambient concentration that is affected by policies that reduce emissions, and from that point of view unnecessary to go into detail on the exact (total) exposure of people."*

## **BINNENHUISCONCENTRATIES**

De gebruikte CRF steunen op omgevingsconcentratie, blootstelling aan specifieke binnenhuisbronnen is hiermee niet gecorreleerd. Er werd beslist in samenspraak met de stuurgroep om de blootstelling aan deze binnenhuisbronnen niet mee te nemen, en enkel te concentreren op buitenlucht die binnendringt. Zoals al eerder aangehaald, werd aldus een verfijnde blootstelling berekend (die ten gepaste tijde ook eens gevalideerd moet worden), die hoger of lager kan zijn dan de gemeten concentraties buiten. Deze blootstelling combineren met de CRF voor buitenlucht is in theorie niet correct. De fout is functie van het verschil met de omgevingsconcentratie, maar zal nooit tot gevolg hebben dat het effect op gezondheid nul wordt.

## **4.3 BESLUITVORMING ROND VERFIJNING VAN CONCENTRATIES EN BLOOTSTELLINGSSCENARIO'S**

Een verfijning van de gebruikte omgevingsconcentraties en blootstellingsscenario's met de momenteel beschikbare data is weinig zinvol.

De grote beperkende factoren hierin zijn:



- dat geen CRF beschikbaar zijn voor verschillende plaatsen en tijdstippen
- de onzekerheid betreffende het verschil in variabiliteit van de blootstelling over het Vlaams grondgebied ten opzichte van de variabiliteit per grid van 4x4 km

Dit wordt ook duidelijk beschreven in de sectie rond beperkingen (sectie 4.2.3.5).

In de toekomst, en indien meer kennis is over CRF voor verschillende locaties, tijdstippen, enz..., kan de opdrachtgever gebruik maken van het blootstellingsscenario uit hoofdstuk 4.2.3.

## 5 METHODEN VOOR DE ECONOMISCHE WAARDERING VAN GEZONDHEIDSEFFECTEN

### 5.1 ALGEMEEN

Als laatste stap in de berekening van milieugerelateerde gezondheidskosten moet een monetaire waarde toegekend worden aan de impacts berekend in de voorgaande stappen van de schadefunctieketen.

Zoals uiteengezet in Choi en Pak (2002), kunnen meerdere perspectieven ingenomen worden bij de berekening van de kosten van ziekte en overlijden.

Indien men het standpunt van de overheid inneemt, kijkt men alleen naar de kosten die door de overheid rechtstreeks worden gedragen (zoals de uitgaven van de gezondheidszorg). In dat geval worden transfers van de overheid naar individuen (zoals uitkeringen en pensioenen) als een kost beschouwd. De verloren productiviteit ten gevolge van ziekte of vroegtijdig overlijden daarentegen worden niet als kost aangerekend.

Andere perspectieven zijn ook mogelijk: deze van de zorgverstrekkers, van de werkgevers, van het zieke individu, van zijn familie...

Indien de berekeningen gebruikt worden in een kosten-batenanalyse of een kosteneffectiviteitsberekening, moet men echter het standpunt aannemen van de maatschappij *in haar totaliteit*. Deze kosten omvatten dus ook de verloren productiviteit door zieke of overlijden. Transfers binnen de maatschappij tellen niet mee als kosten, maar de administratieve kosten die aan deze transfers verbonden zijn wel.

Havelaar (2007, p.2) en Tarricone (2006) maken het onderscheid tussen **directe medische kosten** (consultaties, hospitalisaties, medicatie, revalidatie), **directe niet-medische kosten** (verplaatsingskosten van de patiënten, luiers, informele zorgverstrekking, gerechtskosten) en **indirecte<sup>19</sup> niet-medische kosten** (verliezen aan productieve activiteit ten gevolge van absentisme, permanente of langdurige handicap en vroegtijdige sterfte).

Daarnaast kunnen er ook kosten verbonden zijn aan het nemen van maatregelen om de gezondheidseffecten te vermijden (binnenblijven tijdens dagen met hoge vervuiling, het gebruik van zuiveringsinstallaties) (zie Freeman, 2003, p. 323).

Tenslotte wordt er ook soms verwezen naar "**intangibile costs**", dit wil zeggen de kosten verbonden aan de pijn en het ongemak waaraan de patiënt wordt onderworpen. Om deze categorie van kosten te vatten, kan geen gebruik gemaakt worden van marktprijzen maar dienen specifieke waarderingmethoden gehanteerd te worden. Men gaat bijvoorbeeld kijken naar de betalingsbereidheid (Willingness to Pay – WTP) om een bepaald negatief gezondheidseffect te vermijden – zie sectie 5.3 voor details.

Twee types methoden kunnen hiervoor worden onderscheiden: '**gereveleerde voorkeurmethode**' en '**uitgedrukte voorkeurmethode**'. Voor de waardering van gezondheidseffecten van luchtverontreiniging wordt vaak een mix van methoden gebruikt. De reden hiervoor is dat de effecten

---

<sup>19</sup> Het gebruik van de term "indirect" in deze context kan een bron van verwarring zijn, aangezien "indirect" in boekhoudkundige termen verwijst naar ondersteunende activiteiten die moeten toegewezen worden aan kostendragers. Het zou daarom meer aangewezen zijn om te spreken over "productiviteitskosten" (zie Tarricone (2006)).

van luchtverontreiniging sterk uiteenlopen (van een dag met astmaklachten tot mortaliteit) en dat niet voor alle relevante eindpunten WTP schattingen beschikbaar zijn. Meestal worden WTP waarden overgenomen uit een andere context (ander risico of ander land).

Een alternatieve benadering bestaat er in om zich te beperken tot de **reële economische effecten** (de kosten voor medische diensten en de productiviteitsverliezen), en geen rekening te houden met de kosten verbonden aan pijn en ongemak. Dat is deze zogenaamde "**Cost of Illness**" (COI) benadering.

In wat volgt zullen we eerst een overzicht geven van de gereveleerde (respectievelijk uitgedrukte) waarderingmethodes die gebruikt worden bij de waardering van gezondheidseffecten – zie sectie 5.2 en 5.3. Daarna zullen we de specifieke problemen behandelen die zich stellen bij de waardering van mortaliteitseffecten (respectievelijk morbiditeitseffecten) – zie sectie 5.4 en 5.5. Tenslotte zullen we dieper ingaan op de voordelen en beperkingen van de COI methodologie (sectie 5.6).

Een overzicht van de resultaten van recent empirisch werk wordt geboden in het volgend hoofdstuk.

## 5.2 GEREVELEERDE WAARDERINGSMETHODEN

Gereveleerde waarderingmethoden analyseren het waargenomen economisch gedrag van de consumenten en producenten in relatie tot de beschikbaarheid van milieudiensten en leiden hieruit de waarde van deze milieudiensten af. Wanneer marktdata over milieuverbeteringen niet beschikbaar zijn, kan de waarde of 'bereidheid tot betalen' onthuld worden door verwante goederen te onderzoeken waarvoor wel een marktprijs beschikbaar is. Methoden worden aangeduid als gereveleerde voorkeurmethode omdat menselijk gedrag op andere, verwante markten de waarde onthult die gehecht wordt aan milieuverbeteringen. De voornaamste gereveleerde voorkeurmethode in de context van waardering van milieugezondheidskosten zijn de hedonische prijsmethode (Hedonic Pricing Method) en de ontwijkgedragmethode.

### 5.2.1 Hedonische prijsmethode

De hedonische prijsmethode is gebaseerd op waarneembaar gedrag in de markt. Bij het gebruik van hedonische methoden leiden de gebruikers hun WTP voor goederen en diensten (bijv. milieukwaliteit) af uit de verschillende karakteristieken waaruit een goed of dienst bestaat. Er bestaan twee vormen van de hedonische prijsmethode: de 'compensating wage' (hedonische loonstudies) en de 'property value' (hedonische eigendomswaardebepaling).

De 'property value' methode baseert zich op de huizenmarkt en de aanname dat de waarde van onroerende goederen beïnvloed wordt door de milieu- en omgevingskwaliteit.

De 'compensating wage' of 'wage-risk' methode is tot nu toe het meest toegepast om de WTP voor afnames van bepaalde gezondheidsrisico's in te schatten. De methode gebruikt data van de arbeidsmarkt aangaande loonverschillen tussen jobs en verklaart een verschil in salaris tussen twee jobs door het gezondheidsrisico dat men op de werkvloer loopt. De methode vertrekt van de assumptie dat arbeiders bereid zijn om blootgesteld te worden aan een bepaald risico in ruil voor een monetaire compensatie. Een hedonische loonfunctie wordt geschat met alle factoren die de hoogte van het salaris beïnvloeden, zoals persoonlijke eigenschappen van de arbeider (leeftijd, geslacht, opleiding, gezondheid, enz.) en eigenschappen van de job (risico, vergoeding bij arbeidsongeval, vergoeding bij sterfte tijdens arbeid, enz.) (Hunt, 2007).

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de hedonische loonstudies die relevant zijn in het kader van dit onderzoek (Viscusi & Aldy, 2003):

**Tabel 5-1: Overzicht van beschikbare hedonische loonstudies**

| Auteur (jaar)                       | Land       | Jaarlijks gemiddeld risico | Impliciete VSL (in miljoen Euro, uitgedrukt in prijzen van 2000) |
|-------------------------------------|------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Marin & Psacharopoulos (1982)       | VK         | 0,0001                     | 4,3                                                              |
| Weiss, Maier & Gerking (1986)       | Oostenrijk | n.a.                       | 4,0 – 6,6                                                        |
| Siebert & Wei (1994)                | VK         | 0,000038                   | 9,5 – 11,6                                                       |
| Sandy & Elliot (1996)               | VK         | 0,000045                   | 5,3 – 69,6                                                       |
| Arabsheibani & Martin (2000)        | VK         | 0,00005                    | 20,0                                                             |
| Sandy, Elliot, Siebert & Wei (2001) | VK         | 0,000038                   | 5,8 – 74.4                                                       |

Een belangrijke aanname bij het gebruik van de hedonische prijsmethodes is dat mensen zich bewust zijn van een risico of verschil in milieukwaliteit voordat dit in de prijsvorming tot uiting zal komen, wat niet altijd het geval is. Om tot zuivere WTP schattingen te komen, moet bovendien vrije prijsvorming op de markt plaatsgevonden hebben. In arbeidssituaties zou dit betekenen dat iedereen vrij is om de jobgerelateerde risico's en daarmee samenhangend loon te kiezen, dat de arbeidsmarkt perfect competitief is en dat de verzekeringsmakelaars perfect in staat zijn om de kans te berekenen dat het risico zich voordoet. Het is duidelijk dat in realiteit aan deze voorwaarden niet altijd wordt voldaan (Kuchler & Golan in Hunt, 2007).

De toepasbaarheid van deze resultaten kan in vraag gesteld worden gezien de grote verschillen in context tussen de gezondheidsrisico's verbonden aan een arbeidssituatie en deze die voortvloeien uit luchtverontreiniging:

- Contextspecifieke hypothetische vertekening: Wanneer individuen naar hun WTP voorkeuren gevraagd wordt in een context van luchtvervuiling, kan dit leiden tot potentiële verstoringen in de WTP ten gevolge van altruïstische motivaties (ze dienen ook een waardering te geven voor anderen) of 'free riding' (luchtvervuiling is een publiek goed en vermindering ervan door één individu komt ook anderen ten goede). Een free rider zal geneigd zijn om zijn/haar WTP te verlagen in de verwachting dat anderen zullen betalen voor de luchtkwaliteitsverbetering.
- De mate van verloren levensjaren: de effecten van luchtverontreiniging op vroegtijdige sterfte resulteert in een verlies in de grootte orde van enkele weken tot maanden, terwijl vroegtijdige sterfte bij een accident op de werkvloer of op de weg tot 35 jaar kan bedragen voor een individu van gemiddelde leeftijd;
- De gezondheidstoestand van het individu dat de effecten ondergaat. Een ongeval op het werk of op de weg kan zowel mensen met een goede als slechte gezondheid overkomen terwijl epidemiologische studies aantonen dat vroegtijdige sterfte door luchtverontreiniging voornamelijk mensen met een reeds slechte gezondheid treft.
- Tijdsspanne tussen blootstelling en effect: Vroegtijdige sterfte door een accident op werk of weg volgt vaak vrij snel na het accident terwijl er voor luchtverontreiniging vaak een latentie tijd is tussen de blootstelling en de effecten op gezondheid;

- Omvang van verandering in risico: algemeen wordt aangenomen dat de jaarlijkse reductie in risico door het implementeren van een realistisch luchtbeleid zich in de grootte orde van  $10^{-4}$  bevindt, terwijl dit voor risico's voor verkeer een grootte orde van  $10^{-3}$  heeft. De grootte van de risicoverandering zal, afhankelijk van de context, de waardering beïnvloeden. De aanvaardbaarheid van het transfereren van waarden tussen verschillende risicogroottes is dus twijfelachtig (Hunt, 2007).
- Vrijwillige blootstelling of niet: In tegenstelling tot bij verkeer- of arbeidsongelukken, speelt bij luchtverontreiniging het feit dat de blootstelling niet vrijwillig is, zodat men geen gevoel van controle heeft en geen persoonlijk voordeel heeft bij het nemen van het risico. Algemeen wordt aangenomen dat het vermijden van onvrijwillige risico's hoger wordt gewaardeerd dan vrijwillige risico's. De WTP voor het verlagen van een risico zou 1,5 tot 2 maal hoger zijn voor luchtverontreiniging dan voor het risico van verkeersongevallen (WHO, 1999 in RIVM, 2001).
- Objectiviteit: wanneer een werknemer een risico op sterfte in een gevaarlijk beroep schat op 5/1000 per jaar en bereid is ter compensatie een hoger loon te aanvaarden van 100 Euro, betekent dit een VSL van 500.000 Euro (zie sectie 5.4 van dit rapport voor een bespreking van het begrip VSL). Gesteld dat het objectieve risico 10/1000 is, dan wordt een VSL bekomen van 1.000.000 Euro op basis van een hedonische methode, wat hoger is dan de werkelijke WTA (willingness to accept – zie Sectie 5.3).

## 5.2.2 Ontwijkgedragmethode

De ontwijkgedragmethode veronderstelt dat individuen geld spenderen aan bepaalde activiteiten die hun risico op sterfte reduceren, zoals bijv. rookdetectoren of autogordels, en dat dit gedrag gevolgd wordt tot het punt waar de marginale kosten ervan gelijk worden aan de marginale baten van een verminderd risico op sterfte. Deze marginale kost wordt gebruikt als waarde voor hun WTP om vroegtijdig overlijden te vermijden.

De belangrijkste kritiek op deze methode is dat het bij dergelijk gedrag vaak gaat om ja/nee beslissingen: consumenten beslissen om het goed te kopen *zolang* de marginale kost kleiner is dan of gelijk is aan de marginale baat (wat leidt tot een minimale WTP). Een ander probleem ontstaat wanneer de ontwijkende activiteit leidt tot meer dan één baat, zoals een vermindering van het risico op verwonding, schade aan de eigendom en tevens het risico op vroegtijdig overlijden. Uit empirische studies blijkt dat het mogelijk is om het voorkomen van luchtvervuiling te koppelen aan bepaalde uitgaven (bijv. gebouwen), maar dat het zeer moeilijk is om zulk gedrag specifiek te relateren aan het risico op vroegtijdig overlijden en om het te scheiden van morbiditeitseffecten (Hunt, 2007).

## 5.3 UITGEDRUKTE VOORKEURMETHODEN

De **uitgedrukte voorkeurmethode** pogen de betalingsbereidheid direct te meten. In tegenstelling tot de gereveleerde voorkeurmethode, die waarden voor milieugoederen en diensten afleiden uit geobserveerd gedrag, wordt bij de uitgedrukte voorkeurmethode gebruik gemaakt van data afkomstig van een directe ondervraging van personen. Aan de hand van die data wordt de waarde van milieugoederen en -diensten berekend. De voornaamste 'uitgedrukte voorkeurmethode' is de contingente waarderingmethode (Contingent Valuation Method) (Gerlach & Hofkes, 2000).

De contingente waarderingmethode<sup>20</sup> (contingent valuation method – CVM) tracht via enquêtering te achterhalen wat de monetaire waardering is van mensen voor wijzigingen in de toestand of het beheer

---

<sup>20</sup> Omdat de waardering van de consumenten voor het goed afhankelijk is van een hypothetische marktsituatie, wordt deze methode de contingente waarderingmethode genoemd (contingent of verwijzend naar de hypothetische situatie).

van milieugoederen. Dit wordt bereikt door de respondent in een hypothetische situatie te stellen waarin hij of zij enkel een hoger niveau van milieukwaliteit kan bereiken (of een vermindering van de milieukwaliteit kan vermijden) door een deel van zijn inkomen op te offeren. Anderzijds kan ook gevraagd worden welk bedrag hij wenst om een vermindering van de milieukwaliteit te aanvaarden. In de context van risico en veiligheid houdt de CVM methode in dat aan de respondent, die een bepaald risico ondervindt, gevraagd wordt wat zijn/haar WTP is voor een kleine verbetering in zijn/haar veiligheid.

De betalingsbereidheid (Willingness to Pay – WTP) is het hoogste bedrag dat men (vrijwillig) bereid is te betalen voor een goed/dienst. Deze maat is gebaseerd op preferenties: bij het schatten van de kosten van gezondheidseffecten als gevolg van de blootstelling aan milieuverontreiniging, geeft het een beeld van de betalingsbereidheid van mensen of de maatschappij voor een milieuverandering en het daarmee geassocieerde gezondheidseffect. Een alternatieve maat is de Willingness to Accept (WTA). Dit is de minimale hoeveelheid geld die iemand nodig heeft als compensatie voor een bepaald risico, met andere woorden 'voor welk bedrag accepteert men een gegeven risico'. In de meeste gevallen wordt de WTP geschat, aangezien uit onderzoek blijkt dat de WTA waarden vaak een factor 4 tot 16 hoger zijn dan WTP waarden omdat respondenten de vraagstelling als bedreigend kunnen ervaren (RIVM, 2001).

Omdat WTP en WTA de individuele preferentie registreert, is ze niet hetzelfde voor iedereen. Mensen hebben verschillende houdingen ten opzichte van risico, iets wat hun WTP beïnvloedt (risico vermijdend gedrag, risico aversie, egalitaire houding...). WTP hangt ook af van inkomen. Inkomen bepaalt in zekere zin de bovengrens, maar dit is geen absolute vaststelling. Rijke mensen kunnen een lagere WTP hebben omwille van hun houding, levensstijl ... (Torfs, 2003)

De CVM is een methode die onderworpen is aan heel wat kritiek, waarbij de vraag gesteld wordt of de CVM geldige economische waarden kan genereren. In 1993 werd de methode in de Verenigde Staten kritisch geanalyseerd door een comité, aangesteld door 'the National Oceanic and Atmospheric Administration' (NOAA) en voorgezeten door twee Nobelprijswinnaars. De conclusie van dit comité was dat CVM geldige economische waarden kan opleveren, op voorwaarde dat de opbouw van het enquête-instrument aan een aantal voorwaarden voldoet (o.m. National Oceanic and Atmospheric Administration, 1993):

1. Huis-aan-huis interviews worden verkozen boven telefonische interviews of interviews per post.
2. Betalingsbereidheid (WTP) wordt verkozen boven acceptatiebereidheid (WTA). Bij de vraag naar de betalingsbereidheid wordt de 'dichotomous choice' methode verkozen boven open vragen.
3. Een zorgvuldige omschrijving van het programma of het te voeren beleid is zeer belangrijk.
4. De respondenten moeten eraan herinnerd worden dat er andere, niet aangetaste, milieugebieden of -diensten bestaan.
5. Op het einde van de vragenlijst moet een evaluatie komen om te zien of de respondent alles (vooral de vraag naar zijn betalingsbereidheid) goed begrepen heeft.
6. De respondent dient herinnerd te worden aan zijn/haar budgetbeperkingen.

Het belangrijkste probleem in CVM studies is dat het gaat om hypothetische antwoorden op hypothetische vragen en dat geen echte betaling plaatsvindt. Dit kan leiden tot een overschatting van de WTP.

CVM is in de context van luchtvervuiling uitermate toepasbaar, aangezien het enquête instrument de onderzoeker in staat stelt om de WTP vraag precies af te stemmen op de aard van het goed dat gewaardeerd wordt, iets wat niet eenvoudig is in studies op basis van marktdata. Dan rest de vraag hoe

effectief het enquête-instrument bovengenoemde valkuilen minimaliseert. Het is van belang dat de verschillende elementen in het scenario verstaanbaar, zinvol en aanvaardbaar zijn voor de respondent.

Ter illustratie zetten we hier de methodiek uiteen die gebruikt werden bij een aantal CVM studies waar we verder in dit rapport op zullen terugkomen.

### 5.3.1 De enquête gebruikt voor NEWEXT<sup>21</sup>

We beschrijven hier de methodologie die gebruikt werd in het kader van de NewExt studie – de resultaten worden besproken in sectie 6.1.4.

Het huidig formaat van de enquête werd oorspronkelijk ontwikkeld door Alan Krupick en zijn collega's van Resources For the Future, Washington. Dit gebeurde over een periode van meerdere jaren tijdens dewelke uitgebreide interviews werden gehouden in de VS, met voorafgaande tests in de VS, Japan en Canada. Deze enquête werd ontworpen om de WTP te bekomen voor:

- Enerzijds verminderingen (met onmiddellijke ingang) van het mortaliteitsrisico over een periode van tien jaar
- Anderzijds verminderingen van het risico om te sterven tussen 70 en 80 jaar.

De enquête werd ontworpen met begeleiding van een cognitieve psycholoog, en maakte gebruik van het "luidop denken" protocol om mentale modellen te bekomen van de perceptie van risico's en het verband met de betalingsbereidheid. De enquête werd ontwikkeld met de bedoeling om problemen aan te pakken die waren geïdentificeerd in voorafgaande studies. Een specifiek probleem daarbij is dat de uitgedrukte waarden weinig gevoelig bleken voor veranderingen in de omvang van het te waarderen goed.

De enquête wordt volledig per computer afgenomen en beheerd, waardoor elke bias te wijten aan de onderzoeker wordt weggenomen. De onderdelen van de enquête worden beschreven in de volgorde waarin ze verschijnen op een reeks computerschermen. Het gebruik van een reeks schermen laat toe om de grafische mogelijkheden beter aan te passen aan het individu dan in het geval van afgedrukte vragenlijsten. Commentaarstemmen vullen de geschreven tekst aan, zodat de deelnemers de vragen zowel horen als zien. Het werd aangetoond dat dit in het bijzonder belangrijk is voor oudere deelnemers. Ervaring heeft ook aangetoond dat het gebruik van interactieve schermen in plaats van persoonlijke interviews geen afschrikwekkend effect heeft.

De vragenlijst wordt als volgt voorgesteld:

**Component 1** Inleiding tot de enquête. Bevestiging dat het hier niet gaat om een marketingenquête maar dat men geïnteresseerd is in de mening van de deelnemer. Men vraagt het geslacht en de leeftijd van de respondent omdat de rest van de enquête beïnvloed wordt door het antwoord op deze vragen.

**Component 2** Vaststelling van de gezondheidstatus. Men kijkt naar de gezondheid van de respondent en zijn familie, waarbij in het bijzonder wordt gekeken naar de aanwezigheid of afwezigheid van chronische ziektes. De vragen zijn direct en duidelijk. De respondent wordt hierdoor vertrouwd gemaakt met het werken met de schermen. De respondent wordt hierdoor aangemoedigd om na te denken over zijn gezondheid vooraleer hij de vragen over de WTP beantwoordt. Deze vragen zijn beperkt in aantal en leiden daarom niet tot een overbelasting van de enquête.

---

<sup>21</sup> Zie : <http://www.ier.uni-stuttgart.de/forschung/projektwebsites/newext/>

Men vraagt aan de respondenten om hun huidige gezondheidstatus in te schatten in vergelijking met anderen van dezelfde leeftijd en geslacht. Men vraagt ook om in te schatten welke hun gezondheidstoestand zal zijn binnen tien jaar, in vergelijking met hun huidige gezondheidstoestand. Tenslotte vraagt men hen om in te schatten welke hun gezondheidstoestand zal zijn wanneer ze 70 jaar oud zullen zijn, in vergelijking met hun verwachte gezondheid binnen tien jaar. Deze vragen zijn relevant omdat de WTP vragen betrekking hebben op de afname van mortaliteitsrisico's over de komende tien jaar en over de periode van 70 tot 80 jaar. Men vraagt ook de verwachte levensduur. Deze wordt gebruikt om vast te stellen of individuen die hun levensverwachting hoger inschatten bereid zijn om meer te betalen voor toekomstige risicoverminderingen dan anderen.

**Component 3** De bedoeling van deze component is om de respondent vertrouwd te maken met probabiliteiten in het algemeen en meer specifiek met de risico's van overlijden. Feiten met betrekking tot probabiliteiten worden duidelijk gecommuniceerd en er wordt getest of deze begrepen zijn. De schermen behandelen eerst het gooien van muntstukken en van dobbelstenen. Vervolgens voeren ze een rooster in, waarbij het totaal aantal vierkanten het aantal mogelijke gebeurtenissen voorstellen, en de rode vierkanten specifieke gebeurtenissen voorstellen. Een sleutelgrafiek met 1.000 vierkantjes stelt het risico op overlijden voor (zie Figuur 5-1).

Na uitgebreide tests in Noord Amerika werd besloten om risico's uit te drukken als X per 1.000. Het gebruik van roosters met meer dan 1.000 vierkantjes (10.000 of 100.000) schept cognitieve problemen en respondenten hebben dan de neiging om kleine veranderingen in risico's als verwaarloosbaar te beschouwen.

Veranderingen in het beleid met betrekking tot luchtvervuiling leiden tot veranderingen in risico's die kleiner zijn dan 1 per 1.000 op jaarbasis. Daarom wordt de WTP uitgedrukt over een verandering in risico over een periode van 10 jaar. Ook de referentierisico's en de betalingsschema's worden uitgedrukt in periodes van 10 jaar. In het rooster worden de rode vierkanten verspreid voorgesteld om de wisselvalligheid van de risico's weer te geven.

De reden waarom overlijdensrisico's worden uitgedrukt in intervallen van 10 jaar is dat de voorafgaande testen met focusgroepen hadden aangetoond dat respondenten het gemakkelijker vinden om zich de mogelijkheid van overlijden voor te stellen over een periode van 10 dan over een periode van 1 jaar. Het gebruik van een interval van 10 jaar laat ook toe om risico's voor te stellen als kansen per 1.000, welke ook gemakkelijk kunnen voorgesteld worden op het rooster. De verandering in risico *per jaar* is hierdoor impliciet bij benadering 1 per 10.000, en dit komt overeen met de orde van grootte van veranderingen in risico's ten gevolge van de afname van de luchtvervuiling.

Men test of de respondenten het begrip "risico" hebben begrepen door eerst twee personen te beschrijven, Persoon 1 en 2. Deze mensen zijn identiek, op één punt na: Persoon 1 loopt een kans van 5 op 1.000 dat hij zal overlijden in de komende 10 jaar, terwijl dat bij Persoon 2 10 op 1000 is. Men toont de respondent grafieken met de risico's voor deze personen en men vraagt welke van de twee het hoogste risico loopt om te overlijden. Respondenten die deze vragen niet kunnen beantwoorden zullen de enquête niet correct kunnen uitvoeren en worden niet inbegrepen in de daarop volgende analyse.

Zelfs indien de respondent de risico's kan onderscheiden, is het mogelijk dat hij de verschillen als niet significant beschouwd. Om dergelijke respondenten te identificeren, wordt gevraagd welke persoon men het liefst zou willen zijn (waarbij "onverschillig" ook een mogelijk antwoord is). Indien een respondent een verkeerd antwoord geeft (of "onverschillig") zou men zich moeten verwachten aan een lagere WTP dan indien het juist antwoord wordt gegeven.

**Component 4** Deze component levert de referentierisico's, die gebaseerd zijn op de leeftijd en het geslacht van de respondenten. Er wordt ook bijkomende informatie geleverd die toelaat om deze risico's in de juiste context te plaatsen. De referentierisico's worden ingeleid door het effect van leeftijd op het referentierisico voor te stellen per interval van 10 jaar. Dit gebeurt zowel mondeling als aan de hand van



een grafiek. De respondent ziet een rooster waar de rode vierkantjes het referentierisico voorstellen voor iemand van zijn leeftijd en geslacht. Men vraagt de respondent om zelf een grafiek op te stellen met zijn referentierisico's. De bedoeling van deze procedure is om te verhinderen dat er een bias ontstaat omwille van het hypothetisch karakter van de studie.

**Component 5.** Hoewel mensen vaak risicoverminderende activiteiten ondernemen (bijvoorbeeld, kankertesten, bloeddrukverminderende medicamenten nemen), hebben ze dikwijls geen idee van de mate waarin deze risicoverminderende activiteiten leiden tot een afname van het risico op overlijden. Vaak kennen ze ook de echte kost van deze activiteit niet. Dit stelt problemen wanneer men mensen vraagt om risicoverminderingen te waarderen.

Daarom worden de respondenten geïnformeerd over leeftijd- en geslachtspecifieke overlijdensoorzaken en risicoverminderend gedrag (zowel van medische als niet-medische aard). Op basis van de literatuur, levert men ter illustratie aan tot welke risicoverminderingen deze maatregelen leiden, en binnen welke kostencategorieën deze maatregelen vallen. Men wijst er ook op dat hoewel een bepaalde maatregel gratis kan zijn voor de verzekerde zelf, er altijd wel iemand is die ervoor betaalt.

Er zijn meerdere redenen waarom men werkt met kostencategorieën. Ten eerste, echte kostenschattingen zouden latere WTP antwoorden kunnen beïnvloeden. Ten tweede, bij echte kostenschattingen bestaat een verschil tussen de kosten die respondenten zelf betalen en de kost voor de maatschappij, die meestal hoger ligt. Ten derde, heeft men de echte kosten niet nodig omdat de bedoeling van deze component van de enquête enkel is om respondenten erop te wijzen dat ze in het dagelijks leven kleine hoeveelheden geld betalen om kleine verminderingen te bekomen in het risico op overlijden.

**Component 6.** De bedoeling van deze component is om de WTP te bekomen voor een gespecificeerde afname van een risico dat plaatsvindt op een gegeven ogenblik. Zoals aangeraden door de hierboven beschreven richtlijnen van de NOAA wordt er gewerkt met dichotomische keuzemogelijkheden. Dit type instrument vermindert het risico op strategisch gedrag. Follow-up vragen worden ook gesteld omdat ze de onderzoeker toelaten om de statistische efficiëntie van de WTP schattingen in sterke mate te verbeteren.

Een voorbeeld van WTP vragen is:

*Veronderstel dat een nieuw product beschikbaar wordt dat zou leiden tot een afname van uw risico op overlijden ten gevolge van een ziekte indien U het over de komende tien jaar zou gebruiken. Door het gebruik van dit product neemt het totaal risico dat U tijdens de komende tien jaar zult overlijden af van X tot Y.*

*Indien U dit product zou gebruiken zou U de komende tien jaren het volledig bedrag zelf moeten betalen. Opdat het product effect zou hebben, moet U het de komende tien jaar elk jaar gebruiken.*

*We beseffen dat sommige mensen zonder bijkomende bewijzen niet zullen geloven dat dit product gegarandeerd zal werken. Bij het beantwoorden van de hierop volgende vragen, zouden we U willen vragen om er van uit te gaan dat testen vereist door de Overheid hebben aangetoond dat het product veilig en effectief is.*

*Zou U bereid zijn om Z \$ per jaar te betalen (dus 10 maal Z in het totaal) om dit product te kopen? Hou er rekening mee dat U hierdoor over minder geld beschikt om andere dingen te kopen.*

De Noord-Amerikaanse onderzoekers waren van oordeel dat het product dat moet leiden tot de risicovermindering en het betalingsinstrument volledig abstract dienden te blijven (zoals in bovenstaand

voorbeeld). Hoewel dit afwijkt van de oorspronkelijke aanbevelingen van de NOAA, waren zij van mening dat er voldoende aanwijzingen waren (zie bijvoorbeeld Hurd en McGarry (1997), en Cropper et al. (1994)) dat respondenten bereid zijn om keuzes te maken over abstracte levensreddende programma's, en dat ze daar ook toe in staat zijn. Dit laat de respondenten toe om zich te concentreren op de *omvang* van de risicoafname zelf. Dit schakelt een aantal potentiële vertekeningen uit. Te specifiek zijn over de risico's kan bijvoorbeeld leiden tot lagere WTP waarden omdat mensen kunnen geloven dat het specifiek risico niet op hen van toepassing is. In het geval van een afname van de luchtvervuiling, zijn er talrijke voordelen die niet gezondheidsgerelateerd zijn. Bovendien zijn er baten voor derden, waar respondenten soms eens wel en soms eens niet rekening mee houden.

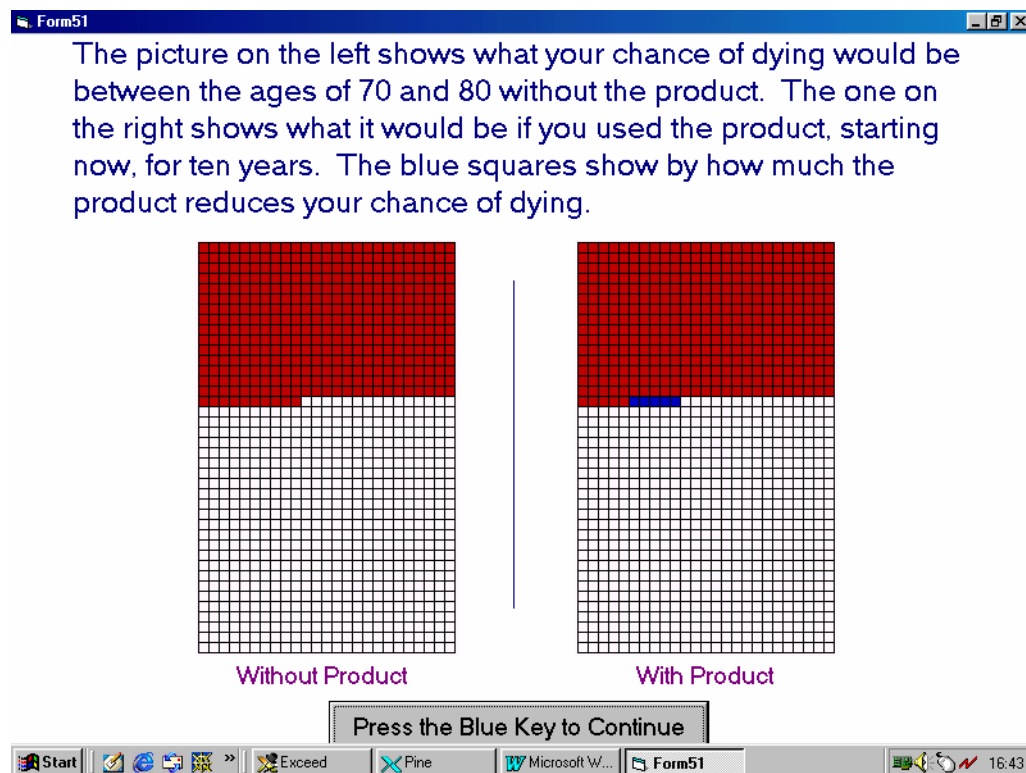
Bovendien wordt het risico aangepakt door een private uitgave eerder dan door openbare fondsen. De reden hiervoor is dat respondenten aanvoelen dat openbare uitgaven iedereen ten goede uitkomen. Zoals Jones-Lee (1991) heeft opgemerkt, bestaat de relevante welvaartsmaatstaf in wat mensen bereid zijn te betalen om hun risico's *voor zichzelf* te doen afnemen.

Men vraagt de jaarlijkse WTP over de komende 10 jaar voor een verandering in het risico met 5 op 1000 over dezelfde periode, en voor een verandering met 1 op 1000 over dezelfde periode. De som van de jaarlijkse betalingen over de 10 jaar wordt ook berekend.

Voor de derde reeks WTP vragen (die enkel wordt gesteld aan respondenten van 60 jaar of minder), wordt de respondent op de hoogte gebracht van zijn geslachtspecifieke probabiliteit van overlijden tussen 70 en 80 jaar. Aan de hand van dichotomische vragen, wordt dan aan de respondent gevraagd om voor de komende tien jaren zijn jaarlijkse WTP te geven, voor een toekomstige risicovermindering die begint aan 70 en eindigt op 80 en die in het totaal gelijk is aan 5 op 1000. Men herinnert de respondent er aan dat het mogelijk is dat hij de 70 niet zal halen, waardoor zijn uitgave verloren geld is. De respondenten kunnen dan besluiten om hun bod te veranderen.

Tijdens een uitgebreide debriefing op het einde van de enquête, wordt aan de respondent gevraagd of hij dacht aan zijn gezondheidsstatus tijdens deze toekomstige periode.

Elke vraag over de WTP wordt gevolgd door een scherm om te schatten hoe sterk de overtuigingen van de respondent zijn met betrekking tot hun WTP. De ervaringen opgedaan in Noord Amerika hebben aangetoond dat de variantie van de WTP kleiner is voor de steekproef met respondenten die er sterke overtuigingen op na houden.

**Figuur 5-1. Voorbeeld van het risicorooster zoals op scherm getoond in de NEWEXT enquête**

De bedoeling van componenten 3 tot 6 is tweeledig. Door het risicoverminderend instrument en de betalingsmethode abstract te houden, minimaliseert men de informatievereisten, terwijl de respondent wel een correct begrip krijgt van wat risico's inhouden.

**Component 7.** In deze component wordt een debriefing gehouden. Bij elke vraag peilt men naar de attitude van de respondent bij het antwoorden van bepaalde vragen. De antwoorden op deze vragen worden gebruikt om de variatie in de WTP te verklaren. Indien de respondent bijvoorbeeld van mening was dat het niet redelijk is om nu een betaling te vragen om toekomstige risico's te verminderen, zouden we ons er aan kunnen verwachten dat de WTP voor deze respondent lager ligt dan bij iemand die dit wel redelijk vond. Indien respondenten denken dat het product niet alleen het risico op overlijden beïnvloedt maar ook het risico op ziekte, dan kan men er zich aan verwachten dat hun WTP hoger zal liggen dan bij respondenten die alleen denken aan een afname van het overlijdensrisico.

### 5.3.2 De NEEDS enquête<sup>22</sup>

De resultaten van deze enquête worden besproken in sectie 6.1.6.

In eerste fase van de vragenlijst krijgen de respondenten algemene informatie over het project en de bedoeling van het project. In het eerste stadium (vragen 1 tot 3) wordt aan de respondenten gevraagd om na te denken over het effect van vervuiling op hun gezondheid en of dit iets is waar ze zich zorgen over maken. De bedoeling van deze vragen is om de context te schetsen voor de daarop volgende waarderingvragen en om respondenten toe te laten om expliciet na te denken over het effect van luchtvervuiling op de gezondheid. Vragen 4 tot 9 ontwikkelen dit aspect verder. Er wordt gekeken naar

<sup>22</sup> Zie: [http://www.needs-project.org/docs/results/RS1b/NEEDS\\_RS1b\\_D6.7.pdf](http://www.needs-project.org/docs/results/RS1b/NEEDS_RS1b_D6.7.pdf)

de kennis van de respondenten met betrekking tot de gezondheidseffecten van luchtvervuiling, naar luchtvervuilinggerelateerde ziekten in hun familie, en naar hun algemene gezondheid en levensstijl (en in het bijzonder hun rook- en sportgedrag).

In de tweede fase krijgen de respondenten informatie over de algemene levensverwachting in een aantal landen en over hoe luchtvervuiling de levensverwachting beïnvloedt. Er wordt ook gewezen op hun eigen levensverwachting, rekening houdende met hun leeftijd op het moment van het interview en factoren die de individuele levensverwachting beïnvloeden (zoals genetische factoren, omgevingsfactoren en eigen gedrag).

In de derde fase zet men twee mogelijke beleidsmaatregelen uiteen die kunnen leiden tot een afname van de luchtvervuiling en bijgevolg ook tot een verbetering in de levensverwachting.

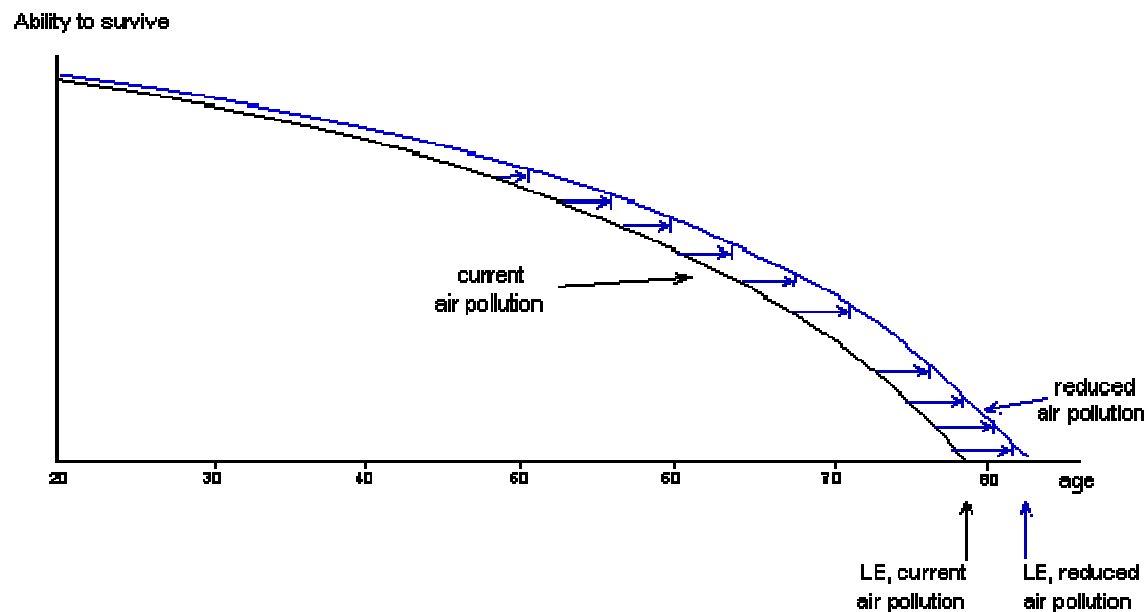
*Beleid I zal leiden tot een afname van de uitstoot van luchtvervuilende stoffen met 3% per jaar gedurende 20 jaar (dit betekent een totale afname met 60% tegen 2025). Daarna zal de uitstoot beperkt blijven tot dit lager niveau, wat ook het niveau van economische groei moge zijn. Deze maatregel zou leiden tot een gemiddelde toename van de levensverwachting met 6 maanden.*

*Beleid II zal leiden tot een afname van de uitstoot van luchtvervuilende stoffen met 1,5% per jaar gedurende 20 jaar (dit betekent een totale afname met 30% tegen 2025). Daarna zal de uitstoot beperkt blijven tot dit lager niveau, wat ook het niveau van economische groei moge zijn. Deze maatregel zou leiden tot een gemiddelde toename van de levensverwachting met 3 maanden.*

De vragenlijst maakt gebruik van een grafiek om het begrip "overlevingscurve" te illustreren. Aan de hand van deze grafiek illustreert men dat de probabilliteit dat een persoon zal overleven tot het volgende jaar (op voorwaarde dat hij de huidige leeftijd heeft bereikt) afneemt met de leeftijd tot op het punt dat de kans om verder te leven tot nul wordt herleid. Iedere persoon heeft een overlevingscurve die overeenkomt met het huidige niveau van luchtvervuiling. Indien het niveau van luchtvervuiling verandert, dan zal de overlevingscurve op of neer gaan naar gelang de luchtvervuiling af- of toeneemt.

Door gebruik te maken van deze benadering konden de onderzoekers uitleggen hoe de levensverwachting toeneemt, namelijk door kleine toenames *doorheen het leven* van de voorwaardelijke probabilliteit dat men tot het volgend jaar zal overleven. Dit wordt weerspiegeld in een opwaartse beweging van de overlevingscurve, eerder dan door een bijkomende drie of zes maanden op het einde van iemands leven. De onderzoekers benadrukten ook dat, hoewel de afname in de risico's vooral plaatsvindt op het einde van iemands leven (terug, op voorwaarde dat hij dat stadium heeft bereikt), sommige baten onmiddellijk plaatsvinden nadat de risicoverminderende maatregelen genomen zijn.

**Figuur 5-2. Winst in levensverwachting (LE) wanneer de luchtvervuiling afneemt (voorbeeld van iemand die nu 50 jaar oud is)**



In de vierde fase zet de interviewer uiteen dat elke maatregel om de luchtvervuiling te doen afnemen zal leiden tot een toename van de prijzen. Men vraagt eerst aan de respondent of hij bereid is in principe om hogere prijzen te betalen om een hogere levensverwachting te bekomen (en, in het algemeen, om de andere baten van een verbeterde luchtkwaliteit te bekomen). Indien de respondent "nee" antwoord worden de redenen hiervoor onderzocht en genoteerd. De bedoeling hiervan is om proteststemmen te identificeren.

De respondenten die "ja" antwoorden worden in dat stadium er aan herinnerd dat ze onderworpen zijn aan budgetbeperkingen.

Vervolgens vraagt men aan de respondent welke zijn maximale WTP is, zowel voor de gemiddelde toename met zes maanden als voor de gemiddelde toename met drie maanden. Om de deelnemer te helpen met deze taak, krijgt hij een "betalingskaart" en een sjabloon. De deelnemer wordt gevraagd om een willekeurige kaart te nemen en om te beslissen of hij bereid is om dat bedrag voor de rest van zijn leven elke maand te betalen. Indien een respondent "ja" (respectievelijk "nee" of "weet niet") antwoordt wordt hem gevraagd om de kaart in het sjabloon te plaatsen in de opening met opschrift "zou zeker betalen" (respectievelijk "zou zeker niet betalen" of "onzeker"). De respondent moet deze oefening herhalen voor alle verschillende betalingskaarten. De interviewer neemt nota van de hoogste waarde die valt onder de categorie "zou zeker betalen" en van de laagste waarde die valt onder de categorie "zou zeker niet betalen". Vervolgens vraagt de interviewer welk bedrag de deelnemer maximaal zou betalen voor de gegeven toename in levensverwachting.

*Wat is het maximaal bedrag dat U bereid bent om te betalen onder de vorm van hogere uitgaven teneinde gemiddeld 6 maanden in levensverwachting te winnen? Het kan een van onderstaande bedragen zijn, of een bedrag er tussen in*

*Het hoogste bedrag van uw "ja" kaarten :*

\_\_\_\_\_ per maand (gedurende de rest van mijn leven)

\_\_\_\_\_ per jaar (gedurende de rest van mijn leven)

Tenslotte worden een aantal vragen gesteld over de socio-economische status van de respondent.

### 5.3.3 De morbiditeitstudie van Ready et al. (2004b)

Aan de respondenten werd gevraagd welke hun betalingsbereidheid was om specifieke ziektes te vermijden. Een arts beschreef 6 verschillende ziektes die overeenkomen met volgende effecten die worden geschat in epidemiologische studies over de relatie tussen gezondheid en lucht- of watervervuiling: een dag met lichte symptomen, een dag met licht verminderde activiteit, een dag werkonbekwaamheid, een dag bedlegerigheid, een spoedopname en een hospitalisatie. Met uitzondering van de ziekte MAAG konden al de ziektes veroorzaakt worden door luchtvervuiling. OGEN, BED, HOEST en MAAG konden ook veroorzaakt worden door te baden in water dat gecontamineerd is door slecht behandeld rioolwater.

De enquête die gebruikt werd om deze ziektes te waarderen bestond uit 5 hoofdstukken<sup>23</sup>.

In het eerste hoofdstuk moesten de respondenten vragen beantwoorden over hun eigen gezondheid: of ze al gediagnosticeerd waren met astma, bronchitis of ademhalingsgebonden allergieën; gedurende hoeveel dagen ze de afgelopen maand symptomen hadden ondervonden aan de hogere en lagere luchtwegen; en of ze het afgelopen jaar waren gehospitaliseerd omwille van ademhalingsproblemen.

In het tweede hoofdstuk dienden de respondenten de ziektes te rangschikken in functie van hun inschatting van de ernst. Deze stap is gelijkaardig aan deze gebruikt door Tolley, Kenkel en Fabian (1994). De bedoeling ervan was om de respondent te doen nadenken over alle beschreven ziektes vooraleer er een waardering aan toe te kennen, en om het effect van de volgorde van vraagstelling op de waardering te minimaliseren.

In het derde hoofdstuk werd elke ziekte om beurt monetair gewaardeerd.

Het vierde hoofdstuk bevatte vragen over de attitude en het gedrag van de respondent, en varieerde van land tot land.

Het vijfde hoofdstuk bevatte de standaard vragen van socio-economische aard.

In het referentiescenario werden geen details gegeven, noch over de oorzaak van de ziekte, noch hoe deze kon vermeden worden<sup>24</sup>. Men vroeg de respondenten ervan uit te gaan dat ze de ziekte met zekerheid zouden ondergaan in de nabije toekomst maar dat ze deze eveneens met zekerheid konden vermijden door een gegeven hoeveelheid geld uit te geven. Het bedrag dat respondenten bereid waren te betalen werd bekomen aan de hand van een gewijzigd iteratief biedproces met betalingskaart. Dit protocol werd voor het eerst gebruikt door Dubourg et al. (1994, 1997), en is gelijkaardig aan het protocol ontwikkeld door Welsh and Poe.

Voor elke ziekte toonde men aan de respondenten een betalingskaart met 35 bedragen gaande van 0 tot het plaatselijk equivalent van £3250. De bedragen werden zodanig gekozen dat elk bedrag bij benadering een constant veelvoud was van het voorafgaand bedrag. Het maximaal bedrag was hoger dan bijna al de verwachte WTP, zoals ingeschat op basis van de testgroepen. Naast elk bedrag werd een lijst gegeven van alledaagse consumptiegoederen welke in het beschouwde land ongeveer evenveel kostten. Op deze

---

<sup>23</sup> Zie Day et al. 1999.

<sup>24</sup> In andere steekproeven werden de respondenten geïnformeerd over de oorzaak van de ziekte. Het vermelden van de oorzaak had geen waarneembaar effect op de antwoorden (Ready et al. 2004).

manier werd benadrukt dat uitgaven om gezondheidsredenen minder geld overlaten voor andere goederen<sup>25</sup>.

Men vroeg aan respondenten of ze bijna zeker (95% zeker) waren dat ze bereid waren om het eerste bedrag op de lijst te betalen. In dit geval was dit bedrag zeer laag (minder dan £0.5). Indien de respondent antwoordde dat hij voor 95% zeker was dat hij dat bedrag wou betalen om de ziekte te vermijden, werd hem gevraagd om dezelfde vraag te beantwoorden voor het tweede kleinste bedrag. Er werd duidelijk opgedragen aan de respondent om elk bedrag afzonderlijk te beschouwen. De respondent tikte elk bedrag aan waar hij 95% zeker van was dat hij bereid was om deze te betalen, en stopte wanneer hij een bedrag bereikt waar hij niet zeker van was (of waarvan hij vond dat hij ze niet zou betalen). Het hoogste aangevinkt bedrag werd beschouwd als een benedengrens voor de maximale WTP van de respondent. Het kleinste bedrag dat niet aangevinkt werd, werd beschouwd als een bovengrens.

Men vroeg aan de respondenten of ze "95% zeker" waren van hun antwoord om te vermijden dat ze het sociaal wenselijk antwoord "ja" zouden geven (Boyle et al 1998, Holmes and Kramer 1995). Champ et al. (1997) hebben hypothetische engagements om te betalen voor een publiek goed vergeleken met de eigenlijke betalingen voor dat goed. Ze hebben vastgesteld dat het deel van de respondenten die antwoordden dat ze zouden betalen voor dat goed significant hoger lag dan het deel dat effectief betaalde. Het deel dat antwoordde dat ze "bijna zeker" waren was niet te onderscheiden van het deel dat effectief betaalde.

Cummings and Taylor (1999) hebben ook vastgesteld dat de verschillen tussen hypothetisch en reëel gedrag verdwenen wanneer men aan de respondenten van de hypothetische vragen opdroeg om zich af te vragen of ze het geld "echt" wensten uit te geven. Beide studies toonden aan dat de validiteit van "contingente waardering" antwoorden verbetert wanneer men van de respondenten eist dat ze een grote mate van zekerheid uitdrukken met betrekking tot positieve antwoorden.

Bovenstaande procedure werd herhaald voor elke ziekte. Het hoofdstuk "waardering" werd afgesloten met de vraag waarom de respondent al dan niet bereid was om te betalen om ziekte te vermijden. De bedoeling van deze vraag was om respondenten te identificeren die het waarderingsscenario niet aanvaardden.

Indien een respondent voor alle ziektes een maximale WTP rapporteerde van £0, en als reden opgaf "Ik zou deze ziekte willen vermijden, maar ik kan niet zeggen hoeveel ik daar voor over heb" of "Ik vind het idee zelf om te betalen om ziekte te vermijden niet realistisch", werd dit geïnterpreteerd als een protestantwoord of als een verwerping van het scenario.

Tenslotte heeft men de respondenten uitgesloten die zich voor elke ziekte bereid verklaarden om het hoogste bedrag te betalen op de betalingskaart.

De interviews duurden tussen de 30 en de 45 minuten. De respondenten kregen geen financiële beloning voor hun deelname.

## 5.4 WAARDERING VAN MORTALITEITSEFFECTEN

Met behulp van de genoemde gereveleerde of uitgedrukte voorkeurmethodes kan een geldwaarde toegekend worden aan een leven: de Waarde van een Statistisch Leven (Value of Statistical Life of VSL). Dit is de waarde van een leven van een niet aan te wijzen persoon wiens leven gespaard is omdat het sterfterisico in een populatie is afgenomen.

---

<sup>25</sup> Meerdere respondenten hebben positief gereageerd op het gebruik van consumptiegoederen als referentiepunt bij het beantwoorden van de waarderingvragen.

VSL waarden zijn afgeleid uit inschattingen van de bereidheid tot betalen om risico's op vroegtijdig overlijden te veranderen. Stel dat de bereidheid tot betalen (Willingness to Pay of WTP) € 100 bedraagt om een risico op sterfte met 1 kans op 10.000 te verminderen, dan wordt hieruit een waarde voor een statistisch leven afgeleid van  $100 \times 10.000$  of € 1.000.000. Anders gezegd, indien 10.000 mensen bereid zijn om 100 euro te betalen om zo een risico met 1/10.000 te verminderen, dan spaart men – statistisch gezien – 1 mensenleven uit, gespreid over 10.000 mensen, ter waarde van € 1.000.000. De waarde van een statistisch leven bedraagt dus € 1 miljoen.

Het is belangrijk te benadrukken dat niemand gevraagd wordt om dit bedrag effectief te betalen, het is de som van de WTP's over een groep mensen die het risico wensen te verminderen. In dit opzicht is de term "waarde van een leven" eerder slecht gekozen: het is enkel de waardering van kleine veranderingen in het risico, geaggregeerd over een grote groep mensen (Torfs, 2003). Het kan nooit gaan over de waardering van het vermijden van een zeker onmiddellijk overlijden (zie Freeman, 2003, p. 301).

Het fundamentele uitgangspunt voor deze benadering is dat mensen in hun dagelijks leven constant kiezen tussen bepaalde goederen en diensten enerzijds en kleine veranderingen in de probabilliteit dat ze zullen overlijden anderzijds (zie de voorbeelden in sectie 5.2). Een statistische waarde toekennen aan een menselijk leven heeft dus een basis in dagdagelijks menselijk gedrag (zie Freeman, 2003, p.299).

#### *VSL of VOLY als maat om mortaliteit te waarderen?*

Voorerst bestaat de vraag of we de 'Waarde van een Statistisch Leven' (Value of Statistical Life of VSL) dan wel de 'Waarde van een Levensjaar' (Value of a Life Year (lost) of VOLY) moeten gebruiken voor waardering van vroegtijdige sterfte door luchtverontreiniging. In de literatuur wint VOLY terrein op VSL, omdat de waarde van de verloren tijd belangrijker lijkt dan het geld dat men ervoor over zou hebben om het risico te verlagen. Er zijn een aantal specifieke redenen om een VSL niet te gebruiken (EC, 2005):

- Het heeft geen nut om het aantal overlijdens voor verschillende oorzaken zoals luchtverontreiniging, roken en gebrek aan lichaamsbeweging, op te tellen. Het zou resulteren in een cijfer dat hoger ligt dan de totale mortaliteit van een populatie;
- Een cruciaal aspect van monetaire waardering ontbreekt in "aantal sterftegevallen", namelijk de grootte orde van het verlies in levensjaren per sterftegeval. We hebben al aangeduid dat dit sterk kan verschillen tussen typische sterftegevallen door luchtverontreiniging en andere accidenten;
- In tegenstelling tot sterftegevallen door bijvoorbeeld accidenten, is het totale aantal van vroegtijdige overlijdens door luchtverontreiniging *an sich* niet waar te nemen;
- De methode gebruikt ter berekening van het aantal sterftegevallen in de cohort studies<sup>26</sup> wordt als niet correct aanschouwd.

Een nadeel bestaat erin dat de VOLY aanpak niet de sterke empirische basis bezit van de VSL schattingen over vele jaren. De VOLY geeft lagere waarden, waardoor het dominante aandeel van gezondheidsaspecten in de baten van milieubeleid aanzienlijk vermindert.

## **5.5 WAARDERING VAN MORBIDITEITSEFFECTEN**

Een eerste indeling in effecten op morbiditeit kan als volgt gemaakt worden (CAFE, 2005):

- *Inkomenskosten*: kosten gerelateerd aan gezondheidszorg, verzekering of persoonlijke of familiale uitgaven aan gezondheid. Deze welvaartskosten kunnen berekend worden via marktprijzen;

---

<sup>26</sup> In een cohortonderzoek worden personen die al dan niet blootgesteld zijn aan een risicofactor (bv. een schadelijke stof) gedurende lange tijd (meestal verschillende jaren) opgevolgd.



- *Opportunitetskosten*: kosten gerelateerd aan verlies aan productiviteit (verlies in werktijd of verlies aan efficiëntie) en opportunitetskost van ontspanning en tijdsbesteding aan niet-betaalde taken. Deze welvaartskosten kunnen berekend worden via marktprijzen;
- *Utiliteitskosten*: andere sociale en economische kosten inclusief beperkingen op het genot van vrijetijdsactiviteiten, ongemak, pijn, angst om de toekomst of bezorgdheden om familie en andere nabestaanden. Deze kosten kunnen berekend worden via WTP of WTA.

De bepaling van de kosten van morbiditeit is nog minder eenduidig dan het bepalen van de kosten van mortaliteit. De kosten van een aandoening kunnen relatief eenvoudig uitgedrukt worden in de kosten van de ziekte (bezoek aan ziekenhuis, medicatie), maar daarnaast dienen ook kosten van productieverlies (doordat mensen niet kunnen werken) en effecten op welzijn (pijn, verminderde activiteit) gewaardeerd te worden. Deze laatste aspecten zijn opgenomen in WTP waarden, waardoor deze hoger liggen dan de COI.

Voor de waardering van morbiditeitseffecten worden soms ook directe kosten (COI) gebruikt om WTP waarden af te leiden. Zo gaat Ostro (1994 in RIVM, 2001) in zijn studie uit van COI waarden, die hij verdubbelt om een WTP waarde te bekomen. De factor 2 is gebaseerd op studies naar de ratio tussen COI en WTP<sup>27</sup>. Waar geen rekening mee gehouden wordt, is dat deze ratio afhankelijk zal zijn van het gezondheidseffect. Daarnaast zijn sommige ernstige ziekten onbehandelbaar, wat een lage COI geeft, terwijl de WTP om het risico op een dergelijke ziekte te verlagen hoog kan liggen (London Stationary Office, 1999 in RIVM, 2001).

Het is ook belangrijk op te merken dat er een overlap kan bestaan tussen bovenvermelde kostentypes. Het al dan niet optellen van bepaalde functies ter berekening van de totale monetaire kosten op morbiditeit dient kritisch benaderd te worden. Zo zijn bijvoorbeeld de effecten van PM op ziekenhuis opnames voor problemen met ademhaling, ziekenhuisopnames omwille van een hartinfarct en cerebrovasculaire ziekenhuisopnames ook al vervat in de "Restricted Activity Days" (RAD). Om de totale som te kunnen maken zonder overlap in effecten, moet dus eerst een "Net RAD" berekend worden waarin deze effecten niet worden meegeteld (Friedrich and Bickel, 2001).

Men moet er zich ook bewust van zijn dat de maatschappelijke kost van een ziekte hoger kan liggen dan wat blijkt uit WTP studies. Er bestaan inderdaad een reeks mechanismen (betaald ziekteverlof, ziekteverzekering) waardoor individuen de kost van hun ziekte (gedeeltelijk) kunnen afschuiven op de maatschappij (zie Freeman, 2003, p. 334). Indien men gebruik maakt van in andere landen geschatte WTP waarden om morbiditeit te vermijden, stelt zich het probleem dat deze waarden afhankelijk zijn van de mate waarin slachtoffers zelf opdraaien voor medische kosten en loonverlies. Tussen landen waarvan de verzekeringssystemen anders werken, zal de WTP dus verschillen (WHO, 1999 in RIVM, 2001).

## 5.6 DE COI BENADERING

Zoals uitgelegd in sectie 5.1 houdt de berekening van de "reële economische effecten" geen rekening met de kosten die voortvloeien uit de pijn en het lijden verbonden aan een ziekte. Deze reële effecten moeten dus gezien worden als een ondergrens voor de totale economische kost<sup>28</sup>. Het voordeel van deze benadering is dat de berekening van de reële economische effecten rechtlijnig is en gemakkelijk te

---

<sup>27</sup> Dit wordt niet bevestigd in de Vlaamse context – zie Hoofdstuk 9.

<sup>28</sup> De relatie tussen de WTP en de reële uitgaven is in feite gecompliceerder, aangezien een groot deel van de medische uitgaven worden terugbetaald door de ziekteverzekering. Daardoor gaat de band verloren tussen de prijs die voor de diensten wordt betaald en de feitelijke uitgaven. Het zou kunnen zijn dat de patiënten bereid zijn om meer te betalen dan wat ze effectief uitgeven. Zie EPA COI Handbook Hoofdstuk I.1.F.1.

begrijpen. Den Hond et al. (2007) halen ook aan dat er minder onzekerheid zal bestaan met betrekking tot de grootte van de geschatte waarde.

De theoretische grondslag voor het berekenen van de productieve prestaties die verloren zijn gegaan door morbiditeit en vroegtijdige mortaliteit ligt in de zogenaamde "**human capital**" benadering. Deze gaat er van uit dat verwachte toekomstige inkomsten van het individu kunnen gebruikt worden omdat ze een weergave bieden van de potentiële bijdrage van dat individu tot de economie<sup>29</sup>(Tarricone (2006)).

In wat volgt zullen we ingaan op een aantal fundamentele methodologische keuzes die gemaakt moeten worden in elke COI studie: "top down" versus "bottom up" benadering, prospectieve versus retrospectieve benadering en prevalentie versus incidentiebenadering. Tenslotte wordt ingegaan op de specifieke databehoeften die zich stellen bij het gebruik van de incidentiebenadering en op een aantal punten van kritiek die geformuleerd worden tegen de COI benadering.

### 5.6.1 "Top down" versus "bottom up" benadering

Deze twee benaderingen worden in detail besproken in Tarricone (2006).

In een "top down" benadering worden de totale gezondheidsuitgaven binnen een land (of regio) toegewezen aan ziektecategorieën. In een "bottom up" benadering werkt men in twee stappen. Ten eerste schat men de hoeveelheid inputs die gebruikt worden in de gezondheidszorg en ten tweede schat men de eenheidskost van elke input. In het geval van een "bottom up" benadering zal men moeten overgaan tot een actieve inzameling van data.

Een vaak geciteerd voordeel bij een "top down" benadering is dat de som van de kosten van individuele ziekten nooit groter zal zijn dan de totale gezondheidsuitgaven in het land (zoals dat bij een "bottom up" benadering wel eens het geval kan zijn). Daar tegenover staat:

- De nationale gezondheidsuitgaven komen niet noodzakelijk overeen met de totale directe kosten.
- De nationale gezondheidsuitgaven houden geen rekening met (alle) directe niet-medische kosten.
- Bij een "top down" benadering worden *alle* kosten toegewezen aan de primaire diagnose (en verwaarloost men dus compleet de secundaire diagnoses).

### 5.6.2 Prospectieve versus retrospectieve benadering

COI studies kunnen hetzij retrospectief hetzij prospectief worden georganiseerd (Tarricone (2006)).

In een retrospectieve studie hebben alle relevante gebeurtenissen reeds plaatsgevonden wanneer de studie wordt geïnitieerd. Bij een prospectieve studie moeten de gebeurtenissen nog plaatsvinden.

Retrospectieve studies zijn minder duur en tijdsrovend<sup>30</sup> dan prospectieve studies. Daar tegenover staat dat ze alleen kunnen uitgevoerd worden wanneer genoeg data beschikbaar zijn. Dit zal niet vaak het geval zijn:

---

<sup>29</sup> Anders gesteld: er wordt uitgegaan van de hypothese dat iemands loon een weergave is van zijn marginaal product.

<sup>30</sup> Sommige ziektes kunnen meerdere decennia aanslepen.

- Data worden meestal ingezameld met andere motieven dan de uitvoering van een COI studie.
- Data worden soms alleen lokaal geregistreerd.

Het Cost of Illness Handbook van de US Environmental Protection Agency<sup>31</sup> (Hoofdstuk I.1.F.4.4) wijst op een belangrijke beperking van het werken met historische gegevens. Voor bepaalde ziektes zijn de behandelingsmethodes in de laatste jaren enorm geëvolueerd. Er kunnen ook beleidsmaatregelen zijn genomen met de bedoeling om de toegang tot bepaalde (dure) behandelingsmethodes te beperken - mutatis mutandis is dit ook van toepassing voor België. Den Hond et al. (2007) wijzen er ook op dat het delicaat is om tijdsanalyses en zelfs geografische analyses uit te voeren op bestaande data omdat verbeterende diagnostie technieken en toenemende screeningsprogramma's niet altijd overal met dezelfde snelheid worden geïntroduceerd.

Bij een prospectieve studie kunnen analisten de datacollectie organiseren zodat deze overeenkomt met hun behoeften. Indien men aan patiënten vraagt om dagboeken bij te houden laat dit toe om kosten te registreren die niet worden bijgehouden door gezondheidszorgverstrekkers.

De nadelen van retrospectieve studies kunnen enigszins worden opgevangen door:

- Zich te beperken tot zeer specifieke ziektebeelden
- Door retrospectief beroep te doen op de getuigenissen van patiënten (hoewel deze natuurlijk wel kunnen leiden aan zogenaamde "recall bias").

### **5.6.3 Prevalentie- versus incidentiebenadering: algemeen**

Twee benaderingen voor de berekening van de kosten van medische diensten zijn mogelijk (zie Den Hond et al. (2007, p.98)):

1. In het geval van een prevalentiebenadering worden alle kosten ten gevolge van een ziekte die voorvallen in een gebied in een vastgelegde periode in kaart gebracht (zowel nieuwe gevallen als bestaande gevallen).
2. In het geval van de incidentiebenadering worden de gezondheidskosten berekend als de kosten die een patiënt ondervindt ten gevolge van een ziekte (van diagnose tot genezing of dood).

Om het enigszins anders te stellen (Tarricone, 2006). Bij het gebruik van de prevalentiebenadering worden de ziektekosten toegewezen aan het jaar waarin ze worden gedragen. Bij de incidentiebenadering daarentegen worden de geactualiseerde kosten verbonden aan een bepaalde ziekte toegewezen aan het jaar waarin een individu de kosten voor het eerst oploopt.

Of, aan de hand van een voorbeeld (Schelling (1986)) in de context van de kosten van het roken. De prevalentiebenadering stelt de vraag: wat zijn de huidige economische kosten opgelopen door de maatschappij ten gevolge van het jarenlange roken van mensen die dit jaar zullen gehospitaliseerd worden (of afwezig zullen zijn van hun werk, of vroegtijdig zullen overlijden). De incidentiebenadering legt de nadruk op de toekomstige gevolgen van huidige rookgewoontes.

---

<sup>31</sup> Vanaf nu zullen we hier naar refereren als het EPA COI Handbook.

Het verschil tussen de twee benaderingen neemt toe met de gemiddelde looptijd van de ziekte, omdat in het geval van de incidentiebenadering toekomstige kosten worden verdisconteerd<sup>32</sup>. De kosten berekend op basis van de prevalentiebenadering zullen dus meestal hoger liggen dan deze berekend op basis van de incidentiebenadering. Het verschil tussen de twee neemt ook toe naarmate (1) de incidentie een dalende tendens vertoont (2) de jaarlijkse behandelingskosten afnemen doorheen de tijd (3) de jaarlijkse kosten toenemen over de loop van de ziekte voor een individu. (Tarricone, 2006)

Zoals opgemerkt door Havelaar (2007, p.4) zouden beide methodes dezelfde resultaten moeten opleveren in een "steady state" of indien de ziekte minder dan een jaar duurt. Dit zou ook het geval moeten zijn indien de medische praktijken en technologie niet veranderen doorheen de tijd (Moore et al. 1997).

Volgens Den Hond et al. (2007, p.98) kan de prevalentiebenadering gebruikt worden om de maatschappelijke last van een bepaalde ziekte te bepalen en om deze te vergelijken met de last van andere ziektes. De prevalentiebenadering is dus vooral nuttig wanneer de bedoeling van de studie erin bestaat om (Tarricone, 2006):

- De aandacht van de beleidsverantwoordelijken te vestigen op ziektes waarvan ze geneigd zijn de kost te onderschatten.
- Kostenbesparende beleidsmaatregelen voor te bereiden.

Zoals Moore et al. (2007) stellen: de incidentiebenadering laat toe om te verifiëren hoe wijzigingen in het aantal nieuwe gevallen of in verbeterde behandelingen een impact hebben op toekomstige kosten. De incidentiebenadering is dus vooral nuttig wanneer de bedoeling van de studie erin bestaat om (Tarricone, 2006):

- Preventieve maatregelen te bestuderen
- Een totaalbenadering te ontwikkelen voor het beheren van de ziekte van de diagnose tot het herstel of het overlijden.

Moore et al. (1997) wijzen er wel op dat de prevalentiebenadering beroep doet op data die meestal gemakkelijk beschikbaar zijn, en bovendien meer betrouwbaar zijn.

De incidentiebenadering stelt veel hogere eisen qua gegevens, die bovendien grotendeels bestaan uit projecties naar de toekomst toe, en daardoor ook aan zeer veel onzekerheid onderworpen zijn (zie Moore et al.). We gaan daar in 5.6.4 even verder op in.

#### 5.6.4 Specifieke databehoeften voor de incidentiebenadering

Voor de incidentiebenadering worden volgende stappen gehanteerd (zie EPA COI Handbook, Hoofdstuk I.1-15):

1. De identificatie van een cohorte die de **standaard behandeling** heeft gekregen voor de ziekte. Indien de kosten moeten bepaald worden per component van de behandeling, moeten de componenten van deze standaard behandeling ook geïnventariseerd worden.

---

<sup>32</sup> Verdiscontering houdt in dat men een lagere waarde toekent aan toekomstige kosten en baten in vergelijking met onmiddellijke kosten en baten. De discontovoet reflecteert zowel de tijdsvoorkeur als de productiviteit van het kapitaal.

2. Bereken de **kosten** van elke fase van de behandeling of voor elke component van de behandeling. Bepaal de **timing** van deze kosten.
3. **Combineer** de **kostengegevens** met data over de **waarschijnlijkheid** dat een bepaalde behandeling op een bepaald moment wordt verstrekt. Integreer hierin overlevingsstatistieken gebaseerd op de leeftijd en de verwachte levensduur op het tijdstip van begin van de ziekte.
4. Bepaal de **toename** in de gemiddelde **medische kosten** te wijten aan de ziekte. In de praktijk bestaan zelden data met betrekking tot de overlevingskansen en de kosten die direct aan een specifieke ziekte kunnen gelinkt worden. De alternatieve methode bestaat er dan in de achtergrondkosten<sup>33</sup> te bepalen en deze af te trekken van de gemiddelde kosten van de individuen die getroffen zijn door de ziekte. Het verschil tussen de twee grootheden wordt dan verondersteld volledig te wijten te zijn aan de beschouwde ziekte.
5. Druk alle medische kosten uit in de monetaire eenheid van een referentiejaar en **verdisconteer** ze om netto actuele waarden te bekomen.
6. **Tel** deze geactualiseerde kosten **op** om de totale medische kosten verbonden aan deze ziekte te bekomen.

Zoals uiteengezet in het EPA COI Handbook (Hoofdstuk I.1.D.2), kunnen de kosten enorm verschillen tussen diegenen die een ziekte overleven en zij die eraan overlijden. Daarom zou deze analyse zowel moeten uitgevoerd worden voor de overlevers als voor degenen die aan de ziekte overlijden.

De berekening van deze reële economische effecten vereist kennis over de gemiddelde leeftijd en levensverwachting op het tijdstip van de diagnose (EPA COI Handbook Hoofdstuk I.1). Inderdaad, als men een inschatting wil maken van de baten verbonden aan bepaalde beleidsmaatregelen, dient men een idee te hebben van de kosten die *vermeden* zijn ten gevolge van de verbeterde gezondheidstoestand.

Het EPA COI Handbook (Hoofdstuk I.1.D.3) heeft voor de inschatting van kosten zowel gebruik gemaakt van gegevens uit de literatuur als van data die geconstrueerd werden op basis van de bestaande databases. Voor sommige ziektes werden de kostenschattingen bekomen door een panel van artsen te vragen om een "typische" behandeling te construeren.

Volgens het EPA COI Handbook vertoont deze benadering volgende tekortkomingen:

- Artsen herinneren zich niet altijd perfect wat ze in het verleden precies hebben voorgeschreven.
- Sommige artsen hebben alleen ervaring met een niet-representatieve populatie, en hebben geen zicht op de variatie in behandelingspatronen.
- Artsen hebben de neiging om de ideale behandeling te beschrijven, in plaats van de kosten die écht worden opgelopen.

Volgens het EPA COI Handbook komen bepaalde ziektebeelden disproportioneel vaak voor bij bepaalde delen van de bevolking (Hoofdstuk I.1.E). Het kan nuttig zijn om over dergelijke gegevens te beschikken indien men kijkt naar de baten voor bepaalde subgroepen van de bevolking.

---

<sup>33</sup> De achtergrondkosten zijn de gemiddelde kosten die opgelopen worden door een populatie die vergelijkbaar is (qua leeftijd, geslacht, enz) met de populatie die getroffen wordt door de ziekte. Ze omvatten de ziektekosten voor zowel de gezonde als de zieke mensen binnen de populatie.

Het EPA COI Handbook (Hoofdstuk I.1.F.1.1) wijst erop dat er een interactieve relatie bestaat tussen de medische kosten die een samenleving wenst uit te geven en de standaard medische praktijk (die de kosten bepaalt). De kostprijs wordt ook mee bepaald door het gegeven dat verzekeringsinstellingen of overheden de toegang tot bepaalde behandelingen inperken.

### 5.6.5 Kritiek op de COI benadering

Het gebruik van harde ziektekosten als indicator van de maatschappelijke kost van ziekte is in meerdere opzichten problematisch:

- COI schattingen kunnen enorm uiteenlopen omdat ze afhangen van de economische situatie, van het deel van het Bruto Nationaal Product dat wordt uitgegeven aan gezondheidszorg en van de structuur en de omvang van het gezondheidszorgsysteem (Melse en de Hollander, 2001, p.25).
- Het vroegtijdige overlijden van iemand leidt weliswaar tot verlies van productieve prestaties, maar laat ook besparingen toe in de verzorgingskosten (de zogenaamde indirecte gezondheidskosten - zie Havelaar (2007), p.2).
- De COI benadering heeft geen enkele grondslag in de welvaartseconomische theorie (Tarricone (2006)). Met name houdt de COI benadering geen rekening met de grote diversiteit aan gedragsreacties waarop men kan omgaan met vervuiling. In welke mate houdt men bijvoorbeeld rekening met het welvaartsverlies van iemand die binnenblijft om ademhalingsproblemen te vermijden tijdens een vervuilingsspiek (zie Freeman, 2003, p. 324)?
- De "human capital" benadering voor de waardering van de kosten van morbiditeit en mortaliteit reduceert mensen tot hun productiviteit op de arbeidsmarkt en heeft niets te maken met de waarde die mensen hechten aan hun eigen leven of aan die van hun naasten (hun WTP) (zie Freeman, 2003, p. 302). Bovendien discrimineert de methode tussen diegenen die betaalde arbeid leveren en zij die dat niet doen (Tarricone (2006)). Indien toekomstige inkomens verdisconteerd worden, zullen de levens van kinderen lager geschat worden dan deze van werkende volwassenen. Het is duidelijk dat dit een ethisch problematische conclusie is (zie Freeman, 2003, p. 303).
- De COI benadering biedt geen beleidsrelevante informatie. Bijvoorbeeld, indien in het verleden de toewijzing van medische uitgaven op een irrationele manier heeft plaatsgevonden, dan kan het gebruik van de COI benadering als resultaat hebben dat ten onrechte prioriteit wordt gegeven aan ziektes enkel omdat er veel middelen aan werden toegewezen (Tarricone (2006)).

Volgens Tarricone leidt het debat over de welvaartseconomische basis van de COI de aandacht af van het belangrijke probleem van de kwaliteit van de data. De critici van de COI benadering geven zelden aan hoe de gezondheidskosten dan wél berekend zouden moeten worden als de beschikbare data geen indicator zijn van opportuiniteitskosten. Bovendien wordt de gezondheidszorg sowieso gekenmerkt door talrijke marktperfecties waardoor prijzen geen weergave zijn van de marginale kosten.

Daar tegenover stelt Tarricone dat de COI moet gezien worden als een descriptieve studie die niet als bedoeling heeft om kosten en baten met elkaar te vergelijken.

COI biedt volgens Tarricone wel degelijk informatie aan het politiek beslissingsproces en aan de beheerders van de gezondheidszorg:

Het geeft aan hoeveel schaarse middelen worden verbruikt ten gevolge van een ziekte.

Het laat toe om de belangrijkste kostencomponenten te identificeren.

Het laat toe om op nationaal vlak het klinisch beheer van de ziekte te managen.

Het laat toe om de variabiliteit van de kosten te beheren.

Dit vereist wel dat de COI moet opgevat worden als een waarnemingstudie gebaseerd op een "bottom up" benadering. Volgens Tarricone moet de "top down" benadering definitief worden afgevoerd.

## 6 MONETAIRE WAARDERING: EMPIRISCH WERK

Op Europees niveau zijn binnen ExternE, CAFE en NEEDS verschillende studies kritisch geanalyseerd op hun methodologie, onzekerheid en toepasbaarheid in Europese waarderingsstudies. Doorheen de jaren is deze lijst van functies aangevuld, zijn er functies vervangen of aangepast. Dit resulteert in een lijst van monetaire waarden voor effecten op morbiditeit en mortaliteit waarrond er een wetenschappelijke consensus bestaat en die gedragen wordt door de instanties van de Europese Unie.

Dit hoofdstuk biedt eerst een overzicht van een reeks studies die werden uitgevoerd in het kader van Europese projecten (sectie 6.1) en in opdracht van de Britse overheid (sectie 6.2). In sectie 6.3 vatten we samen welke de belangrijkste trends zijn in waarderingsstudies en geven we een overzicht van lopende studies. De implementatie in ExDALY wordt besproken in sectie 6.4.

### 6.1 LINK TUSSEN EXTERNE, NEWEXT, CAFE EN NEEDS

#### 6.1.1 ExternE 1995

Sinds het begin van de jaren 1990 wordt in Europa binnen het beleid rekening gehouden met kwantitatieve schattingen van de impact van luchtvervuiling. Het **ExternE** project (Externalities of Energy) is een onderzoeksproject van de Europese Commissie DG Research, opgestart in 1991. In dit project werd een methodologie ontwikkeld om externe kosten van milieuverontreiniging in te schatten door gebruik te maken van de schadefunctieketen (EC, 1995).

In het midden van de jaren 1990 steunde de beschikbare informatie om wijzigingen in vroegtijdig overlijdens te waarderen voornamelijk op empirische studies die gebeurden om beslissingen te ondersteunen in een andere context, voornamelijk transport. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de studies die op dat moment geleid hadden tot een eenheidswaarde voor vroegtijdig overlijden (EC, 1995):



**Tabel 6-1: Europese empirische studies rond VSL waarden tot 1995**

| <b>Studie</b>                  | <b>Land</b> | <b>Context</b> | <b>VSL (miljoen Euro, 2005)</b> |
|--------------------------------|-------------|----------------|---------------------------------|
| Hedonische loonstudies         |             |                |                                 |
| Melinek (1974)                 | VK          | Arbeidsmarkt   | 1,1                             |
| Veljanovski (1980)             | VK          | Arbeidsmarkt   | 10,9 – 15,3                     |
| Needleman (1980)               | VK          | Arbeidsmarkt   | 0,5                             |
| Marin et al. (1982)            | VK          | Arbeidsmarkt   | 4,8 – 5,5                       |
| <i>Gemiddeld loonrisico</i>    |             |                | 4,4 – 5,6                       |
| CVM                            |             |                |                                 |
| Melinek (1973)                 | VK          | Transport      | 0,6                             |
| Jones-Lee (1976)               | VK          | Transport      | 20,1 – 24,9                     |
| Maclean (1979)                 | VK          | Transport      | 6,7                             |
| Frankel (1979)                 | VK          | Transport      | 6,7 – 27,3                      |
| Jones-Lee (1985)               | VK          | Transport      | 1,7 – 7,5                       |
| Persson (1989)                 | Zweden      | Transport      | 3,4 – 4,2                       |
| Maier (1989)                   | Oostenrijk  | Transport      | 4,2                             |
| <i>Gemiddelde CVM waarde</i>   |             |                | 6,1 – 10,7                      |
| Ontwijkgedragmethode           |             |                |                                 |
| Melinek (1974)                 | VK          | Transport      | 0,5 – 1,1                       |
| Ghosh (1975)                   | VK          | Roken          | 1,1                             |
| Jones-Lee (1977)               | VK          | Transport      | 1,2 – 14,3                      |
| Blomquist (1979)               | VK          | Transport      | 1,2 – 4,5                       |
| <i>Gemiddeld ontwijkgedrag</i> |             |                | 1,1 – 5,3                       |

Om hiervan waarden af te leiden, werden binnen ExternE telkens de bereiken en de schattingen voor elke methode vergeleken met de resultaten van gelijkaardige studies in de VS. Het viel op dat de VSL

voor CVM studies in de VS gemiddeld lager uitkomt, terwijl het gemiddelde inkomen er hoger ligt<sup>34</sup>. Dit zou vooral liggen aan twee Europese CVM studies die hoge waarden opleverden (Jones-Lee, 1976 en Frankel, 1979). Daarom werd beslist om beide studies eruit te laten, wat leidde tot een VSL bereik van 3,3 – 4,7 miljoen Euro en een gemiddelde van 4,1 miljoen Euro (of 2,6 miljoen Euro uitgedrukt in prijzen van 1990).

Van de beperktere set van waarden werd een VOLY afgeleid van 110.000 Euro (of 70.000 Euro uitgedrukt in prijzen van 1990) en de assumptie werd gemaakt dat per sterfgeval 10-15 levensjaren verloren gingen. De VSL waarde van 2,6 miljoen Euro (uitgedrukt in prijzen van 1990) werd als centrale waarde gebruikt.

Voor morbiditeitseffecten werden, bij gebrek aan Europese studies, in eerste instantie schattingen getransfereerd van Amerikaanse studies. Waar geen Amerikaanse waarden beschikbaar waren, werden COI waarden vermenigvuldigd met een factor 2-3 om een WTP waarde te bekomen voor ExternE 1995. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de morbiditeitswaarden die in ExternE 1995 werden gehanteerd.

**Tabel 6-2: Waardering van morbiditeiteindpunten in ExternE 1995**

| <b>Eindpunt</b>                                   | <b>Bron</b>                 | <b>Waarde<br/>(€, 2005)</b> |
|---------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Restricted Activity Days                          | VS Studies                  | 97 €/dag                    |
| Chronische bronchitis                             |                             |                             |
| Symptoomdagen                                     | VS Studies                  | 10 €/dag                    |
| Hoesten                                           | VS Studies                  | 10 €/dag                    |
| Spoedopname                                       | VS Studies                  | 291 €/case                  |
| Ziekenhuisopname wegens algemene luchtwegklachten | VS Studies                  | 10.283 €/case               |
| Astma aanval                                      | VS Studies                  | 48 €/dag                    |
| Niet-fatale kanker                                | VS COI + verloren inkomsten | 390.000 €/case              |
| Bronchitis bij kinderen                           | VS Studies                  | 215 €/dag                   |

### 6.1.2 ExternE 1999

Voor de update van de ExternE methodologie werd de voorkeur gegeven aan de VOLY boven de VSL, aangezien de eerste een correctere maat is voor de effecten van milieuverstoringen op de gezondheid. De basis hiervoor is de vaststelling dat dezelfde waarde niet kan toegekend worden aan een vroegtijdige sterfte op verschillende leeftijden, met dus een verschillende levensverwachting. Iemand die overlijdt op 35 jaar heeft nog een levensverwachting van om en bij de 40 jaar, terwijl vroegtijdige sterfte op 75 jaar

<sup>34</sup> Voor andere waarderingstechnieken heeft deze vergelijking tussen de EU en de VS weinig zin, omdat de gebruikte methodes te veel variëren.

een vermindering in levensverwachting met hooguit enkele jaren veroorzaakt. Anderzijds volgt niet uit studies dat oudere mensen een veel lagere waarde hechten aan risicovermindering dan jongere<sup>35</sup>.

Bovendien zijn de resultaten van epidemiologische studies waarbij de invloed van langdurige blootstelling aan PM op sterfte wordt geanalyseerd, uitgedrukt in een afname van de levensverwachting. Dit maakt de waarde per verloren levensjaar de ideale maat om hieraan te koppelen (Torfs, 2003).

Aangezien geen directe empirische schattingen beschikbaar zijn voor VOLY, werd deze afgeleid door een geschikte VSL waarde om te rekenen naar een verdisconteerde reeks van levensjaren gespreid over de resterende levensduur van het individu, op basis van bevolkingsdata met betrekking tot overlevingskansen.

Voor **acute effecten** werd de volgende relatie gebruikt (ExternE, 1999):

$$VSL_a(r) = VOLY \sum_{i=a+1}^T P_i (1+r)^{i-a-1}$$

a : leeftijd van de persoon van wie de VSL wordt geschat  
 $P_i$  : kans om het levensjaar i te overleven, op voorwaarde dat men a jaar geworden is  
 T : gemiddelde levensverwachting  
 r : discountfactor (0 tot 3%)\*

Voor **chronische effecten** werd de VOLY op de volgende wijze afgeleid (ExternE, 1999):

$$VOLY_{chronic}^r = \sum_{i=1}^T \frac{YOLL_i}{YOLL_{tot}} \times \frac{VOLY^r}{(1+r)^{i-1}}$$

$YOLL_i$  : aantal verloren levensjaren ten gevolge van een verhoging van het risico in elk volgend jaar i

$YOLL_{tot}$  : totaal aantal verloren levensjaren in de populatie

T : gemiddelde levensverwachting

r : discountfactor (0 tot 3%)\*

\* De basisschatting gaat uit van een sociale discountvoet van 3% voor impacts die zich voordoen binnen één generatie (bijv. chronische mortaliteit) (Torfs, 2003).

De centrale schatting van VOLY voor acute effecten bedroeg 0,12 miljoen Euro en voor chronische effecten 0,084 miljoen Euro (bij gebruik van een discountfactor van 3%). Deze waarden, in combinatie met de VSL waarde van 3,14 miljoen Euro en met bovenvermelde morbiditeitswaarden, werden in 1998-2001 gehanteerd binnen het Europese beleid.

### 6.1.3 ExternE 2001

Voor de update van de ExternE methodologie in 2001 werd ter beoordeling van **mortaliteitseffecten** het potentieel nagegaan van data met betrekking tot uitgaven die door overheden werkelijk besteed zijn als een proxy voor WTP of meer bepaald de kost per gered leven (Cost Per Life Saved - CPLS) of de kost per gered levensjaar (Cost Per Life Year Saved - CPLYs). Hieruit bleek dat de VSL en VOLY waarden veel hoger zijn dan de waarden die gehanteerd worden door EU beleidsmakers bij de opmaak van hun budgetten. Enerzijds zou gesteld kunnen worden dat WTP waardering bedoeld is om beleidsmakers te

<sup>35</sup> De VSL is dus vermoedelijk leeftijdsafhankelijk, maar concrete studies hierover zijn beperkt en de resultaten zijn niet eenduidig. Het is ook niet duidelijk of mensen die gevoelig zijn aan bijv. luchtverontreiniging, en een zwakkere gezondheid hebben, een lagere WTP hebben. Sensitiviteitsanalyses zijn daarom nodig om de robuustheid van de resultaten van een economische waardering te testen (Torfs, 2003).

informereren over de bestedingen die ze zouden moeten doen. Anderzijds zijn de WTP waarden zo groot dat een overheid ze onmogelijk kan dragen. Bovendien is het niveau van de huidige uitgaven impliciet goedgekeurd door de bevolking via democratische verkiezingen.

Omwille van de hoge onzekerheidsgraad die gepaard gaat met WTP waardering, werd geargumenteed dat, zolang verder empirisch onderzoek ontbreekt, zowel de WTP waarden in overweging moeten worden genomen als de resultaten bekomen met gereveleerde voorkeurmethodes.

Voor de waardering van **morbiditeitseffecten** van luchtvervuiling werden drie Europese CVM studies beschouwd: Otterstrôm et al. (1998), Rozan (1999) en CSERGE et al. (1999).

#### Otterstrôm et al. (1998)

De eerste studie (Otterstrôm et al., 1998) koppelde economische waarden aan 8 morbiditeitsymptomen. Op basis van een CVM in Helsinki (Finland) werd het welzijnsverlies ingeschat van individuen. Daarnaast werden medische kosten ingeschat alsook de waarde van productiviteitsverliezen. Onderstaande tabel geeft de resultaten weer.

**Tabel 6-3: Kosten gekoppeld aan morbiditeitsymptomen (Otterstrôm et al., 1998)**

| Morbiditeitsymptoom           | Eenheidswaarde (in 1996 Euro, omgerekend vanuit FIM) | % medische kosten en productiviteitsverliezen |
|-------------------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Symptoomdag                   | 20                                                   | 35                                            |
| Dag met astma aanval          | 29                                                   | 17                                            |
| Restricted Activity Day (RAD) | 117                                                  | 63                                            |
| Spoedopname                   | 261                                                  | 80                                            |
| Ziekenhuisopname              | 2191                                                 | 85                                            |
| Hoestdagen van kinderen       | 44                                                   | 19                                            |

#### Rozan (1999)

Rozan (1999) voerde een studie uit in Straatsburg (Frankrijk) en Kehl (Duitsland) en gebruikte een CV scenario waarbinnen respondenten gevraagd werden om hun WTP te geven voor een 30-40% vermindering van het risico om lichte symptomen aan de luchtwegen op te lopen (oogirritatie, hoofdpijn, kortademigheid, hoesten, enz.). Dit scenario specificeerde echter niet welke de afname was van het aantal dagen waarop de respondent last zou hebben van de symptomen, waardoor geen eenheidswaarden voor de verschillende symptomen afgeleid konden worden.

#### CSERGE et al. (1999)

De CSERGE et al. (1999) studie beslaat steden uit vijf landen (Amsterdam (NL), Lissabon (P), London en omgeving (VK), Oslo (NO) en Vigo (ES)) en onderzoekt voor ziekenhuisopnames wegens algemene luchtwegklachten directe ziektekosten en een WTP waarde met behulp van CVM. Onderstaande tabel geeft een aantal resultaten weer. Bijkomend werd een WTP gevonden voor het vermijden van een ziekenhuisopname specifiek voor luchtwegklachten van 320 Euro per opname.

**Tabel 6-4: WTP voor het vermijden van een aantal gezondheidseindpunten (in 2005 Euro) (CSERGE, 1999)**

|              | Geaggregeerd over 5 landen | Nederland | Noorwegen | Portugal | Spanje | VK  |
|--------------|----------------------------|-----------|-----------|----------|--------|-----|
| Ziekenhuis   | 599                        | 554       | 589       | 587      | 834    | 321 |
| Verwonding   | 309                        | 251       | 468       | 362      | 286    | 256 |
| Bed          | 190                        | 139       | 233       | 172      | 221    | 162 |
| Hoest        | 53                         | 55        | 70        | 55       | 76     | 39  |
| Oogirritatie | 69                         | 78        | 61        | 137      | 104    | 27  |
| Buikpijn     | 69                         |           |           | 119      |        | 51  |

Binnen ExternE werd het meeste gewicht gegeven aan de laatstgenoemde studie over vijf landen (Amsterdam (NL), Lissabon (P), London en omgeving (VK), Oslo (NO) en Vigo (ES)). Voor de morbiditeitsymptomen die in deze studie niet gedekt worden, werd gebruik gemaakt van de andere twee studies.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de aanbevolen waarden voor morbiditeiteindpunten.

**Tabel 6-5: Morbiditeitswaarden aanbevolen in ExternE 2001**

| Impact                                            | Waarde (in 2005 Euro per eenheid) |
|---------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Hartfalen (Congestive heart failure) [cases]      | 3.779                             |
| Chronische bronchitis [cases]                     | 196.300                           |
| Minor restricted activity days (MRAD) [dagen]     | 52                                |
| Restricted activity days [dagen]                  | 128                               |
| Gebruik van bronchodilatoren [cases]              | 46                                |
| Hoest [dagen]                                     | 52                                |
| Symptomen aan lagere luchtwegen [dagen]           | 9                                 |
| Astma aanvallen [dagen]                           | 87                                |
| Chronische hoest [periodes]                       | 278                               |
| Cerebrovasculaire ziekenhuisopnames [cases]       | 19.395                            |
| Ziekenhuisopnames wegens luchtwegklachten [cases] | 5008                              |
| Symptoomdagen [dagen]                             | 52                                |

### 6.1.4 NewExt

In 2001 werd NewExt (New Elements for the Assessment of External Costs from Energy Technologies) gelanceerd, opnieuw gefinancierd door de Europese Commissie. De bedoeling van dit project was om een aantal verfijningen/verbeteringen aan te brengen aan de ExternE methode (meer bepaald waardering van risico of sterfte, evaluatie van verzuring en eutrofiëring, effecten van bijvoorbeeld accidentele lozing van olie).

Binnen NewExt werd nieuw empirisch onderzoek gedaan naar de waardering van het risico op vroegtijdig overlijden (Markandya et al., 2004 later gepubliceerd als Alberini et al., 2005). De doelstelling bestond erin om eenheidswaarden af te leiden die zouden toelaten vroegtijdige overlijdens ten gevolge van luchtvervuiling in monetaire eenheden te waarderen. Waarden werden afgeleid van drie enquêtes die gelijktijdig in het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en Italië werden uitgevoerd met behulp van een gemeenschappelijke vragenlijst die voorheen ontwikkeld was in Noord-Amerika (Krupnick et al., 2000). Specifiek werd gevraagd aan mensen om achtereenvolgens een vermindering in risico te waarderen met 5 op 1000, waarbij het risico gespreid is over de volgende 10 jaar, een risicovermindering met 1 op 1000 en een vermindering van het risico met 5 op 1000 op een leeftijd van 70 jaar – zie sectie 5.3.1 voor een gedetailleerde beschrijving van de gebruikte methodologie.

Onderstaande tabel geeft de resultaten weer.

**Tabel 6-6: NewExt resultaten voor mortaliteitseffecten (Euro, in 2005 prijzen)**

|            | Onmiddellijke risicovermindering met 5:1000 | Onmiddellijke risicovermindering met 1:1000 | Uitgestelde risicovermindering met 5:1000 |
|------------|---------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------|
| VSL        |                                             |                                             |                                           |
| Mediaan    | 1.109.000                                   | 39.000                                      | 788.216                                   |
| Gemiddelde | 2.281.000                                   | 105.700                                     | 2.956.668                                 |
| VOLY       |                                             |                                             |                                           |
| Mediaan    | 59.200                                      | 17.813                                      | 38.152                                    |
| Gemiddelde | 132.900                                     | 48.209                                      | 143.113                                   |

Voor wat betreft morbiditeitswaarden werd gebruik gemaakt van ExternE (2001) en Ready et al. (2004). Deze laatste is de meest recente empirische studie van zekere omvang "Benefit Transfer in Europe: How Reliable Are Transfers Across Countries?" en omvat 5 Europese landen.

Onderstaande tabel geeft de waarden die binnen NewExt bekomen werden in termen van eenheidskosten voor morbiditeit.

**Tabel 6-7: NewExt resultaten voor morbiditeitseffecten**

| <b>Impact</b>                                                      | <b>Waarde<br/>(in 2000 EUR per eenheid)</b> |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Ziekenhuisopname                                                   | 2.000/opname                                |
| Spoedopname voor luchtwegklachten                                  | 670/bezoek                                  |
| Bezoek aan de huisarts voor:                                       |                                             |
| Astma                                                              | 53/bezoek                                   |
| Symptomen aan de lagere luchtwegen                                 | 75/bezoek                                   |
| Symptomen aan de luchtwegen van astmatici:                         |                                             |
| Volwassenen                                                        | 130/keer                                    |
| Kinderen                                                           | 280/keer                                    |
| Gebruik van medicatie voor de luchtwegen – kinderen en volwassenen | 1/dag                                       |
| Restricted activity day                                            | 130/dag                                     |
| Hoest                                                              | 38/dag                                      |
| Dag met symptomen                                                  | 38/dag                                      |
| Work loss day                                                      | 82/dag                                      |
| Minor restricted activity day                                      | 38/dag                                      |
| Chronische bronchitis                                              | 190.000/case                                |

### 6.1.5 CAFE

CAFE staat voor Clean Air For Europe. Het is een programma van de Europese Commissie om de luchtverontreiniging in de EU terug te dringen. CAFE is onderdeel van het zesde Milieuactieprogramma (MAP) van de Europese Commissie. Het programma integreert de aanpak van verzuring en verbetering van de luchtkwaliteit. Dit moet de effectiviteit van het beleid verhogen en de kosten verlagen.

In het kader van de CAFE kosten-baten analyse (Watkiss et al., 2005) werden de resultaten van de NewExt Markandya et al. studie gecombineerd met een andere recente studie van Chilton et al. (2004 – zie verder bij de beschrijving van de DEFRA studie). Er werd echter meer gewicht gegeven aan de eerstgenoemde studie, enerzijds omdat deze drie lidstaten omvatte en de andere slechts één en anderzijds omwille van de veel grotere steekproef.

De CAFE CBA studie overwoog een correctie voor de kwaliteit van de verloren levens. De Markandya et al. studie leidt de wijzigingen in resterende levensverwachting af (en dus de overeenkomstige VOLY) die overeenkomt met een risicoverandering van 5 op 1000 over de volgende 10 jaar, en dit op basis van empirische levenstabellen. De studie vond dat het feit dat een respondent lijdt aan een chronische kwaal aan hart of luchtwegen de WTP *an sich* niet beïnvloedt. Anderzijds werd wel gevonden dat mensen die de laatste 5 jaar reeds gehospitaliseerd waren voor deze klachten een WTP hadden die bijna twee keer zo groot was als de WTP van anderen. Er werd ook geen relatie gevonden tussen WTP en leeftijd. Onderstaande tabel geeft de resultaten weer (Watkiss et al., 2005).

**Tabel 6-8: Waarden voor gebruik in CAFE CBA: impact van chronische blootstelling op mortaliteit (Euro, in 2005 prijzen)**

|                     | VSL       | VOLY    | Afgeleid van             |
|---------------------|-----------|---------|--------------------------|
| Mediaan (NewExt)    | 1.109.000 | 59.200  | Mediaan waarde 5:1000    |
| Gemiddelde (NewExt) | 2.280.000 | 143.000 | Gemiddelde waarde 5:1000 |

Binnen CAFE werden de morbiditeitswaarden van ExternE 2001 geactualiseerd, meer bepaald op het vlak van de zorgkosten en opportunitetskosten (kosten van absentieïsme); daarnaast werd de WTP gehanteerd van Ready et al. (2004).

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de morbiditeitswaarden die binnen CAFE CBA werden aanbevolen. Deze waarden verschillen van de waarden binnen ExternE 2001 omdat andere zorgkosten en kosten van absentieïsme in aanmerking genomen werden (bovenop de WTP om pijn en lijden te vermijden), maar ook omdat een aantal gezondheidseindpunten anders geïnterpreteerd werden in termen van hun fysische eenheden.

**Tabel 6-9. Morbiditeitswaarden aanbevolen in CAFE CBA**

| Impact                                                             | Waarde (in 2005 Euro per eenheid) |
|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Ziekenhuisopname                                                   | 2.185/opname                      |
| Spoedopname voor luchtwegklachten                                  | 732/bezoek                        |
| Bezoek aan de huisarts voor:                                       |                                   |
| Astma                                                              | 58/bezoek                         |
| Symptomen aan de lagere luchtwegen                                 | 82/bezoek                         |
| Symptomen aan de luchtwegen van astmatici:                         |                                   |
| Volwassenen                                                        | 142/keer                          |
| Kinderen                                                           | 306/keer                          |
| Gebruik van medicatie voor de luchtwegen – kinderen en volwassenen | 1/dag                             |
| Restricted activity day (gecorrigeerd gemiddelde voor volwassene)  | 91/dag                            |
| Restricted activity day (gecorrigeerd gemiddelde voor 65+)         | 74/dag                            |
| Restricted activity day (in bed blijven)                           | 142/dag                           |
| Restricted activity day (dag werkverzuim)                          | 138/dag                           |
| Minor restricted activity day                                      | 374/dag                           |
| Hoest                                                              | 42/dag                            |
| Dag met symptomen                                                  | 42/dag                            |
| Work loss day                                                      | 90/dag                            |



| Impact                        | Waarde (in 2005 Euro per eenheid) |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Minor restricted activity day | 42/dag                            |
| Chronische bronchitis         | 207.600/case                      |

### Problematiek van waardering van morbiditeit- en mortaliteitseffecten bij kinderen

CAFE onderzocht ook specifiek de impact van luchtvervuiling op de mortaliteit van kinderen, ook al is daar nog minder empirisch onderzoek naar gedaan. In afwachting van meer onderzoek, transfereren de meeste studies de VSL van volwassenen naar kinderen voor de waardering van effecten op hun gezondheid.

Kinderen hebben noch de maturiteit noch de financiële middelen om hun betalingsbereidheid duidelijk te bepalen. Daarom dient een alternatief perspectief te worden ontwikkeld om waarden voor de gezondheid van kinderen in te schatten. Er zijn drie potentiële perspectieven om gezondheidsrisico's voor kinderen te waarderen:

- Het perspectief van de maatschappij (ouders en niet-ouders) veroorzaakt problemen van dubbeltelling door altruïsme;
- Het perspectief van volwassenen die zich in de positie van kinderen plaatsen;
- Het perspectief van ouders die risico's waarderen die hun eigen kinderen zouden lopen. Dit perspectief biedt het voordeel dat er een zekere literatuur beschikbaar is over dit onderwerp.

Andere methodologische problemen die de transfer van waarden van volwassenen naar kinderen bemoeilijken:

- Verschillen in de aard en/of omvang van de risico's. Zo is er redelijk wat onzekerheid in de epidemiologische literatuur aangaande de kans en de grootteorde van gezondheidseffecten op kinderen.
- Het potentieel belang van altruïsme wanneer ouders risico's evalueren van hun eigen kinderen.
- Relatie tussen WTP en leeftijd. Dit is bijv. van belang wanneer een maat in termen van aantal levensjaren gebruikt wordt voor de waardering, zeker wanneer de levensverwachting van het kind onzeker is.
- Samenstelling en structuur van het gezin kunnen de WTP beïnvloeden dat beoordeeld wordt vanuit het perspectief van ouders. Zo is in een aantal studies aan het licht gekomen dat de WTP lager is in gezinnen met veel kinderen en dat de WTP hoger is in eenoudergezinnen dan in twee oudergezinnen.
- Verdiscontering. De subjectieve discontofactoren die ouders toepassen op de WTP met betrekking tot hun eigen gezondheid kunnen verschillen van deze die ze toepassen op de WTP voor de gezondheid van hun kinderen (Hunt, 2007).

### Empirische bevindingen

Een aantal studies heeft verschillen onderzocht in waarden tussen volwassenen en kinderen, maar met gemengde resultaten. De meerderheid van de studies vond dat de waarde van de baten voor de gezondheid van kinderen groter zijn dan die van volwassenen (Lewis & Charney, 1989; Busschbach et al., 1993; Cropper et al., 1994; Liu et al., 2000; Dickie & Ulery, 2001 in Hunt, 2007). Andere studies daarentegen vonden een gelijkaardige WTP (Blomquist, 2003; Mount et al., 2001 in Hunt, 2007) en één studie schat de waarde van een statistisch leven voor een kind lager in dan de waarde voor een

volwassene (Jenkins et al., 2001 in Hunt, 2007). Geen enkele van de studies beschouwt de Europese context. Onderstaande tabel geeft een overzicht van de meest relevante studies.

**Tabel 6-10: Waardering van gezondheidseindpunten van kinderen**

| Studie                         | Methode                          | Gezondheidseindpunt                                                | Eenheidswaarde (kind)                                                       | Ratio<br>eenheidswaarde<br>kind-ouder |
|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Carlin & Sandy (1991)          | Ontwijkgedrag                    | Op basis van ongeval<br>Mortaliteitsrisico                         | VSL 0,95 miljoen Euro                                                       | <1:1                                  |
| Blomquist <i>et al.</i> (1996) | Ontwijkgedrag                    | Op basis van ongeval<br>Mortaliteitsrisico<br><br>Zware verwonding | VSL 5,2 – 9,3 miljoen<br>Euro<br><br>0,22 miljoen Euro                      | 2:1<br><br>2:1                        |
| Agee & Crocker (1996)          | Ontwijkgedrag                    | 1% reductie van<br>blootstelling aan lood                          | 29 Euro                                                                     | -                                     |
| Jenkins <i>et al.</i> (2001)   | Ontwijkgedrag                    | Op basis van ongeval<br>Mortaliteitsrisico                         | VSL 1,6 – 3,4 miljoen<br>Euro (5 - 9); 1,4 – 3,3<br>miljoen € (10-14)       | 0.6:1                                 |
| Mount <i>et al.</i> (2001)     | Ontwijkgedrag                    | Op basis van ongeval<br>Mortaliteitsrisico                         | 11,7 miljoen €                                                              | 1.1:1                                 |
| Maguire <i>et al.</i> (2002)   | Ontwijkgedrag                    | Kanker                                                             | -                                                                           | -                                     |
| Joyce <i>et al.</i> (1989)     | Gezondheids-<br>productiefunctie | Gezondheidsrisico's tgv<br>luchtvervuiling                         | VSL 0,078 – 1,35<br>miljoen € (blank)<br><br>0,1 – 2,6 miljoen €<br>(zwart) | -                                     |
| Agee & Crocker (2001)          | Gezondheids-<br>productiefunctie | Gezondheidsrisico's tgv<br>roken                                   | -                                                                           | 2:1                                   |
| Nastis & Crocker (2003)        | Gezondheids-<br>productiefunctie | Postnatale gezondheid                                              | -                                                                           | 6:1                                   |
| Liu et al. (2000)              | Uitgedrukte<br>voorkeur          | Influenza<br><br>Kind<br>Volwassene                                | <br><br>57<br>37                                                            | <2:1                                  |
| Agee & Crocker (2001)          | Gereveleerde<br>voorkeur         | 10% verbetering in<br>gezondheid<br><br>Kind<br>Volwassene         | <br><br>452<br>249                                                          | <2:1                                  |
| Dickie & Ulery (2001)          | Uitgedrukte<br>voorkeur          | Acute ziekte (1<br>symptoom)<br><br>Kind                           | <br><br>150-350                                                             | 2:1                                   |

| Studie                     | Methode                 | Gezondheidseindpunt                                       | Eenheidswaarde (kind)     | Ratio<br>eenheidswaarde<br>kind-ouder |
|----------------------------|-------------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|
|                            |                         | Volwassene<br>Acute bronchitis<br>Kind<br>Volwassene      | 100-165<br><br>400<br>200 |                                       |
| Dickie & Gerking<br>(2003) | Uitgedrukte<br>voorkeur | 1% afname van kans<br>op huidkanker<br>Kind<br>Volwassene | <br><br>3.18<br>1.29      | <3:1                                  |

De tabel geeft een aantal elementen aan:

- Ouders zijn bereid om meer te betalen om de gezondheidsrisico's te verminderen die hun kinderen lopen dan om deze te verminderen waar volwassenen aan blootgesteld staan. De geschatte marginale substitutievoet (Marginal Substitution Rate – MRS) is over het algemeen groter dan 1 en is gemiddeld bijna 2 (met uitzondering van Jenkins et al., 2001).
- In absolute termen zijn de VSL schattingen vergelijkbaar met de schattingen voor volwassenen in andere studies (hoewel het bereik een even grote mate van onzekerheid weergeeft).
- Waarden voor jongere kinderen zijn over het algemeen hoger dan voor oudere kinderen.
- Waarden voor de reductie van het risico op mortaliteit bij kinderen zijn groter dan de waarde voor de reductie van het morbiditeitsrisico.
- Op basis van dit beperkt empirisch onderzoek is het niet mogelijk om systematische verschillen af te leiden in de waarden bekomen met verschillende methoden.

#### CAFE aanbevelingen

Op basis van het empirisch onderzoek werd in het kader van de CAFE CBA aanbevolen om enkel de mortaliteiteindpunten te beschouwen en MRS waarden te gebruiken van 1 en 2, met een centrale waarde van 1,5 met betrekking tot de VSL voor volwassenen.

#### **6.1.6 NEEDS**

Binnen het NEEDS-project (New Energy Externalities Developments for Sustainability) (september 2004-2008) werden verfijningen vooral uitgevoerd in het kader van levenscyclusanalyse (LCA) van energietechnologie, monetaire waardering van externe kosten gekoppeld aan energieproductie, transport, conversie en gebruik, en aan de integratie van LCA en externe kosten in beleid.

In dit kader werd een CVM onderzoek uitgevoerd om veranderingen in levensverwachting (en dus VOLYs) te waarderen (Rabl et al., 2006 in Hunt, 2007). Het doel van de enquête bestond erin om te onderzoeken hoeveel mensen in 8 Europese landen (VK, Frankrijk, Polen, Tsjechië, Hongarije, Zwitserland, Spanje en Denemarken) bereid zijn te betalen om vroegtijdige sterfte te vermijden ten gevolge van luchtvervuiling. De bedoeling was om een gemeenschappelijke VOLY af te leiden voor de hele EU. De studie focust op een groei van de levensverwachting in normale gezondheid (chronische effecten). De methodologie werd besproken in sectie 5.3.2.

De benadering is innovatief omdat ze op directe wijze gebaseerd is op een verandering in levensverwachting, terwijl de meeste waarderingen van mortaliteit ten gevolge van luchtverontreiniging hetzij gebaseerd zijn op sterfte bij een ongeval of op een kleine verandering in de kans op sterfte. Geïnterviewden hebben soms moeite om kleine veranderingen in kans te begrijpen; een verandering in levensverwachting is vaak duidelijker.

Voor de EU16 werd een gemiddelde VOLY voorgesteld van 40.000 Euro en voor de nieuwe lidstaten bedroeg deze 25.000 Euro. Voor de EU25 + Zwitserland werd een VOLY berekend van 35.592 Euro. Rabl et al. bevelen aan om voor kosten-batenanalyses in het kader van EU beleidsbeslissingen de VOLY te gebruiken van de EU25.

**Tabel 6-11: Overzicht van monetaire waarden voor effecten op volksgezondheid volgens NEEDS**

| <i>Eindpunt</i>                                                       | <i>Waarde per geval in [€, 2000]</i> |
|-----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| Medication use / bronchodilator use                                   | 1                                    |
| Minor restricted activity days (MRAD)                                 | 38                                   |
| Lower respiratory symptoms (adult)                                    | 38                                   |
| Lower respiratory symptoms (child)                                    | 38                                   |
| LRS excluding cough                                                   | 38                                   |
| Cough days                                                            | 38                                   |
| Acute respiratory symptoms                                            | 38                                   |
| Consultations with primary care physicians_Asthma                     | 53                                   |
| Consultations with primary care physicians_Upper respiratory diseases | 75                                   |
| Consultations with primary care physicians for allergic rhinitis      | 75                                   |
| Work loss days (WLD)                                                  | 82                                   |
| Restricted activity days (RADs)                                       | 130                                  |
| Respiratory hospital admissions                                       | 2.000                                |
| Cardiac hospital admissions                                           | 2.000                                |
| Life expectancy reduction – YOLLchronic                               | 40.000                               |
| Increased mortality risk (infants) YOLLchronic                        | 40.000                               |
| Increased mortality risk YOLLakut                                     | 60.000                               |
| New cases of chronic bronchitis                                       | 200.000                              |

## 6.2 DEFRA STUDIE "ECONOMIC ANALYSIS TO INFORM THE AIR QUALITY STRATEGY REVIEW CONSULTATION"

In 2006 werd in opdracht van DEFRA<sup>36</sup> de studie "Economic Analysis to Inform the Air Quality Strategy Review Consultation" gepubliceerd. Voor de waardering van mortaliteitseffecten werden de resultaten gebruikt van o.m. de Chilton et al. (2004) studie en van de NEWEXT resultaten voor de VK (Markandya et al., 2004). Voor de waardering van morbiditeitseffecten werden de resultaten gebruikt van de Chilton et al. (2004) studie en van de CSERGE studie (1999).

Chilton et al. voerden een CVM onderzoek uit in de VK om de WTP te achterhalen voor een vermindering van de luchtvervuiling die 4 gezondheidsbaten zou impliceren:

- Een hogere levensverwachting voor de respondent en zijn/haar gezin indien zij zich in normale gezondheidstoestand bevinden (N);
- Een hogere levensverwachting voor ouderen met hart- of longklachten (P);
- Een vermindering in het aantal ziekenhuisopnames voor ouderen met longklachten of voor jongeren met astma of andere luchtwegklachten (H);
- Het jaarlijks vermijden van twee of drie dagen moeilijkheden met ademen voor personen met astma, allergieën of andere luchtwegklachten (D).

Voor wat betreft de eindpunten (N) en (P) (waardering van mortaliteitseffecten) werd arbitrair telkens bij respondenten in goede of minder goede gezondheid een stijging van de levensverwachting met 1, 3 of 6 maanden aangegeven om na te gaan of de WTP verhoogt in functie van een verhoging van de levensverwachting. Volgende tabel geeft een overzicht van de resultaten.

**Tabel 6-12: Waarden per maand (in 2005 Euro) (Chilton et al., 2004)**

|      | 1 maand (normale gezondheid) | 3 maanden (normale gezondheid) | 6 maanden (normale gezondheid) | 1 maand (minder goede gezondheid) |
|------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| VOLY | 42.800                       | 15.000                         | 9.400                          | 23.000                            |
| VSL  | 1.712.000                    | 584.300                        | 374.200                        | 920.000                           |

Chilton et al. stelden dat de resultaten voor 1 maand een groter gewicht moesten krijgen. Een argument hiervoor is dat op basis van de huidige epidemiologische kennis de maatregelen die beschikbaar zijn voor de beleidsmakers baten genereren in de grootteorde van 1 maand per persoon.

DEFRA nam deze aanbeveling gedeeltelijk over en hanteerde de '1 maand (minder goede gezondheid)' VOLY om acute mortaliteitseffecten te waarderen, aangezien acute effecten eerder zullen optreden bij mensen die een minder goede gezondheid hebben. Om chronische mortaliteitseffecten te waarderen, werd de '1 maand (normale gezondheid)' VOLY gehanteerd met een bereik van 33.500 tot 56.000 Euro (95% betrouwbaarheidsinterval). Deze waarden werden verkozen boven de Markandya et al. studie omdat de VOLY's op directe wijze afgeleid werden en omdat de context van luchtvervuiling expliciet in de bevraging is opgenomen.

<sup>36</sup> Het Ministerie van Leefmilieu in het Verenigd Koninkrijk.

Wat de waardering van morbiditeitseffecten betreft, ging de studie na hoeveel de WTP bedraagt voor het vermijden van een ziekenhuisopname voor luchtwegklachten en van een dag met ademhalingsproblemen ten gevolge van luchtvervuiling. De WTP voor het vermijden van een ziekenhuisopname ligt tussen 2.130 en 11.500 Euro per opname (t.o.v. 320 Euro bekomen in de bovenvermelde CSERGE studie). Onderstaande tabel geeft een overzicht van de resultaten.

**Tabel 6-13: Bepaling van het waarderingsinterval van vermijden van ziekenhuisopnames ten gevolge van luchtwegklachten of cardiovasculaire klachten (DEFRA, 2006)**

|                           |                                                           | Chilton et al. (2004)                                                 | CSERGE (1999) |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|---------------|
| Luchtwegklachten          | WTP voor vermijden van ziekenhuisopname (Euro per opname) | 2.130 – 11.500                                                        | 320           |
|                           | Zorgkosten                                                | 2.550                                                                 |               |
|                           | Kosten van absenteïsme                                    |                                                                       | 770           |
|                           | Ondergrens aanbevolen door DEFRA                          | 2.870 Euro (= 2.550 + 320)                                            |               |
|                           | Bovengrens aanbevolen door DEFRA                          | 14.870 Euro (= 11.500 + 2.550 + 770)                                  |               |
|                           |                                                           | DEFRA                                                                 |               |
| Cardiovasculaire klachten | Zorgkosten                                                | 2.730                                                                 |               |
|                           | Kosten van absenteïsme                                    | 860                                                                   |               |
|                           | Ondergrens aanbevolen door DEFRA                          | 3.050 Euro (= 2.730 + 320 (overgenomen van CSERGE))                   |               |
|                           | Bovengrens aanbevolen door DEFRA                          | 15.090 Euro (= 11.500 (overgenomen van Chilton et al.) + 2.730 + 860) |               |

### 6.3 LOPEND ONDERZOEK EN TRENDS

Het VERHI (Valuation of Environment-Related Health Impacts with a particular focus on Children) project voert een uitgedrukte voorkeur methode uit in VK, Tsjechië en Italië. Het onderzoek zal zich richten op mortaliteitsrisico's bij kinderen, ook al zijn precieze eindpunten nog niet definitief bepaald. Resultaten zijn voorzien voor einde 2008.

EXIOPOL (A New Environmental Accounting Framework Using Externality Data and Input-Output Tools for Policy Analysis) zal gericht zijn op mortaliteitsrisico's bij volwassenen en is ook in ontwerpfase. Resultaten zijn voorzien voor eind 2008.

HEIMTSA (Health and Environment Integrated Methodology and Toolbox for Scenario Assessment) zal gericht zijn op morbiditeiteindpunten, maar deze zijn nog niet definitief bepaald (Hunt, 2007).

Een aantal trends kunnen worden geïdentificeerd uit bovenstaand overzicht:

- Het gebruik van uitgedrukte voorkeurmethodes is gestegen om te trachten pollutantspecifieke kenmerken van gezondheidswaardering te vatten.

- VOLYs worden meer en meer geschikt geacht om mortaliteitseffecten van luchtverontreiniging te waarderen en worden meegenomen in het ontwerp van recent "uitgedrukte voorkeur" onderzoek.
- Het gebruik van VSL waarden is verminderd, wat de verschuiving aantoont van het gebruik van gereveleerde naar "uitgedrukte voorkeur" methodes en verfijningen in laatstgenoemde methode.
- Morbiditeitswaarden integreren steeds meer eindpuntspecifieke schattingen van harde gezondheidskosten. De eindpunten zelf zijn verfijnd, ook al geeft dit geen waarneembare veranderingen in de grootte van de waarden doorheen de tijd.

Nu meer aandacht gaat naar kostenbaten-analyses van het beleid rond luchtkwaliteit en de nood aan een betere waardering van gezondheidseindpunten groeit, geven deze trends aan dat de geproduceerde en gebruikte CVM-waarden steeds meer robuust zijn. Anderzijds blijven er een aantal problemen bestaan die een bron van onzekerheid vormen:

- De bekwaamheid van respondenten om kleine veranderingen in risico's te begrijpen en te waarderen.
- De bekwaamheid van respondenten om veranderingen in levensverwachting te waarderen die ze moeten spreiden over de rest van hun leven (dus niet enkel hun waarde opgeven voor 6 maanden extra aan het einde van hun leven) en, in het geval van latente risico's, om een waardering te geven voor toekomstige periodes.
- De bekwaamheid van respondenten om hun WTP voor het vermijden van een slechte gezondheid af te zonderen van hun WTP om het risico op sterfte te verminderen (of hun levensverwachting te verhogen).
- De behandeling van de context m.b.t. luchtkwaliteit in de opmaak van de vragenlijst: is het beter om deze specifieke context expliciet mee te nemen en zo risico te lopen dat free riding en altruïstische effecten de WTP beïnvloeden of kan deze context beter weggelaten worden (waarmee het risico bestaat dat de WTP geen rekening houdt met deze specifieke context).
- In de meeste enquêtes die georganiseerd worden in verschillende landen in het licht van functie-overdracht<sup>37</sup> blijkt een onvermogen om de variatie in waarden tussen landen te verklaren, en dit zowel voor mortaliteits- als voor morbiditeitseffecten.
- Ook al zijn de verdiensten van het gebruik van uitgedrukte voorkeurmethodes duidelijk erkend, toch zijn sommigen van mening dat hun gebruik kan leiden tot een overschatting van de werkelijke individuele WTP waarden aangezien nooit gevraagd wordt om de individuele WTP te relateren aan de volledige waaier van publieke (milieu)goederen (Hunt, 2007).

We komen terug op deze punten in sectie 10.5.

## 6.4 ANALYSE VAN EXDALY

### 6.4.1 Beschrijving

Torfs (2003) wordt aanschouwd als de laatst gepubliceerde studie rond de kwantificering van gezondheidsrisico's en hun kosten voor Vlaanderen. In de analyse wordt deze studie dus als referentie gebruikt voor de kritische analyse en de analyse ter verfijning.

#### 6.4.1.1 Value of a life year lost

Voor de berekening van de externe gezondheidskosten wordt in Vlaanderen gebruik gemaakt van de waarde van een verloren levensjaar **VOLY**, zoals in ExternE gebruikelijk is. De VSL werd omgerekend

---

<sup>37</sup> Zie sectie 8.4.

naar de waarde van een verloren levensjaar VOLY op basis van de omrekeningsformule voor directe (acute) impacten uit ExternE:

$$VSL_a(r) = VOLY \sum_{i=a+1}^T {}_aP_i (1+r)^{i-a-1}$$

VSL<sub>a</sub> : waarde van een mensenleven op leeftijd a  
 r : discountfactor  
<sub>a</sub>P<sub>i</sub> : kans om het levensjaar i te overleven, op voorwaarde dat men a jaar geworden is  
 VOLY : waarde van een verloren levensjaar, constant verondersteld  
 T : gemiddelde levensverwachting

De overlevingskansen werden overgenomen uit nationale en Europese statistieken.

Op basis van deze data wordt een verloren levensjaar voor directe (acute) impacts geschat op 105.000 Euro (bij een discountfactor van 0%) tot 165.000 (bij een discountfactor van 3%). Voor voortijdig overlijden ten gevolge van langdurige blootstelling (chronische, lange termijn impacts) is de benadering enigszins anders. Er wordt rekening gehouden met de latentietijd, de tijd die tussen de impact en de blootstelling ligt, waardoor de waardering van een levensjaar bij verdiscontering lager ligt dan 105 000 euro. Voor 3% is de VOLY ongeveer 96 000 euro.

De berekeningen voor Vlaanderen gaan uit van een leeftijdsonafhankelijke VOLY. Informatie ontbreekt voorlopig om een waardering in te voeren die afhangt van de leeftijd van de persoon in kwestie. Deze benadering stemt overeen met wat in de berekening van DALYs toegepast wordt (Torfs, 2003).

Om een vergelijking te maken van bovenstaande cijfers, worden deze waarden voor VOLYs vergeleken met afgeronde cijfers uit de meest recente Europese studies, met name CAFE en NEEDS.

**Tabel 6-14: Vergelijking VOLYs gebruikt in Vlaanderen en vergelijking met waarden zoals voorgesteld in de meest recente Europese studies**

| YOLL                                       | ExternE, 1999 | ExternE, 2005 | CAFE      | NEEDS     |
|--------------------------------------------|---------------|---------------|-----------|-----------|
| <i>Year of life lost (chronic effects)</i> | 96.000EUR*    | 50.000EUR     | 50.000EUR | 40.000EUR |
| <i>Year of life lost (acute effects)</i>   | 165.000EUR    | 75.000EUR     |           |           |

\*: discountvoet van 3% in rekening gebracht. Andere cijfers zijn niet verdisconteerd.

In tegenstelling tot de andere waarden, zijn de ExternE (1999) waarden omgerekend vanuit VSL-waarden, wat de hoge waarden verklaart.

#### **6.4.1.2 Morbiditeits- en mortaliteitseindpunten**

Voor morbiditeit worden voor de Vlaamse berekeningen waarden gehanteerd van ExternE 1999, 2001 en CSERGE (1999) (Torfs, 2003). Recentelijk is het model geactualiseerd met CAFE waarderingcijfers (persoonlijke communicatie van R. Torfs, augustus 2007).



In volgende tabel is een vergelijking opgenomen tussen de eenheidskosten opgenomen in het ExDALY model<sup>38</sup> en cijfers uit CAFE geactualiseerd voor het prijspeil uit 2005 en uit NEEDS.

---

<sup>38</sup> Alleen de kolom met de cijfers uit CAFE (2000) wordt inderdaad gebruikt in de meest recente versie.

**Tabel 6-15: vergelijking eenheidskosten opgenomen in ExDALY, CAFE (2005 prijzen) en NEEDS**

|                                                     | ExDALY                                   |                                         |                           |                                 |                                       | CAFE        | NEEDS       | Units          |
|-----------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|----------------|
|                                                     | Unite (Bickel et al., 2003) prijzen 1998 | ExternE 2000 (o.m. Bickel et al., 2001) | BIGE, 2001 (prijzen 1997) | (ExternE, 1999 prices 1999 ECU) | CAFE (2000 prices) gebruikt in ExDALY | 2005 prices | 2000 prices |                |
| <b>Chronic bronchitis</b>                           | 137.600                                  | 163.000                                 |                           | 105.000                         | 190.000                               | 207.600     |             | € per new case |
| <b>Cerebrovascular hospital admission</b>           | 13.900                                   | 16.730                                  |                           | 7.870                           | 2.000                                 |             |             | € per case     |
| <b>Respiratory hospital admission</b>               | 3.610                                    | 4.320                                   |                           | 7.870                           | 2.000                                 |             | 2.000       | € per case     |
| <b>Congestive heart failure hospital admission</b>  | 2.730                                    | 3.260                                   |                           | 7.870                           | 2.000                                 |             | 2.000       | € per case     |
| <b>Chronic cough - children</b>                     | 200                                      | 240                                     |                           |                                 |                                       |             |             | € per episode  |
| <b>Restricted activity day</b>                      | 100                                      | 104                                     |                           | 75                              | 83                                    |             | 130         | € per day      |
| <i>Restricted activity day corrected for adults</i> |                                          |                                         |                           |                                 |                                       | 91          |             | € per day      |
| <i>Restricted activity day corrected for +65</i>    |                                          |                                         |                           |                                 |                                       | 74          |             | € per day      |
| <i>Restricted activity day (bed)</i>                |                                          |                                         |                           |                                 |                                       | 142         |             | € per day      |
| <i>Restricted activity day (absenteeism)</i>        |                                          |                                         |                           |                                 |                                       | 138         |             | € per day      |
| <i>Minor restricted activity day</i>                | 34                                       | 45                                      |                           | 7,5                             | 38                                    | 374         |             | € per day      |

|                                                                                     | ExDALY                                   |                                         |                           |                                 |                                       | CAFE        | NEEDS       | Units       |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                                                     | Unite (Bickel et al., 2003) prijzen 1998 | ExternE 2000 (o.m. Bickel et al., 2001) | BIGE, 2001 (prijzen 1997) | (ExternE, 1999 prices 1999 ECU) | CAFE (2000 prices) gebruikt in ExDALY | 2005 prices | 2000 prices |             |
| <b>Visit to a doctor</b>                                                            |                                          |                                         |                           |                                 |                                       |             |             |             |
| <i>asthma attack</i>                                                                | 69                                       | 75                                      |                           | 37                              |                                       | 58          | 53          | € per visit |
| <i>upper respiratory diseases</i>                                                   |                                          |                                         |                           |                                 |                                       | 82          | 75          | € per visit |
| <i>allergic rhinitis</i>                                                            |                                          |                                         |                           |                                 |                                       |             | 75          | € per visit |
| <b>Cough</b>                                                                        | 34                                       | 45                                      |                           |                                 | 38                                    | 42          | 38          | € per day   |
| <b>Symptom day</b>                                                                  | 34                                       | 45                                      |                           |                                 | 38                                    | 42          |             | € per day   |
| <b>Respiratory symptoms in asthmatics</b>                                           |                                          |                                         |                           |                                 |                                       |             |             |             |
| <i>Adults</i>                                                                       |                                          |                                         |                           |                                 |                                       | 142         |             | € per event |
| <i>Children</i>                                                                     |                                          |                                         |                           |                                 |                                       | 306         |             | € per event |
| <b>Acute respiratory symptoms</b>                                                   |                                          |                                         |                           |                                 |                                       |             | 38          | € per case  |
| <b>Bronchodilator usage</b>                                                         | 32                                       | 40                                      |                           |                                 | 1                                     | 1           | 1           | € per day   |
| <b>Lower respiratory symptoms (includes pneumonia, acute bronchitis, influenza)</b> | 7                                        | 240                                     |                           | 225                             |                                       |             | 38          | € per day   |

|                                                                                                     | ExDALY                                   |                                         |                           |                                 |                                       | CAFE        | NEEDS       | Units                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|------------------------------|
|                                                                                                     | Unite (Bickel et al., 2003) prijzen 1998 | ExternE 2000 (o.m. Bickel et al., 2001) | BIGE, 2001 (prijzen 1997) | (ExternE, 1999 prices 1999 ECU) | CAFE (2000 prices) gebruikt in ExDALY | 2005 prices | 2000 prices |                              |
| <b>Upper respiratory tract infections (includes common cold, infectious sinusitis, pharyngitis)</b> |                                          |                                         |                           |                                 |                                       |             |             |                              |
| <b>Acute bronchitis</b>                                                                             |                                          | 240                                     |                           | 225                             |                                       |             |             | € per day                    |
| <b>Medical costs for hospitalisation</b>                                                            |                                          | 286                                     | 175-325                   |                                 |                                       | 2.185       |             | € per day<br>€ per admission |
| <b>Emergency Room Visit for respiratory illness</b>                                                 |                                          |                                         |                           |                                 |                                       | 732         |             | € per visit                  |
| <b>Productivity loss</b>                                                                            |                                          | 55                                      | 32,5                      |                                 |                                       |             |             | € per day                    |
| <b>Absentee costs/work loss day</b>                                                                 | 110                                      |                                         |                           |                                 |                                       | 90          | 82          | € per day absent from work   |
| <b>Life expectancy reduction – YOLL chronic</b>                                                     |                                          |                                         |                           |                                 |                                       |             | 40.000      | € per case                   |
| <b>Increased mortality risk (infants) YOLL chronic</b>                                              |                                          |                                         |                           |                                 |                                       |             | 40.000      | € per case                   |
| <b>Increased mortality risk YOLLakut</b>                                                            |                                          |                                         |                           |                                 |                                       |             | 60.000      | € per case                   |
| <b>Myocardial infarction fatal (7 YOLL)</b>                                                         | 564.000                                  |                                         |                           |                                 |                                       |             |             | € per case                   |
| <b>Myocardial infarction (non fatal, 8 days in hospital, 24 days at home)</b>                       |                                          |                                         |                           | 7.870                           |                                       |             |             |                              |

|                                                                                    | ExDALY                                   |                                         |                           |                                 |                                       | CAFE        | NEEDS       | Units       |
|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                                                    | Unite (Bickel et al., 2003) prijzen 1998 | ExternE 2000 (o.m. Bickel et al., 2001) | BIGE, 2001 (prijzen 1997) | (ExternE, 1999 prices 1999 ECU) | CAFE (2000 prices) gebruikt in ExDALY | 2005 prices | 2000 prices |             |
| <i>medical costs</i>                                                               | 4.700                                    |                                         |                           |                                 |                                       |             |             | € per event |
| <i>absentee costs</i>                                                              | 3.500                                    |                                         |                           |                                 |                                       |             |             | € per event |
| <i>WTP</i>                                                                         | 16.300                                   |                                         |                           |                                 |                                       |             |             | € per event |
| <b>Angina Pectoris (Severe, non fatal, 5 days in hospital and 15 days at home)</b> |                                          |                                         |                           |                                 |                                       |             |             |             |
| <i>medical costs</i>                                                               | 2.900                                    |                                         |                           |                                 |                                       |             |             | € per event |
| <i>absentee costs</i>                                                              | 2.200                                    |                                         |                           |                                 |                                       |             |             | € per event |
| <i>WTP</i>                                                                         | 10.200                                   |                                         |                           |                                 |                                       |             |             | € per event |
| <b>Hypertension (6 days in hospital, 12 days at home)</b>                          |                                          |                                         |                           |                                 |                                       |             |             |             |
| <i>medical costs</i>                                                               | 1.800                                    |                                         |                           |                                 |                                       |             |             | € per event |
| <i>absentee costs</i>                                                              | 2.000                                    |                                         |                           |                                 |                                       |             |             | € per event |
| <i>WTP</i>                                                                         | 600                                      |                                         |                           |                                 |                                       |             |             | € per event |
| <b>Ishaemic Heart Disease</b>                                                      |                                          |                                         |                           |                                 |                                       |             |             |             |

|                           | ExDALY                                   |                                         |                           |                                 |                                       | CAFE        | NEEDS       | Units      |
|---------------------------|------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|-------------|-------------|------------|
|                           | Unite (Bickel et al., 2003) prijzen 1998 | ExternE 2000 (o.m. Bickel et al., 2001) | BIGE, 2001 (prijzen 1997) | (ExternE, 1999 prices 1999 ECU) | CAFE (2000 prices) gebruikt in ExDALY | 2005 prices | 2000 prices |            |
| <b>COPD</b>               |                                          |                                         |                           |                                 |                                       |             |             |            |
| <b>Lung cancer, fatal</b> |                                          | 2.160.000                               |                           |                                 |                                       |             |             | € per case |
| <b>Leukaemia, fatal</b>   |                                          | 2.400.000                               |                           |                                 |                                       |             |             | € per case |
| <b>Fatal cancer</b>       |                                          | 2.180.000                               |                           |                                 |                                       |             |             | € per case |
| <b>Non-fatal cancer</b>   |                                          | 480.000                                 |                           | 450.000                         |                                       |             |             | € per case |

### **6.4.2 Kritische analyse**

In ExDALY is niet nagegaan of de Europese waarderingstudies representatief zijn voor Vlaanderen. Dit is mogelijk door het analyseren van de randcondities van deze studies en deze af te toetsen aan de Vlaamse situatie. Rudi Torfs (2003) geeft aan dat de gebruikte waarden voor VOLY, gebaseerd op ExternE, voorlopig weinig onderbouwd zijn. Volgens Torfs dient de externe kost per verloren levensjaar gebaseerd te worden op nieuwe studies. Bovendien is het aangewezen om VOLY data rechtstreeks af te leiden en niet om te rekenen op basis van een constante VSL zoals in NEEDS.

Tevens toont Tabel 6-15 aan dat voor bepaalde eindpunten meer recente cijfers aangenomen worden op Europees niveau en dat er voor nieuwe eindpunten kosten gekwantificeerd worden die niet in ExDALY opgenomen zijn.

In sectie 8.4 zal nagegaan worden in welke mate deze nieuwe cijfers opgenomen dienen te worden in ExDALY voor toekomstige waarderingstudies en/of er extra aanpassingen dienen te gebeuren naar randcondities voor Vlaanderen.

## 7 INVENTARIS VAN TE ACTUALISEREN DATA

### 7.1 BEHANDELDE GEZONDHEIDSIMPACTEN

Zoals uiteengezet in hoofdstuk 1 beperkt deze studie zich tot de effecten van luchtverontreiniging van fijn stof en troposferisch ozon. Aangezien het bestek van deze studie bovendien duidelijk stelt dat het niet de bedoeling is om concentratie-responsrelaties in vraag te stellen waar grote epidemiologische studies aan zijn voorafgegaan, beperkt deze studie zich tot concentratie-responsrelaties die in de laatste versie van ExternE (Bickel en Friedrich (2005)) werden gepubliceerd.

In de meest recente versie van ExternE (Bickel en Friedrich (2005)) worden volgende gezondheidsimpacten van fijn stof en troposferisch ozon gerapporteerd:

**Tabel 7-1: Gezondheidsimpacten van fijn stof en ozon gerapporteerd in ExternE**

| Polluent | Effect                                                                                                                     |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PM       | Vroegtijdige overlijdens in de algemene populatie                                                                          |
|          | Mortaliteit bij baby's                                                                                                     |
|          | Nieuwe gevallen van chronische bronchitis                                                                                  |
|          | Hospitalisaties wegens ademhalingsproblemen                                                                                |
|          | Hospitalisaties wegens hartproblemen                                                                                       |
|          | Consultaties van de huisarts wegens astma en problemen van de hogere luchtwegen (met uitzondering van allergische rinitis) |
|          | Impact op activiteitsniveau en absentieïsme                                                                                |
|          | Gebruik van bronchodilator bij astmapatiënten                                                                              |
|          | Dagen met problemen van de lagere luchtwegen bij volwassenen met chronische ademhalingsproblemen                           |
|          | Dagen met problemen van de lagere luchtwegen bij kinderen                                                                  |
| Ozon     | Vroegtijdige overlijdens in de algemene populatie                                                                          |
|          | Hospitalisaties wegens ademhalingsproblemen                                                                                |
|          | Consultaties van de huisarts wegens allergische rinitis                                                                    |
|          | Impact op activiteitsniveau                                                                                                |
|          | Gebruik van bronchodilator                                                                                                 |
|          | Dagen met acute problemen van de luchtwegen bij kinderen                                                                   |



In wat volgt zullen we ons beperken tot de identificatie van databehoeften gelieerd aan bovenvermelde effecten.

Volgende gezondheidsimpacten worden vermeld in ExternE maar niet gerapporteerd wegens gebrek aan eenduidige resultaten in de wetenschappelijke literatuur:

| Polluent | Effect                                                                   |
|----------|--------------------------------------------------------------------------|
| PM       | Nieuwe gevallen van chronische hartproblemen                             |
|          | Spoedopnames in het hospitaal                                            |
|          | Acute problemen van de luchtwegen in de algemene populatie <sup>39</sup> |
| Ozon     | Chronische morbiditeit                                                   |
|          | Cardiovasculaire effecten                                                |
|          | Spoedopnames in het hospitaal                                            |

Deze impacten vallen dus buiten het kader van deze studie.

Meerdere van de bovenstaande gezondheidseffecten worden beschreven in de "International Classification of Diseases" (ICD)<sup>40</sup>. De volgende tabel geeft de overeenstemming tussen de "verbale" beschrijving van een ziektebeeld en de ICD:

| Ziektebeeld                                                                   | ICD                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| ademhalingsproblemen                                                          | 460-519                                                                          |
| hartproblemen                                                                 | 390-429                                                                          |
| allergische rinitis                                                           | 477                                                                              |
| problemen van de hogere luchtwegen (met uitzondering van allergische rinitis) | 460-3; 465; 470-5 en 478                                                         |
| problemen van de lagere luchtwegen                                            | 464, 466, 476, 480-3, 485-7, 490-2, 494-6, 500, 501, 503-5, 510-5, 518, 519, 786 |

Chronische bronchitis wordt hier gedefinieerd als: gedurende minstens twee jaar, gedurende minstens drie maanden per jaar, chronische hoest of fluiproductie rapporteren op de meeste dagen.

We bieden hieronder nu een overzicht van de CRF die gebruikt worden in ExternE (2005), en die als basis zullen dienen voor onze actualisering. Voor elke CRF zullen we op zoek moeten gaan naar:

- Schattingen van actuele incidentie- en/of prevalentiegegevens in Vlaanderen;
- Eenheidswaarden voor de COI en/of de WTP om het effect te vermijden.

De effecten worden altijd berekend per 10 µg/m<sup>3</sup> en per jaar. "OG" staat voor ondergrens en "BG" voor bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval.

<sup>39</sup> Bickel en Friedrich (2005) publiceren weliswaar een impactfunctie voor dit effect, maar stellen zich vragen bij de betrouwbaarheid en suggereren om het hoogstens te gebruiken voor sensitiviteitsanalyses.

<sup>40</sup> <http://www.who.int/classifications/icd/en/index.html>

## 7.2 MORTALITEITSEFFECTEN

We dienen hier een onderscheid te maken tussen chronische en acute effecten – de verschillen tussen de twee worden besproken in sectie 3.1.

### 7.2.1 Chronische effecten

Voor volgende chronische mortaliteitseffecten die gelieerd zijn aan PM<sub>2,5</sub> kennen we volgende RR uit ExternE (2005):

**Tabel 7-2: CRF voor chronische mortaliteit te wijten aan PM<sub>2,5</sub>**

| Polluent          | Effect                                      | Populatie           | RR   | OG 95% BI | BG 95% BI | Oorspronkelijke bron |
|-------------------|---------------------------------------------|---------------------|------|-----------|-----------|----------------------|
| PM <sub>2,5</sub> | "mortality hazard" per 10 µg/m <sup>3</sup> | Volledige populatie | 1,05 | NA        | NA        | Pope et al. (2002)   |

Wanneer men kijkt naar de baten van een afname van de chronische blootstelling, moet men altijd expliciet bepalen hoe lang deze afname plaatsvindt: gaat het om een eenmalige afname gedurende een bepaalde periode (bijvoorbeeld een jaar), of gaat het om een permanente afname?

De hierboven beschreven CRF geeft de impact weer op de "mortality hazard" en maakt daarbij gebruik van "proportional hazard modelling" (zie sectie 3.2.3). De CRF werd berekend voor een éénmalige afname gedurende één jaar. Deze afname wordt verondersteld gedurende 10 jaar een impact te hebben op de mortaliteitsrisico's (Hurley et al., p 37).

Als dusdanig is dit resultaat niet direct bruikbaar voor het berekenen van kosten, en dient het gecombineerd te worden met sterftetafels.

Hurley et al. hebben aangetoond dat uit deze CRF volgt dat een afname van de PM<sub>2,5</sub> concentratie met 10 µg/m<sup>3</sup> gedurende één jaar leidt tot een winst qua verwachte levensjaren met 651 jaar per 100.000 personen.

### 7.2.2 Acute effecten

#### 7.2.2.1 PM<sub>10</sub> en volwassenen

Voor volgende acute mortaliteitseffecten op volwassenen die gelieerd zijn aan PM<sub>10</sub> kennen we de procentuele wijzigingen in het aantal overlijdens uit ExternE (2005):

**Tabel 7-3: CRF voor acute mortaliteit bij volwassenen te wijten aan PM<sub>10</sub>**

| Effect                                                                   | Helling van de CRF | OG 95% BI | BG 95% BI | Oorspronkelijke bron                 |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|-----------|--------------------------------------|
| procentuele wijziging in het aantal overlijdens per 10 µg/m <sup>3</sup> | 0.006              | NA        | NA        | Anderson et al. (2004), Tabel 1, p.4 |

Dus, een toename van de PM<sub>10</sub> concentratie met 10 µg/m<sup>3</sup> per jaar leidt tot een toename van het aantal overlijdens met 0,6%. ExternE veronderstelt 6 verloren maanden per vroegtijdig overlijden

### 7.2.2.2 Ozon en volwassenen

Voor volgende acute mortaliteitseffecten op volwassenen die gelieerd zijn aan ozon kennen we de procentuele wijzigingen in het aantal overlijdens uit ExternE (2005):

**Tabel 7-4: CRF voor acute mortaliteit bij volwassenen te wijten aan ozon**

| Effect                                                                                                                             | Helling van de CRF | OG 95% BI | BG 95% BI | Oorspronkelijke bron                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------|-----------|---------------------------------------|
| procentuele wijziging in het aantal overlijdens per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ toename in het dagelijks maximaal 8 uur gemiddelde | 0,003              | 0,001     | 0,0043    | Anderson et al. (2004) , Tabel 1, p.4 |

Dus, een toename van de PM10 concentratie met 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per jaar leidt tot een toename van het aantal overlijdens met 0,3%.

### 7.2.2.3 PM10 en baby's

Voor volgende acute mortaliteitseffecten op baby's die gelieerd zijn aan PM10 kennen we de procentuele wijzigingen in het aantal overlijdens uit ExternE (2005):

**Tabel 7-5: CRF voor acute mortaliteit bij baby's te wijten aan PM10**

| Effect                                                                          | Populatie                         | Helling van de CRF | OG 95% BI | BG 95% BI | Oorspronkelijke bron            |
|---------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------|-----------|---------------------------------|
| Procentuele wijziging in het aantal overlijdens per 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Baby's (tussen 1 maand en 1 jaar) | 0,04               | 0,02      | 0,07      | Woodruff et al. (1997), Tabel 3 |

Dus, een toename van de PM10 concentratie met 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  per jaar leidt tot een toename van het aantal overlijdens van baby's tussen 1 maand en 1 jaar met 4%.

## 7.3 MORBIDITEITSEFFECTEN DIE GELIEERD ZIJN AAN PM10

Hieronder volgen morbiditeitseffecten die gelieerd zijn aan PM10 en waarvan we de dosis respons relatie kennen uit ExternE (2005) (Ostro (2004, p.26-28) biedt geen schattingen aan voor deze eindpunten).

### 7.3.1 Nieuwe gevallen van chronische bronchitis

De volgende tabel geeft de geschatte impact van PM10 op het aantal nieuwe gevallen van chronische bronchitis. Chronische bronchitis wordt gedefinieerd als: gedurende minstens twee jaar, gedurende minstens drie maanden per jaar, chronische hoest of fluijproductie rapporteren op de meeste dagen.

Het aantal nieuwe gevallen van chronische bronchitis wordt voorspeld aan de hand van de gemiddelde jaarlijkse blootstelling aan PM10 (zie Hurley et al., p, 71). Dit gemiddelde is gebaseerd op een schatting van de levenslange blootstelling.

De incidentie wordt gedefinieerd als het relatief aandeel van volwassenen met chronische bronchitis.

**Tabel 7-6: CRF voor nieuwe gevallen van chronische bronchitis te wijten aan PM10**

| Effect          | Populatie                     | Referentiepopulatie | Type regressie | helling | OG helling | BG helling |
|-----------------|-------------------------------|---------------------|----------------|---------|------------|------------|
| Nieuwe gevallen | Volwassenen ouder dan 27 jaar | 100.000             | Logistiek      | 0,07    | -0,005     | 0,143      |

Dus, een toename van de gemiddelde jaarlijkse PM10 concentratie met  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  leidt tot een toename van het aantal nieuwe gevallen van chronische bronchitis met 7%.

Deze impact is niet statistisch significant verschillend van nul. Deze resultaten zijn bovendien gebaseerd op één enkele studie in een populatie met zeer specifieke gedragspatronen (7th Day Adventists in Californië)<sup>41</sup>.

### 7.3.2 Hospitalisaties

In onderstaande tabel wordt de incidentie berekend als het aantal hospitalisaties omwille van het ziektebeeld per persoon per jaar<sup>42</sup>:

**Tabel 7-7: CRF voor hospitalisaties te wijten aan PM10.**

| ICD     | Populatie       | helling | OG helling | BG helling |
|---------|-----------------|---------|------------|------------|
| 460-519 | Alle leeftijden | 0,0114  | 0,0062     | 0,0167     |
| 390-429 | Alle leeftijden | 0,006   | 0,003      | 0,009      |

Dus, een toename van de PM10 concentratie met  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per jaar leidt tot een toename van het aantal hospitalisaties wegens ademhalingsproblemen met 1,14% en van het aantal hospitalisaties wegens hartproblemen met 0,6%.

### 7.3.3 Huisartsconsultaties

In onderstaande tabel wordt de incidentie berekend als aantal huisartsconsultaties wegens het ziektebeeld per persoon per jaar<sup>43, 44, 45</sup>:

<sup>41</sup> Oorspronkelijke bron: Hurley et al. (2005), p. 72-73.

<sup>42</sup> Oorspronkelijke bron: Hurley et al. (2005), p 78-79.

<sup>43</sup> Voor de astma-effecten werden de gegevens uit de oorspronkelijke bron (Tabel 3) gecombineerd met andere data om de geschatte coëfficiënten te bekomen.

<sup>44</sup> Oorspronkelijke bron voor de astma-effecten: Hayat et al. (1999); Hurley et al. (2005), p. 81-82. Oorspronkelijke bron voor de problemen lagere luchtwegen: Hayat et al. (2002); Hurley et al. (2005), p,82-83.

<sup>45</sup> De CRF voor astma zijn gebaseerd op studies in Groot Londen. Volgens ExternE is het moeilijk om te schatten in welke mate dit representatief is voor andere landen in Europa.

**Tabel 7-8: CRF voor huisartsconsultaties te wijten aan PM10**

| Ziektebeeld                  | Populatie               | helling | OG helling | BG helling |
|------------------------------|-------------------------|---------|------------|------------|
| Astma                        | 0-14 jaar               | 0,025   | 0,000      | 0,052      |
| Astma                        | 15-64 jaar              | 0,031   | 0,012      | 0,050      |
| Astma                        | 65+ jaar                | 0,063   | 0,021      | 0,112      |
| ICD 460-3; 465; 470-5 en 478 | 0-14 jaar <sup>46</sup> | 0,007   | -0,001     | 0,014      |
| ICD 460-3; 465; 470-5 en 478 | 15-64 jaar              | 0,018   | 0,009      | 0,028      |
| ICD 460-3; 465; 470-5 en 478 | 65+ jaar                | 0,033   | 0,017      | 0,050      |

Dus, een toename van de PM10 concentratie met 10 µg/m<sup>3</sup> per jaar leidt tot een toename van het aantal huisartsconsultaties wegens astma:

- Met 2,5% voor de leeftijdscategorie 0-14 jaar
- Met 3,1% voor de leeftijdscategorie van 15-64 jaar
- Met 6,3% voor de leeftijdscategorie 65+

Dus, een toename van de PM10 concentratie met 10 µg/m<sup>3</sup> per jaar leidt tot een toename van het aantal huisartsconsultaties wegens problemen van de hogere luchtwegen (met uitzondering van allergische rinitis):

- Met 0,7% voor de leeftijdscategorie 0-14 jaar
- Met 1,8% voor de leeftijdscategorie van 15-64 jaar
- Met 3,3% voor de leeftijdscategorie 65+

#### 7.3.4 Bronchodilatorgebruik

Volgende tabel geeft de impact van PM10 op het bronchodilatorgebruik voor mensen die al aan astma lijden.

Voor kinderen worden de criteria van de PEACE studie<sup>47</sup> gebruikt om te beslissen om ze al dan niet aan astma lijden.

De gemeten incidentie wordt berekend als de waarschijnlijkheid van het gebruik van de bronchodilator op een gegeven dag, per persoon:<sup>48</sup>

<sup>46</sup> De resultaten van deze leeftijdscategorie zijn niet statistisch significant.

<sup>47</sup> Pollution Effects on Asthmatic Children in Europe study – see Roemer, Hoek and Brunekreef, Pollution effects on asthmatic children in Europe, the PEACE study, Clinical & Experimental Allergy, Volume 30, Number 8, August 2000, pp. 1067-1075(9).

<sup>48</sup> Oorspronkelijke bron: Hurley et al. (2005), p.95.

**Tabel 7-9: CRF voor bronchodilatorgebruik te wijten aan PM10**

| Effect                                                         | Populatie                     | Percentage totale populatie | Odds ratio | Odds ratio OG | Odds ratio BG |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|------------|---------------|---------------|
| Verandering in het aantal dagen met gebruik van bronchodilator | Kinderen 5-14 jaar            | 25                          | 1,005      | 0,981         | 1,029         |
| Verandering in het aantal dagen met gebruik van bronchodilator | Volwassenen ouder dan 20 jaar | 4,5                         | 1,01       | 0,99          | 1,031         |

Zoals uitgelegd in sectie 3.2.2, als  $1 + \beta$  de "odds ratio" voorstelt en indien de waarschijnlijkheid van een gebeurtenis klein is, dan wordt de verandering in de probabiliteit van een gebeurtenis ten gevolge van een verandering in de onafhankelijke variabele  $x$ , bij benadering gegeven door:  

$$p(x + \Delta x) \approx (1 + \beta)p(x).$$

In de oorspronkelijke studie was de waarschijnlijkheid van de gebeurtenis 10% en de "background odds" 0,11. De hierboven beschreven benadering is dan aanvaardbaar en een toename van de PM10 concentratie met  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per jaar leidt tot een toename van de probabiliteit van het gebruik van de bronchodilator door een astmatisch kind (volwassene) met 0,5% (1%) per dag.

### 7.3.5 Problemen van de lagere luchtwegen

Volgende tabel geeft het effect van PM10 op de problemen van de lagere luchtwegen. De incidentie wordt berekend als de waarschijnlijkheid dat symptomen op een gegeven dag optreden bij één persoon.

**Tabel 7-10: CRF voor problemen van de lagere luchtwegen te wijten aan PM10**

| Effect                                              | Populatie                                                                        | odds ratio | OG odds ratio | BG odds ratio |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|---------------|
| Toename van het aantal symptoomdagen per volwassene | Volwassenen met chronische ademhalingsproblemen (30% van de volwassen populatie) | 1,017      | 1,002         | 1,032         |
| Verandering van het aantal symptoomdagen per kind   | Kinderen 5-14 jaar                                                               | 1,04       | 1,02          | 1,06          |

In de oorspronkelijke studie waren de gemeten incidentie 30% (15%) en de overeenkomende "background odds" 0,43 (0,18) voor kinderen en volwassenen, respectievelijk (zie sectie 3.2.2 voor de relatie tussen waarschijnlijkheden en "odds").

Een toename van de PM10 concentratie met  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per jaar leidt tot een toename van de odds dat een volwassene (kind) op een geveen dag problemen van de lagere luchtwegen zal vertonen met 1,7% (4%) – dit komt overeen met odds van 0,4373 voor kinderen en 0,1872 voor volwassenen. De probabiliteit dat de problemen zich voordoen is dan 30,43% (15,79%) voor kinderen en volwassenen.

## 7.4 MORBIDITEITSEFFECTEN DIE GELIEERD ZIJN AAN PM2,5

We beschrijven hier de morbiditeitseffecten die gelieerd zijn aan PM2,5 en waarvan we de dosis respons relatie kennen uit ExternE (2005) – deze zijn beperkt tot het effect op het aantal ziekte-dagen.

De literatuur kijkt daarbij niet alleen naar dagen werkonbekwaamheid, maar kijkt ook naar het aantal dagen met verminderde activiteit (Restricted Activity Day of RAD) en het aantal dagen met licht verminderde activiteit (Minor Restricted Activity Day of MRAD).

RAD worden als volgt gedefinieerd:

- Dagen met bedlegerigheid;
- Dagen werkonbekwaamheid waarop men niet in bed dient te blijven;
- Andere, minder ernstige, beperkingen van de dagelijkse activiteit (dat zijn de MRAD).

De C-R functie is telkens geschat aan de hand van een Poisson regressie.

De afhankelijke variabele is het gemiddelde van de laatste 2 weken.

Volgende CRF werden uit ExternE bekomen:

**Tabel 7-11: CRF voor ziektedagen te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>2,5</sub>**

| Effect                                 | Populatie              | helling | OG helling | BG helling |
|----------------------------------------|------------------------|---------|------------|------------|
| Dagen met verminderde activiteit       | Volwassenen 15-64 jaar | 0,0475  | 0,0417     | 5,33       |
| Ziektedagen                            | Volwassenen 15-64 jaar | 0,046   | 0,039      | 0,053      |
| Dagen met licht verminderde activiteit | Volwassenen 18-64 jaar | 0,074   | 0,06       | 0,088      |

Dus, een toename van de PM<sub>2,5</sub> concentratie met 10 µg/m<sup>3</sup> per jaar leidt binnen de leeftijdscategorie 15-64 jaar tot een toename:

- Van het aantal dagen met verminderde activiteit met 4,75%.
- Van het aantal ziektedagen met 4,6%
- Van het aantal dagen met licht verminderde activiteit met 7,4%

## 7.5 MORBIDITEITSEFFECTEN DIE GELIEERD ZIJN AAN OZON

Hieronder volgen de morbiditeitseffecten die gelieerd zijn aan ozon en waarvan we de dosis respons relatie kennen uit ExternE (2005).

### 7.5.1 Hospitalisaties

In de volgende tabel wordt het effect weergegeven op het toewijsbaar aantal spoedhospitalisaties wegens ademhalingsproblemen bij 65-plussers:

**Tabel 7-12: CRF voor hospitalisaties wegens ademhalingsproblemen bij 65-plussers te wijten aan ozon.**

| Populatie             | Referentiepopulatie | helling | OG helling | BG helling |
|-----------------------|---------------------|---------|------------|------------|
| Volwassenen > 65 jaar | 100.000             | 0,005   | -0,002     | 0,012      |

Dus, een toename van de ozonconcentratie met  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per jaar leidt tot een toename van het aantal hospitalisaties wegens ademhalingsproblemen bij 65+ers met 0,5%. Let wel dat dit effect niet statistisch significant is.

### 7.5.2 Minor restricted activity days

In volgende tabel wordt het effect weergegeven op het aantal Minor Restricted Activity Days<sup>49</sup>:

**Tabel 7-13: CRF voor dagen met licht verminderde activiteit te wijten aan  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ozon (bevolking 18-64 jaar)**

| Populatie              | Type regressie | helling | OG helling | BG helling |
|------------------------|----------------|---------|------------|------------|
| Volwassenen 18-64 jaar | Poisson        | 0,0148  | 0,0057     | 0,0238     |

Dus, een toename van de ozonconcentratie met  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per jaar leidt tot een toename van het aantal dagen met licht verminderde activiteit (binnen de categorie 18-64 jaar) met 1,48%.

### 7.5.3 Effecten op symptomen bij kinderen

De volgende effecten worden berekend per kind uit de populatie van kinderen van 5 tot 14 jaar (uit algemene populatie)<sup>50</sup>. De gemeten incidentie is de probabiliteit dat symptomen zich op een gegeven dag bij één persoon voordoen.

**Tabel 7-14. CRF voor symptoomdagen bij kinderen te wijten aan ozon.**

| Effect <sup>51</sup>                                                                     | Odds ratio | OG odds ratio | BG odds ratio |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------|---------------|
| Verandering in het aantal dagen met hoest                                                | 1,05       | 0,99          | 1,12          |
| Verandering in het aantal dagen met problemen van de lagere luchtwegen (exclusief hoest) | 1,03       | 0,92          | 1,15          |

De gemeten incidenties waren 5,4 % en 1,5%, respectievelijk. Dit betekent dat de probabiliteit een goede benadering geeft van de "background odds" (zie sectie 3.2.2 voor de relatie tussen waarschijnlijkheden en "odds").

Dus, een toename van de ozonconcentratie met  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per jaar leidt bij kinderen tot een toename van:

- Het aantal dagen met hoest met 5%
- Het aantal dagen met problemen van de lagere luchtwegen (met uitzondering van hoest) met 3%

<sup>49</sup> Oorspronkelijke bron: Ostro en Rothschild (1989).

<sup>50</sup> Oorspronkelijke bron: Hurley et al. (2005), p. 106.

<sup>51</sup> Dit resultaat is niet statistisch significant verschillend van nul.



### 7.5.4 Huisartsconsultaties voor allergische rinitis

Voor het volgend effect (toename in aantal huisartsconsultaties voor allergische rinitis) is de verklarende variabele gebaseerd op de gemiddelde concentraties van 4 opeenvolgende dagen. De incidentie wordt berekend als het aantal huisartsconsultaties per persoon per jaar wegens allergische rinitis<sup>52</sup>.

**Tabel 7-15: CRF voor huisartsconsultaties voor allergische rinitis te wijten aan ozon.**

| Populatie              | Referentiepopulatie | helling | OG helling | BG helling |
|------------------------|---------------------|---------|------------|------------|
| Kinderen 0-14 jaar     | 1.000               | 0,082   | 0,051      | 0,116      |
| Volwassenen 15-64 jaar | 1.000               | 0,055   | 0,042      | 0,07       |

Dus, een toename van de ozonconcentratie met  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per jaar leidt tot een toename van het aantal huisartsconsultaties wegens allergische rinitis met 8,2% bij kinderen en met 5,5% bij volwassenen.

### 7.5.5 Bronchodilatorgebruik door kinderen

De volgende CRF werd geschat voor kinderen mét astma tijdens risico-dagen. De "gemeten incidentie" heeft eveneens betrekking op kinderen mét astma tijdens risico-dagen<sup>53</sup>:

**Tabel 7-16: CRF voor bronchodilatorgebruik bij kinderen met astma, te wijten aan ozon.**

| Effect                                                                                 | Populatie                    | Odds ratio | OG odds ratio | BG odds ratio |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|------------|---------------|---------------|
| Verandering in probabilmiteit van gebruik bronchodilator <b>tijdens een risico dag</b> | Kinderen 5-14 jaar met astma | 1,41       | 1,05          | 1,89          |

In de oorspronkelijke studie was de waargenomen probabilmiteit van gebruik van een bronchodilator tijdens een risicodag 40% – dit komt overeen met een "background odds" van 0,66 (zie sectie 3.2.2 voor de relatie tussen waarschijnlijkheden en "odds"). Dus, een toename van de ozonconcentratie met  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per jaar leidt tot een toename van de odds van het gebruik van de bronchodilator door een astmatisch kind met 41% per risicodag. Met de "background odds" uit de oorspronkelijke studie betekent dit een toename van de "odds" tot 0,94, wat overeenkomt met een probabilmiteit van 48,5%. Dus, de probabilmiteit van bronchodilatorgebruik stijgt met 21%.

Hurley et al. (2005) en ExternE hebben twijfels geuit over de representativiteit van de oorspronkelijke studie. De studie was beperkt tot één locatie. Een statistisch significante relatie tussen bronchodilatorgebruik en ozon werd alleen vastgesteld op de dagen waarop de kinderen geen corticosteroiden gebruikten. Bovendien was de observatieperiode beperkt van begin april tot einde juni. Om een impactfunctie te berekenen hebben Hurley et al. (2005) zich bovendien moeten baseren op betwistbare aannames.

Om redenen van volledigheid, geven we hier de impactfunctie geschat door Hurley et al. (2005, p. 95-97) voor West-Europa. Het effect wordt uitgedrukt als de verandering in het aantal dagen bronchodilatorgebruik per 1000 kinderen van 5 tot 14 jaar in de *algemene populatie* (dus, niet alleen in de populatie met astma).

<sup>52</sup> Oorspronkelijke bron: Hayat et al. (2001); Hurley et al. (2005), p.84. Gebaseerd op studies in Groot Londen, volgens ExternE is het mogelijk om te schatten in welke mate dit kan geëxtrapoleerd worden naar andere landen in Europa.

<sup>53</sup> Oorspronkelijke bron: Just et al. (2002). ExternE heeft twijfels geuit over de representativiteit van de studie.

**Tabel 7-17: Impactfunctie voor bronchodilatorgebruik bij kinderen in de algemene populatie, te wijten aan ozon.**

| Aantal risico-dagen per 1000 kinderen in de algemene populatie | Gemiddelde | OG        | BG         |
|----------------------------------------------------------------|------------|-----------|------------|
| 3650                                                           | 308,5567   | 42,941176 | 574,955752 |

Dus, ten gevolge van een toename van de ozonconcentratie met  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per jaar zal een kind in de algemene populatie jaarlijks gedurende 0,31 bijkomende dagen gebruik van een bronchodilator.

### 7.5.6 Bronchodilatorgebruik door volwassenen

Hurley et al. (2005) hebben een CRF en een impactfunctie geschat op basis van een oorspronkelijke studie van Hilterman et al. (1998). De oorspronkelijke studie bestond uit een steekproef van 75 volwassenen ouder dan 20 met astma of COPD die gedurende maximaal 4 maanden werden opgevolgd in de periode augustus-september.

De geschatte functie geeft de verandering in de probabiteit van het gebruik van een bronchodilator op een gegeven dag.

**Tabel 7-18: Impact ozon op bronchodilatorgebruik bij volwassenen (Hurley et al. (2005))**

| C-R functie |               |               | Impact functie                 |                             |            |         |            |
|-------------|---------------|---------------|--------------------------------|-----------------------------|------------|---------|------------|
| odds ratio  | OG odds ratio | BG odds ratio | Gemeten incidentie in de zomer | Background odds in de zomer | Gemiddelde | OG      | BG         |
| 1,009       | 0,997         | 1,02          | 0,32                           | 0,47058824                  | 0,00195278 | 0,00065 | 0,00432432 |

In de oorspronkelijke studie werd een incidentie gemeten van 32%, wat overeenkomt met een "background odds" van 0,4706 (zie sectie 3.2.2 voor de relatie tussen waarschijnlijkheden en "odds").

Uit de geschatte CRF blijkt dat een toename van de ozonconcentratie met  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per jaar leidt tot een toename van de "odds"<sup>54</sup> van het gebruik van de bronchodilator door een volwassene met 0,9% per dag (of tot een toename van het aantal dagen met bronchodilatorgebruik met 0,2 per persoon). Met de "background odds" uit de oorspronkelijke studie betekent dit dat de odds stijgen tot 0,4748. De probabiteit van bronchodilatorgebruik is nu 32,19%, wat een toename is van 0,6%.

Merk op dat de geschatte relatie niet statistisch significant is.

<sup>54</sup> De gemeten incidentie is hier te groot om uit te gaan van de benadering  $o \approx p$ .

## 8 ACTUALISERING VAN DE GEBRUIKTE DATA

### 8.1 STRUCTUUR VAN DIT HOOFDSTUK

Dit hoofdstuk biedt een overzicht van de gegevens die kunnen gebruikt worden om de bestaande schattingen van milieugerelateerde gezondheidskosten te actualiseren.

In wat volgt zullen we vooreerst (sectie 8.2) overgaan tot een beschrijving en kritische evaluatie van de databronnen die in België beschikbaar zijn voor de berekening van directe *medische* kosten<sup>55</sup>. Sectie 8.3 behandelt de kosten van productiviteitsverlies, zowel ten gevolge van ziekte als ten gevolge van vroegtijdig overlijden. Sectie 8.4 tenslotte biedt een overzicht van de stappen die tot nog toe werden ondernomen om schattingen van bestaande WTP studies uit de internationale literatuur toepasbaar te maken in een Vlaamse context.

De conclusies en aanbevelingen worden per sectie gegeven.

### 8.2 DATABRONNEN VOOR DIRECTE MEDISCHE KOSTEN

In deze sectie wordt verder ingegaan op de databronnen die beschikbaar zijn in België voor de berekening van directe medische kosten.

Hier moet wel eerst worden verwezen naar de recente (2006) "Inventaris van databanken gezondheidszorg" die werd opgesteld door het Federaal kenniscentrum voor de gezondheidszorg. Onze tekst heeft niet als bedoeling om een substituuat te bieden voor dit bijzonder uitgebreid rapport. Wij zullen ons hier beperken tot een bespreking van het potentieel en de tekortkomingen van de meest relevante databanken.

#### 8.2.1 Rijksinstituut voor ziekte- en invaliditeitsverzekering

Het RIZIV (<http://inami.fgov.be/information/nl/statistics/>) beschikt over informatie aangaande de jaarlijkse uitgaven voor geneeskundige verzorging. Uit een analyse van de jaarverslagen van het RIZIV is de directe bruikbaarheid van deze gegevens onduidelijk. De gehanteerde indeling in de jaarverslagen laat bijvoorbeeld niet toe om enkel de kosten voor de verzorging van mensen met klachten aan de luchtwegen er uit te filteren.

#### 8.2.2 De gekoppelde verblijven MKG-MFG.

De MKG (Minimale Klinische Gegevens) bestaan uit een verplichte registratie van de *klinische* gegevens van de verblijven (klassieke en dagverblijven) in niet-psychiatrische hospitalen, alsook (sinds 1 oktober 2003) van de spoedopnames (zelfs indien geen klassiek verblijf volgt)<sup>56</sup>.

De documenten AZV (anoniem ziekenhuisverblijf) zijn jaarlijkse statistische tabellen betreffende de uitgaven voor de ter verpleging opgenomen rechthebbenden, opgemaakt per verblijf in een ziekenhuis op basis van de over zes kwartalen geboekte uitgaven.

---

<sup>55</sup> Zie sectie 5.1 voor een definitie.

<sup>56</sup> De MKG registratie is in 1999 hervormd. Hier dient bij longitudinale studies rekening mee gehouden te worden (Van de Sande et al. (2006), p. 30-31).

De AZV-informatie is evenwel beperkt doordat ze enkel gericht is op de klassieke ziekenhuisverblijven waarvoor een verpleegdagprijs is toegekend. De informatie betreffende de prestaties uitgevoerd voor en na de hospitalisatie zijn niet beschikbaar.

Bij de toepassing van medicatielink worden enkel de meest courante medicijnen in rekening gebracht.

Het belangrijkste nut van de AZV bestaat erin dat de hierin vervatte facturatiegegevens kunnen gekoppeld worden met de klinische gegevens (MKG) van de Federale Overheidsdienst Volksgezondheid. In de gekoppelde gegevens worden de AZV gewoonlijk benoemd als MFG (minimale financiële gegevens).

De gekoppelde verblijven MKG-MFG vormen een belangrijke secundaire database, tot stand komend door de tussenkomst van een daartoe bij Wet opgerichte **Technische Cel** (TCT) binnen de FOD Volksgezondheid, die tot taak heeft de gegevens met betrekking tot de ziekenhuizen te koppelen, te valideren en anoniem te maken.

Alle ziekenhuisverblijven worden geclassificeerd in zogenaamde **Diagnosis Related Group** (DRG). De Diagnosis-Related Group (DRG) is een systeem om hospitalisaties te classificeren in een 500-tal groepen met gelijkaardige behandelingskosten. DRG worden toegewezen op basis van de ICD diagnose enerzijds en administratieve gegevens (leeftijd, geslacht, aanwezigheid van complicaties of comorbiditeit) anderzijds. De basis voor deze groepering vormt de hoofddiagnose in combinatie met chirurgische ingrepen, de leeftijd en het geslacht van de patiënt en het al dan niet voorkomen van complicaties. DRGs worden verder gegroepeerd in **Major Diagnostic Categories** (MDCs). Hiermee worden alle hoofddiagnosen ondergebracht in 25 elkaar uitsluitende categorieën. Deze zijn vooral gebaseerd op orgaansystemen.<sup>57, 58</sup>

Voor de prevalentie van hospitalisaties volstaan de data van MKG-MFG. De MKG-MFG worden bijgehouden op basis van de verblijven, niet van de individuen, wat mogelijk een bias oplevert (gemiddeld 1,6 hospitalisaties/jaar/individu) en niet toelaat om te koppelen naar de woonplaats van de patiënt. De MKG-MFG kunnen geleverd worden tot op het niveau van het arrondissement. Dit kan wel problemen leveren, omdat dit in sommige gevallen kan leiden tot de identificatie van het hospitaal. Bovendien dient men er rekening mee te houden dat het hospitaal zich niet altijd bevindt in de woonplaats van de patiënt. Een doorgedreven differentiatie op geografisch niveau van gegevens op het niveau van het *hospitaal* heeft daarom niet veel zin.<sup>59</sup>

De koppeling van de gegevens stelt wel problemen qua bescherming van de privacy – zie Van de Sande et al. (2006, p.34-35) voor de details.

Gilbert et al. hebben een studie ondernomen met de bedoeling om na te zien in welke mate de gekoppelde MKG-MFG gegevens kunnen gebruikt worden voor gebruik in epidemiologische studies. De studie maakt dus een inventaris van alle mogelijke redenen waarom de morbiditeit van de ziekte in de populatie zou kunnen afwijken van deze die wordt gemeten op basis van de MKG-MFG gegevens.

---

<sup>57</sup> <http://www.zorgengezondheid.be/topPage.aspx?id=9402>

<sup>58</sup> Zie pp 13-35, 281-302 en 369-403 van het Supplement aan de "Inventaris van databanken gezondheidszorg".

<sup>59</sup> Mondelinge mededelingen tijdens overlegvergadering LNE-IMA-ARCADIS Ecolas op 03 december 2007.

Mogelijke afwijkingen zijn (Gilbert et al., pp. 5-7):

- Sommige ziektes vereisen geen spoedhospitalisatie<sup>60</sup>.
- Sommige ziektes vereisen opeenvolgende behandelingen in meerdere hospitalen.
- Indien de registratie van een ziekte geen impact heeft op de klassering van het ziekenhuisverblijf binnen de DRG, is er een belangrijk risico dat deze niet zal worden geregistreerd. Vooral secundaire diagnoses worden niet altijd geregistreerd.
- Het ICD systeem laat niet altijd toe om een ziekte precies te identificeren. Het ICD systeem maakt bijvoorbeeld zelden een onderscheid in functie van de ernst van de ziekte.

Voor een aantal ziektebeelden werden de gegevens van de MKG gevalideerd aan de hand van alternatieve gegevensbronnen. Voor de behoeften van onze studie zijn alleen de resultaten met betrekking tot het hartinfarct (ICD 410-414) relevant. De studie van Gilbert et al. geeft aan dat er problemen zijn met de specificiteit van de MKG<sup>61</sup>.

Een belangrijke beperking van de studie, die trouwens door de auteurs wordt erkend, is dat het zeer moeilijk is om vergelijkbare alternatieve databronnen te vinden om de MKG mee te valideren.

Belangrijke aangehaalde voordelen van de MKG als databron voor epidemiologische studies zijn:

- Ze hebben betrekking op de hele populatie, niet enkel op een steekproef.
- Sommige ziektes worden bijna alleen in een hospitaal gediagnosticeerd.
- De datacollectie vindt routinematig plaats en vereist dus geen inzet van bijkomende middelen vanwege de onderzoekers.

ARCADIS heeft op 26 november 2007 gevraagd aan de Technische Cel of het mogelijk was om te beschikken over gekoppelde gegevens MKG-MFG met betrekking tot spoedhospitalisaties voor hart- en ademhalingsproblemen<sup>62</sup>.

Op 10 december 2007 heeft Dr Mertens van de Technische Cel geantwoord dat de gekoppelde gegevens niet konden worden geleverd wegens hiaten in de wetgeving. Op 20 maart 2008 heeft ze verduidelijkt<sup>63</sup> dat er in dat stadium uitvoeringsbesluiten ontbreken voor de mededeling van deze gekoppelde gegevens aan derden (met inbegrip van de Vlaamse overheid)<sup>64</sup>. De levering van gegevens aan de Vlaamse overheid zou kunnen plaatsvinden mits het afsluiten van protocolakkoorden.

---

<sup>60</sup> Gilbert et al. verwijzen hierbij met name naar chronische depressies, die worden behandeld in psychiatrische hospitalen, welke niet worden gerapporteerd in de MKG. Voor ons onderwerp is deze beperking dus niet relevant.

<sup>61</sup> De MKG wordt met name gekenmerkt door een relatief hoog percentage "valse positieven", namelijk patiënten bij wie een hartinfarct ten onrechte wordt gediagnosticeerd.

<sup>62</sup> e-mail van Laurent Franckx aan Dr Ingrid Mertens.

<sup>63</sup> Telefonisch contact met Laurent Franckx.

<sup>64</sup> Het KB 18 oktober 2001 tot uitvoering van artikel 156, § 3, van de wet van 29 april 1996 legde vast onder welke omstandigheden gegevens aan derden konden worden overgemaakt. Dit KB werd gewijzigd door de wet van 13 december 2006. E-mail van de TCT van 28 januari 2009.

Daarom zijn we moeten overgaan tot een manuele koppeling van het aantal opnames met de gegevens over de kostprijs per MDC. De belangrijkste kanttekening die bij deze benadering moet geplaatst worden is dat de kostprijs per MDC een gemiddelde kostprijs is, en niet de effectieve kostprijs van een individuele opname.

De MKG bevatten data over de hospitalisatie volgens de diagnosecode. Een Excel sheet met het aantal spoedhospitalisaties per DRG werd op 20 december 2007 door Luc Monette van het Vlaams Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Gezin<sup>65</sup> overgemaakt aan ARCADIS. Op basis daarvan kan men een inschatting bekomen van het aantal hospitalisaties per jaar en persoon wegens ademhalings- of hartproblemen, en dit voor verschillende leeftijdscategorieën.

De laatst beschikbare kostprijsgegevens per MDC slaan op 2005. Voor de gezondheidseffecten die ons interesseren is het gemiddeld bedrag per verblijf<sup>66</sup>:

**Tabel 8-1: Gemiddelde kostprijs per hospitalisatie wegens hart- of ademhalingsproblemen**

| Klacht (MDC)         | Kostprijs in EUR van 2005 | Kostprijs in EUR van 2008 |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|
| Ademhalingsstelsel   | 4211,34                   | 4599,99                   |
| Hart- en vaatstelsel | 4803,48                   | 5246,77                   |

Deze bedragen zijn natuurlijk slechts een heel grove benadering van de grootheden die ons echt interesseren, vermist er geen perfecte overeenstemming is tussen elke MDC en de ICD die gebruikt werden voor de berekening van CRF in ExternE. Het ontbreekt ons echter aan de nodige gegevens om een meer verfijnde opsplitsing mogelijk te maken, of om een inschatting te maken van de foutenmarges.

### 8.2.3 Databanken IMA

Het Intermutualistisch Agentschap (IMA) is een vereniging zonder winstoogmerk die in oktober 2002 door de zeven Landsbonden van de verzekeringsinstellingen (VI's) werd opgericht. De Landsbonden van de VI's beschikken over gegevens met betrekking tot hun leden, in het kader van de uitvoering van hun wettelijke opdracht in relatie tot de verplichte ziekteverzekering. Deze gegevens bestaan in eerste instantie uit de terugbetalingen van medische kosten, gegevens met betrekking tot arbeidsongeschiktheid of invaliditeit en gegevens over moederschapsuitkeringen. Het IMA heeft als doelstelling deze gegevens vanuit de verschillende Landsbonden te verzamelen en te analyseren, dit in eigen beheer en in kader van specifieke opdrachten, onder meer van de overheid. Er worden geen algemene statistieken bijgehouden<sup>67</sup>.

De databanken IMA bevatten alle medische prestaties die terugbetaald worden door één van de zeven ziekenfondsen – ze dekken dus alle verzekerden. De databank bevat individuele gegevens per nomenclatuurnummer en individuele gegevens van medicatie die in het terugbetalingssysteem zitten.

Het is mogelijk om een steekproef op te vragen met kosten op individueel niveau. Aangezien de database pas bestaat sinds 2002, is het niet mogelijk om te weten of de betrokken patiënten voor het eerst ziek zijn geworden nadat de database werd opgestart. Elke toegang tot de databank is onderworpen aan de

<sup>65</sup> De MKG die op Vlaanderen betrekking hebben worden elk jaar door de TCT doorgestuurd naar het Vlaams Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Gezin.

<sup>66</sup> <https://tct.fgov.be/etct/anonymus?lang=nl> , Tabel 4.

<sup>67</sup> Zie pp. 405-435 van het Supplement aan de "Inventaris van databanken gezondheidszorg".

goedkeuring van het IMA coördinatiecomité (p. 433 van het Supplement aan de "Inventaris van databanken gezondheidszorg").

De data van het IMA worden bijgehouden op basis van de woonplaats van de patiënt, tot op het niveau van statistische sector (wijk). De data van het IMA worden op individuele basis en longitudinaal bijgehouden, maar bieden geen indicatie over de pathologie. Er zijn dan 2 opties om deze indicatie wel te krijgen<sup>68</sup>:

- a. Werken met de voorschriften voor geneesmiddelen als indicator voor de aanwezigheid van een bepaalde ziekte. Dit vereist dat men voor de relevante pathologieën een lijst van medicamenten (per actief bestanddeel of ATC<sup>69</sup>) identificeert die door de patiënten worden gebruikt<sup>70</sup>. Voor de identificatie van deze lijst werd beroep worden gedaan op externe experts<sup>71</sup>. Dit laat het IMA toe om de chronische patiënten te identificeren. Men kan dan het verschil berekenen tussen het gemiddelde aantal artsbezoeken bij chronische patiënten en deze bij de gemiddelde populatie, en dit integraal toewijzen aan de ziekte.<sup>72</sup> Bij deze methodologie ligt het voornaamste probleem in het bepalen van de drempel vanaf dewelke een patiënt inderdaad als "chronisch" kan worden beschouwd. Omdat de betrokken medicatie alleen op voorschrift kan worden bekomen, kan men deze drempel wel laag zetten.
- b. De gegevens van het IMA kunnen gekoppeld worden aan de MKG-MFG. Dit vereist wel dat LNE de koppeling vraagt aan het Kenniscentrum voor de Gezondheidszorg (KCE). Voor de uitvoering van de koppeling dient men rekening te houden met een termijn van 3 à 6 maanden. Deze procedure biedt het voordeel dat wordt gewerkt met reële uitgaven in plaats van met de gemiddelde cijfers per DRG die we zouden moeten gebruiken indien we de MKG-MFG niet zouden koppelen met de data van het IMA (zie sectie 8.2.2).

In overleg met IMA werd besloten om te werken met optie (a) voor de identificatie van patiënten met astma of met problemen van de hogere luchtwegen (met uitzondering van allergisch rinitis), alsook van een aantal eindpunten verbonden aan deze ziekten (huisartsbezoeken, bronchodilatorgebruik).

## 8.2.4 Farmanet

Voor de verplicht verzekerden kan de zorgconsumptie van medicatie achterhaald worden met de databanken Farmanet. Door gebruik te maken van de procedure beschreven in sectie 8.2.3 zou men op basis hiervan chronische ziekten kunnen identificeren – dit zou echter dubbel werk inhouden ten opzichte van de procedure van sectie 8.2.3.

## 8.2.5 Kankerregister

Volgens de "Inventaris van de databanken gezondheidszorg" omvat het Kankerregister alle gediagnosticeerde kankergevallen in Vlaanderen (minder zo op nationaal vlak). Het Kankerregister ([www.kankerregister.be](http://www.kankerregister.be)) bevat voor individuele patiënten de incidentiedatum en het jaar van overlijden.

---

<sup>68</sup> Mondelinge mededelingen tijdens overlegvergadering LNE-IMA-ARCADIS Ecolas op 03 december 2007.

<sup>69</sup> ATC code staat voor Anatomical Therapeutic Chemical Classification System. Het is een classificatiesysteem dat wordt bijgehouden door de Wereldgezondheidsorganisatie. Het classificeert medicamenten in functie van de organen of systemen waar ze op inwerken, alsook in functie van hun therapeutische en chemische eigenschappen.

<sup>70</sup> Zie e-mail Tom De Boeck (IMA) aan Laurent Franckx van 27 December 2007.

<sup>71</sup> Professor Desager (specialiste kinderlongziekten, Universiteit Antwerpen) en professor Nemery (longtoxicoloog, Katholieke Universiteit Leuven).

<sup>72</sup> Merk op dat dit precies de werkwijze is die de EPA voorstelt als er geen meer gedetailleerde gegevens beschikbaar zijn – zie sectie 5.6.4.

De meest recente gegevens dateren echter slechts van 2003. Er is dus slechts zeer beperkt overlap met bijvoorbeeld de IMA databank.

In de nieuwste versie van ExternE worden geen CRF meer hernomen voor de relatie tussen PM en kanker<sup>73</sup>. De informatie die beschikbaar is in het Kankerregister is bijgevolg niet relevant voor onze studie. De CRF die we gebruiken in de studie en die betrekking hebben op overlijdens zijn allemaal onafhankelijk van de oorzaak van overlijden.

### 8.2.6 Gezondheidsenquête

De gezondheidsenquête georganiseerd door het Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid (zie Bayingana et al. (2006)) geeft informatie over zowel de types klachten per individu als de uitgaven per gezin<sup>74</sup>. Het is niet duidelijk of de twee kunnen worden gelinkt. De enquête geeft telkens de situatie voor één bepaald jaar. Ze is dus geschikt voor een prevalentiebenadering, maar niet voor een incidentiebenadering. De resultaten kunnen regionaal worden opgesplitst. De enquête wordt vierjaarlijks gehouden. Het laatste jaar was 2004, maar de vragen voor de volgende enquête (2008) zijn in het afgelopen voorjaar vastgelegd<sup>75</sup>. Dit betekent dat eventuele nieuwe aanbevelingen met betrekking tot deze enquête ten vroegste in 2012 zullen kunnen worden geïmplementeerd.

De studie levert data over de prevalentie van astma en chronische bronchitis, die via de website vrij beschikbaar zijn. Er wordt ook aan de respondenten gevraagd of ze een huisarts en/of specialist hebben geconsulteerd voor bronchitis en/of astma. Eveneens wordt gevraagd naar het gebruik van medicamenten voor deze aandoeningen in het afgelopen jaar.

Het *aantal* consultaties of het totaal verbruik aan medicamenten wordt echter niet gevraagd. Bijgevolg bevat de enquête niet de informatie die nodig is om Vlaamse impactfuncties te kunnen schatten.

De resultaten van de enquête kunnen dus hoogstens gebruikt worden voor een schatting van de ondergrens van de gezondheidskosten gelieerd aan astma en chronische bronchitis.

### 8.2.7 Panel Survey of Belgian Households

In 2003 werd de Panelstudie van Belgische Huishoudens afgerond<sup>76</sup>. De PSBH startte in 1990 aan de universiteiten van Antwerpen en Luik. Vanaf 1992 werden tot 4.439 huishoudens (meer dan 11.000 gezinsleden) geïnterviewd. Ieder jaar opnieuw werden dezelfde mannen en vrouwen van die basissteekproef ondervraagd over de samenstelling van het huishouden, opvoeding, beroepsactiviteit, tewerkstelling, inkomen, toelagen, uitgaven, welvaart, gezondheid, sociale participatie, tijdsbesteding, waarden, relaties, rolpatronen, huisvesting, migratie en mobiliteit.

Met betrekking tot medische kwesties biedt de Panel Survey of Belgian Households informatie over het aantal consultaties, ziekenhuisopnames, enz. Het bevat **geen** gegevens over de kost van deze consultaties (of ziekenhuisopnames), of over de types consultaties (type van de klacht). Zie

---

<sup>73</sup> In ExDALY wordt een dergelijke CRF wel hernomen.

<sup>74</sup> Zie pp. 486-527 van het Supplement aan de "Inventaris van databanken gezondheidszorg".

<sup>75</sup> Mondelinge communicatie door het IMA tijdens coördinatievergadering met ARCADIS en LNE op 03 december 2007.

<sup>76</sup> Zie pp. 549-570 van het Supplement aan de "Inventaris van databanken gezondheidszorg".



<http://www.psbh.be/pubdocs/golf11/w11hh.pdf> voor kinderen en  
<http://www.psbh.be/pubdocs/golf11/w11ad.pdf> voor volwassenen.

In de vragenlijst voor volwassenen bevinden zich een aantal vragen met betrekking tot gezondheidsaspecten, maar deze vragen zijn niet specifiek genoeg voor de behoeften van deze studie. Er worden met name geen vragen gesteld met betrekking tot de prevalentie en/of incidentie van de gezondheidseffecten waarover in ExternE een CRF werd gepubliceerd.

### 8.2.8 Survey on Income and Living Conditions

Sinds 2003 wordt de PSBH survey in België opgevolgd door de Survey on Income and Living Conditions (SILC), uitgevoerd door het Nationaal Instituut voor de Statistiek<sup>77</sup>. Aangezien de finaliteit van deze enquête ligt bij het opvolgen van armoede en sociale uitsluiting, zijn de vragen met betrekking tot de gezondheidsaspecten in de SILC nog minder afgestemd op onze onderzoeksbehoeften dan in de PSBH<sup>78</sup>. De nadruk van de vragen ligt immers op de mate waarin armoede een impact heeft op de toegang tot medische verzorging.

### 8.2.9 Huishoudbudgetonderzoek

Het Huishoudbudgetonderzoek bestaat uit een maandelijks bevraging van een gestratificeerd staal van de Belgische bevolking<sup>79</sup>. Het biedt wel informatie over medische uitgaven, maar bevat geen enkele informatie over het type aandoening of over de therapie (telefonisch bevestigd door Véronique Renard aan Laurent Franckx op 08 november 2007).

### 8.2.10 Survey of Health, Aging and Retirement in Europe

België is ook onderworpen aan de "Survey of Health, Aging and Retirement in Europe". [http://www.share-project.org/new\\_sites/Fragebogen/ma-Belg-du.pdf](http://www.share-project.org/new_sites/Fragebogen/ma-Belg-du.pdf) Deze enquête bevat vragen over financiële uitgaven verricht om gezondheidsredenen, alsook naar de aard van de aandoening (met inbegrip van astma, kanker,..). Ze heeft wel alleen betrekking op 50-plussers.

### 8.2.11 Volkstelling

De Volkstelling<sup>80</sup> bevat gegevens over de gezondheidstoestand van de individuen, maar is niet bruikbaar wegens niet frequent<sup>81</sup> en niet specifiek genoeg<sup>82</sup>. Bovendien bevat het geen data over de ziekte*kosten*.

---

<sup>77</sup> <http://www.psbh.be/inleiding.html>

<sup>78</sup> <http://statbel.fgov.be/silc/>

<sup>79</sup> zie pp. 571-590 van het Supplement aan de "Inventaris van databanken gezondheidszorg"

<sup>80</sup> Zie pp. 534-548 van het Supplement aan de "Inventaris van databanken gezondheidszorg".

<sup>81</sup> Alle 10 jaar met laatste census in 2001.

<sup>82</sup> Geen vragen over gezondheidseffecten waarvoor ExternE een CRF publiceert.

### 8.2.12 Astma en luchtverontreiniging in België

In de studie van Puddu and Tafforeau (2003) naar astma en luchtverontreiniging in België wordt de economische impact van astma behandeld. De auteurs erkennen zelf dat het wegens een gebrek aan gegevens moeilijk is om een schatting te geven van de directe kosten. Een specifiek probleem hierbij is dat de RIZIV gegevens geen specifieke informatie verschaffen over astma omdat diagnoses niet worden onderscheiden (p. 103). Het rapport verwijst verder naar een aantal bestaande studies, die echter betrekking hebben op voorbijgestreefde gegevens (directe medische kosten in 1992, farmaceutische afleveringen in de ambulante sector in 1997 en 1998, het geneesmiddelenverbruik in 1996, niet-medische kosten in 1994-95).

Interessant is wel dat de studie een duidelijk beeld biedt van de verschillende kosten verbonden aan astma (pp 103-107):

- Ziekenhuisopnames
- Geneesmiddelen
- Consulten bij huisartsen
- Consulten bij specialisten

De terugbetaalbare antiastmamiddelen vertegenwoordigden in 1998 6% van het bruto bedrag van de voorschriften van huisartsen en specialisten.

De auteurs wijzen er ook op dat de kosten van het ontbreken van een behandeling van astma veel hoger liggen dan de uitgaven voor geneesmiddelen. De identificatie van de patiënten en een verbeterde kwaliteit van de behandeling zou kunnen leiden tot een afname van het aantal patiënten met crisissen alsook van het aantal crisissen bij eenzelfde patiënt.<sup>83</sup>

Astma zou ook aanzienlijke andere, niet-betaalde kosten met zich meebrengen: aanpassing van de woning, aankoop van speciale hoezen, aerosolapparaten, kinesitherapie<sup>84</sup>...

Een ander belangrijk punt dat dient onthouden te worden uit de studie is dat er tegenwoordig onvoldoende gegevens bestaan "om een direct verband te staven tussen blootstelling aan luchtverontreiniging en het ontstaan van astma". (p.2) Dus, hoewel Externe CRFs heeft weerhouden die een verband leggen tussen luchtverontreiniging en het voorvallen van crisissen bij mensen die al astma patiënt zijn, mag men er niet van uit gaan dat het terugdringen van luchtverontreiniging zou leiden tot een afname van het aantal patiënten (zie ook p.4).

De studie benadrukt ook het belang van de blootstelling binnenshuis (zie pp 46-51).

Tenslotte dienen we er op te wijzen dat volgens de auteurs astma in België waarschijnlijk ondergediagnosticeerd is, zeker bij kinderen (p.94-95).

---

<sup>83</sup> Dit ligt in lijn met de ervaring in de VS (zie EPA COI Handbook (Hoofdstuk IV.2.A.1.11)), waar geschat wordt dat de meerderheid van de spoedopnames wegens astma zouden kunnen vermeden worden door een betere toepassing van bestaande voorschriften. Men schat daar dat de medische kosten 2 tot 7 keer hoger kunnen liggen bij kinderen die de voorschriften niet volgen.

<sup>84</sup> Astma is ook een belangrijke oorzaak van absentieïsme op school (zie EPA COI Handbook (Hoofdstuk IV.2.A.1)). Dit zou natuurlijk ook een indirect effect kunnen hebben op hun latere productiviteit.

### **8.2.13 Studie "Health economic aspects in the current treatment of asthma and COPD in Belgium"**

Deze studie had als doel om de kosteneffectiviteit en de budgettaire impact na te gaan van verschillende mogelijke maatregelen in het beheren van astma en COPD in België. De studie is niet gepaard gegaan met primaire data-inzameling, maar is gebaseerd op een literatuurstudie en op een extrapolatie van bestaande gezondheidseconomische data (desktop onderzoek). De gepubliceerde documenten bevatten geen data die bruikbaar zijn voor het doel van deze studie.

### **8.2.14 INTEGO project**

Het INTEGO project (<http://www.intego.be/>) verschaft data over de geschatte incidentie van bepaalde ziekten bij patiënten die op consultatie gaan bij een huisarts. Ondanks het klein aantal deelnemende artsen zou de steekproef representatief zijn qua patiënten. De INTEGO databank bevat geen informatie over consultaties voor een bepaalde aandoening, wel over nieuw gestelde diagnoses<sup>85</sup>. Deze data bieden dus geen informatie die kan gelinkt worden met CRF die werden berekend in het kader van ExternE.

### **8.2.15 Steunpunt Milieu en Gezondheid**

De studies ondernomen door het Steunpunt Milieu en Gezondheid (<http://www.milieu-en-gezondheid.be/>) bieden data over de prevalentie van astma en luchtweginfecties (met inbegrip van bronchitis). Ze bieden echter geen informatie die kan gelinkt worden met CRF die werden berekend in het kader van ExternE<sup>86</sup>.

### **8.2.16 De Huisartsenpeilpraktijken**

Huisartsen die deelnemen aan het netwerk registreren wekelijks bepaalde specifieke gezondheidsproblemen<sup>87</sup>. Deze informatie is beschikbaar via het WIV, afdeling epidemiologie.

De deelname van de huisartsen aan deze peiling is vrijwillig. Er is echter geen vaste steekproefgrootte en geen garantie dat de onderzochte populatie representatief is.

Informatie over infecties aan luchtwegen wordt pas sinds 2007 geregistreerd bij de huisartsen, zodat nog geen resultaten beschikbaar zijn - voordien werden luchtweginfecties enkel geregistreerd als "griep" bij de afdeling virologie (<http://www.iph.fgov.be/flu/NL/22NL.htm>).

### **8.2.17 De OESO "System Of Health Accounts"**

De OESO heeft een referentiewerk geproduceerd, "A System of Health Accounts", dat een gestandaardiseerd kader biedt voor de productie van volledige, consistente en internationaal vergelijkbare rekeningen. Het SHA omvat een reeks van regels voor statistische rapportage, en dekt drie dimensies van de gezondheidszorg:

- de functies
- de aanbieders

---

<sup>85</sup> E-mail correspondentie tussen Dr Stefaan Bartholomeeusen en Laurent Franckx.

<sup>86</sup> E-mail correspondentie Prof Dr Nik van Larebeke en Prof Dr Kristine Desager met Laurent Franckx.

<sup>87</sup> Zie ook pp. 478-485 van het Supplement aan de "Inventaris van databanken gezondheidszorg".

- de financieringsbronnen

Dit referentiewerk werd voor het eerst gepubliceerd in 2000. De eerste Joint Health Accounts Data Collection werd uitgevoerd in 2006.

ARCADIS heeft de eventuele bruikbaarheid van deze bron besproken met de FOD Sociale Zekerheid<sup>88</sup>. De informatie geboden door deze rekeningen slaat echter alleen op de *totale* uitgaven, zonder link met de onderliggende diagnoses.

### 8.2.18 GINA

Het Global Initiative for Asthma heeft in 2004 een rapport gepubliceerd "Global burden of asthma" (Masoli et al.). Dit rapport publiceert data over zelfgerapporteerde puffen in de afgelopen 12 maanden bij kinderen (13-14 jaar) en volwassenen (20-44 jaar) en over astmagerelateerde overlijdens. Deze data zijn niet direct gerelateerd aan gezondheidseindpunten berekend in het kader van ExternE.

De data voor dit rapport werden grotendeels bekomen aan de hand van publicaties door:

- de International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC): voor kinderen
- the European Community Respiratory Health Survey (ECHRS): voor volwassenen.

### 8.2.19 Anderen

De Vlaamse Wetenschappelijke Vereniging voor Jeugdgezondheidszorg (<http://www.vwvj.be/>), het Fonds des Affectations Respiratoires (<http://www.fares.be/>), het Vlaamse Instituut voor de Gezondheidspromotie en de Vlaamse vereniging voor respiratoire gezondheidszorg en tuberculosebestrijding (<http://www.vrgt.be/>) bieden geen informatie die relevant is voor deze studie.

### 8.2.20 Conclusie en aanbevelingen

Voor het schatten van de directe medische kosten die we in deze studie behandelen, zijn de volgende databronnen het meest aangewezen:

- Voor de kosten verbonden aan de spoedhospitalisaties wegens hart- of ademhalingsproblemen: de incidentiecijfers van de MKG, gekoppeld aan de gemiddelde kostprijs per MDC;
- Het schatten van het aantal patiënten met astma, van het aantal huisartsconsultaties wegens astma-aanvallen, van het aantal huisartsconsultaties wegens problemen van de hogere luchtwegen (met uitzondering van allergische rinitis), van huisartsconsultaties wegens allergische rinitis en van bronchodilatorgebruik: door gebruik te maken van de data van het IMA volgens de procedure beschreven in sectie 8.2.3.

De belangrijkste nadelen van deze methodes zijn:

- De kostprijs per MDC is een gemiddelde kostprijs per categorie, en komt niet overeen met de effectieve kostprijs van individuele opnames. Gebruik maken van gekoppelde gegevens MKG-MFG vereist uitvoeringsbesluiten<sup>89</sup> voor de mededeling van deze gegevens aan derden.

---

<sup>88</sup> Telefoongesprek en e-mail correspondentie Dirk Moens (FOD Sociale Zaken) en Laurent Franckx (ARCADIS) op 14 januari 2008

- De methode die wordt gebruikt voor de identificatie van patiënten en van de schatting van het aantal huisartsbezoeken omwille van een gezondheidseffect vereist een strikt eenduidige relatie tussen medicament en pathologie die niet noodzakelijk opgaat. De bekomen schattingen moeten dus, waar mogelijk, vergeleken worden met de schattingen bekomen aan de hand van andere methodes. In Hoofdstuk 8 zullen we onze schattingen telkens vergelijken met de cijfers die in ExternE werden gebruikt.
- Met de huidige stand van zaken is de procedure beschreven in sectie 8.2.3 de enig mogelijke, omdat in de talrijke enquêtes die in België en Vlaanderen worden georganiseerd geen directe bevraging plaatsvindt met betrekking tot de eindpunten die ons interesseren.

### **8.3 KOSTEN VAN PRODUCTIVITEITSVERLIES**

Zoals uitgelegd in Den Hond et al. (2007, p.99), gaat het hier over het verlies aan productiviteit ten gevolge van ziekteverzuim en vroegtijdige sterfte (waar productiviteit zowel betrekking heeft op professionele als op huishoudelijke arbeid).

Voor de berekening van deze kosten vertrekt men idealiter van dezelfde cohorte als bij de bepaling van de medische kosten (zie Den Hond et al. (2007, p. 99-103)). De berekening gebeurt als volgt:

1. Bepaling leeftijd op moment van diagnose, geslacht en in geval van overlijden sterfteleeftijd per patiënt voor de gediagnosticeerde cohorte.
2. Bepaling van het aantal ziektedagen tijdens jaren van diagnose en jaren erna per patiënt voor gediagnosticeerde cohorte.
3. Inschatting verloren levensjaren door vergelijking leeftijd op overlijden met gemiddelde levensverwachting.
4. Vergelijking gemiddelde ziektedagen van controlegroep.
5. Waardering gemiddelde kosten professionele en huishoudelijke arbeid per dag en per jaar voor leeftijdsgroepen en geslacht.
6. Verdiscontering van in de tijd gespreide kosten naar een basisjaar.

Deze benadering vereist een inschatting van het effect van de ziekte op toekomstige inkomens en onbezoldigd werk.

Voor wat betreft het effect van vroegtijdige sterfte op het aantal verloren levensjaren verwijzen we naar sectie 3.4, waar we hebben besloten dat het aantal verloren levensmaanden per overlijdens wegens luchtvervuiling tussen de 6 en de 12 maanden ligt.

Uit onze inventaris van de CRF gebruikt in het kader van ExternE is gebleken dat we voor de berekening van productiviteitsverliezen alleen rekening dienen te houden met de impact van PM<sub>2,5</sub> op het aantal

---

<sup>89</sup> Het KB 18 oktober 2001 tot uitvoering van artikel 156, § 3, van de wet van 29 april 1996 legde vast onder welke omstandigheden gegevens aan derden konden worden overgemaakt. Dit KB werd gewijzigd door de wet van 13 december 2006. E-mail van de TCT van 28 januari 2009.

verloren arbeidsdagen<sup>90</sup>. Aangezien het hier gaat over korte termijn effecten volstaat het om de effecten voor één specifiek jaar te berekenen.

De databehoeften voor het berekenen van de verloren productiviteit (zowel voor de vroegtijdige sterfte als voor absentieïsme) worden uitgebreid behandeld in Den Hond et al. (2007, p. 100-103)). We herhalen hier de belangrijkste punten en voegen er een aantal bedenkingen aan toe. We behandelen eerst de kost van de verloren gegane professionele arbeid (sectie 8.3.1), vervolgens deze van de verloren gegane huishoudelijke arbeid (sectie 8.3.2) en tenslotte het productiviteitsverlies wegens vroegtijdig overlijden (sectie 8.3.3). We vatten samen in sectie 8.3.4.

### **8.3.1 Waarde van professionele arbeid**

#### **8.3.1.1 Methodologische aspecten**

Het schatten van het productiviteitsverlies maakt gebruik van de zogenaamde "human capital" benadering – zie sectie 5.6 voor een algemene bespreking.

Twee specifieke vragen die zich stellen bij de praktische toepassing van de "human capital" benadering zijn (zie Tarricone (2007)):

- Kan men er van uitgaan dat het gemiddelde loon constant zal blijven bij de herintrede op de arbeidsmarkt van zieke mensen?
- Kan men er in tijden van werkloosheid van uitgaan dat zieke mensen werk zouden hebben gevonden? In periodes van onvolledige tewerkstelling zou een blinde toepassing van de "human capital" methode leiden tot een overschatting van de kost van ziekte.

Een mogelijke oplossing voor deze problematiek zou erin kunnen bestaan om te veronderstellen dat zieken bij een herintrede op de arbeidsmarkt aan hetzelfde werkloosheidspercentage zouden onderworpen zijn als de algemene populatie.

In feite zou het onderscheid moeten gemaakt worden tussen korte en langdurige afwezigheden.

In de praktijk is de opportuniteitskost van absentieïsme op korte termijn beperkt. Inderdaad, ten eerste, kan bij korte termijn afwezigheden het werk van een afwezige worden opgevangen door anderen of door de persoon zelf bij zijn terugkeer. Ten tweede beschikken werknemers meestal over enige vorm van exces capaciteit in hun arbeidsbestand om het absentieïsme op te vangen.

Bij lange termijn afwezigheden kan het werk van de afwezige worden opgevangen door een werkloze te rekruteren.

Dus, de kost van de ziekte is nauw gerelateerd tot de periode die nodig is om de zieke te vervangen of om het productieproces te reorganiseren (de "frictieperiode").

De kosten geschat aan de hand van de zogenaamde Friction Cost Methode (FCM) kunnen tot een derde minder bedragen dan deze geschat aan de hand van de Human Capital Approach (HCA).

De databehoeften voor de uitvoering van een FCM studie zijn echter enorm. Bovendien zijn de resultaten erg afhankelijk van de macro-economische context.

---

<sup>90</sup> Voor de berekening van de kost van de andere gezondheidsimpacten zal men moeten terugvallen op WTP studies.

Daarom beperken we ons in deze studie tot een eerste schatting van de kosten van het productiviteitsverlies op basis van de HCA.

Er bestaan momenteel in België twee belangrijke referenties rond absentieïsme, namelijk de periodieke absentieïsme studies van respectievelijk SECUREX en SD WORX. Voor de behoeften van dit project werd gekozen om te werken met de SD WORX studie, omdat deze volgens sectorspecialisten gebaseerd is op een meer representatieve steekproef, en omdat SECUREX niet bereid bleek een offerte op te stellen zonder garantie dat een budget zou worden vrijgemaakt voor een bestelling<sup>91</sup>. Voor redenen van volledigheid geven we hier een overzicht van de SECUREX studie en van de eventuele bruikbaarheid ervan.

### **8.3.1.2 Securex studie**

De jaarlijkse SECUREX studie<sup>92</sup> over absentieïsme in België biedt een schatting van de kost van ziekteverzuim in België, op basis van data met betrekking tot de bedrijven die aangesloten zijn bij hun Sociaal Secretariaat.

Met betrekking tot de samenstelling van de steekproef dienen de volgende opmerkingen genoteerd te worden:

- De steekproef zou een goede weerspiegeling bieden van de Belgische arbeidsmarkt qua omvang van de ondernemingen. Provinciale wegingsfactoren vangen desgevallend geografische afwijkingen op. Ondernemingen uit de publieke sector maken wel geen deel uit van de steekproef.
- Op het niveau van de werknemers zou de representativiteit van de steekproef voldoende zijn. Bepaalde groepen worden wel uitgesloten: uitzendwerkers, vakantiestudenten voor een periode van 23 dagen, zelfstandigen, actieve vennoten en (brug)gepensioneerden.

Op basis van de steekproef wordt de kost van het ziekteverzuim in *België* berekend. Er bestaat geen reden om aan te nemen dat deze gegevens zomaar kunnen geëxtrapoleerd worden naar Vlaanderen.

Om dit te kunnen doen, zouden we moeten kunnen beschikken over gegevens met betrekking tot de gemiddelde frequentie en de duur van het ziekteverzuim per salarisklasse *in Vlaanderen*. Bovendien zou men voor elke salarisklasse moeten beschikken over het aantal werknemers, alsook van het gemiddelde bruto salaris binnen elke klasse. Tabel 26 binnen het SECUREX rapport biedt deze data aan op Belgisch niveau (behalve het *gemiddeld* bruto salaris binnen elke klasse).

We moeten ook voor ogen houden dat de SECUREX data op aanvraag kunnen opgesplitst worden naar leeftijd en geslacht, zodat meer specifieke impactfuncties kunnen berekend worden.

Den Hond et al. (2007, p. 117) wijzen er op dat de gegevens alleen betrekking hebben op de *gecontroleerde* afwezigheden. Deze controles vinden plaats op vraag van de klant en er wordt daarbij geen vaste regel gehanteerd. De gepubliceerde cijfers houden dus een onderschatting in van het effectieve aantal afwezigheden. Wegens het ontbreken van populatiegegevens over afwezigheden wegens ziekte, kan SECUREX representativiteit van de steekproef niet beoordelen (SECUREX 2006, p. 63).

---

<sup>91</sup> E-mail correspondentie tussen Heidi Verlinden (SECUREX) en Laurent Franckx.

<sup>92</sup> De meest recente studie heeft betrekking op 2007.

Een grotere detaillering is mogelijk tegen betaling.

### **8.3.1.3 Data van het Federaal Planbureau**

De data van SECUREX hebben betrekking op de brutolonen, die slechts een deel uitmaken van de totale loonkost.

De toeslag voor de werkgeverbijdrage en de extra legale voordelen kan bijvoorbeeld berekend worden aan de hand van de studie van het Federaal Planbureau over "Loonmassa in de marksector".

### **8.3.1.4 Data van SD Worx**

In het Cijferboek Arbeidsverzuim wordt de methodologie van de SD Worx steekproef uiteengezet. Voor de behoeften van onze studie zijn volgende elementen van belang:

- Werkgevers moeten meer dan 1 werknemer in dienst hebben. SD WORX gaat er van uit dat het verzuim bij éénmansbedrijfjes niet correct wordt doorgegeven.
- Het gaat over werkgevers die aangesloten zijn bij het SD WORX sociaal secretariaat.
- De werknemer moet een standaardarbeidscontract hebben. Bepaalde sportbeoefenaars, studentenjobs, leercontracten, enz worden dus uit de steekproef geweerd.
- Werknemers moeten in de loop van het betrokken kalenderjaar minstens 6 maanden bij hun werkgever in dienst geweest zijn.
- De frequentie van absentieïsme wordt alleen berekend voor die werknemers waarvan SD WORX exact weet of ze een bepaalde dag werkten of verzuimden. In totaal gaat het over 399.978 werknemers en 13.465 werkgevers.
- De kost van de ziekte wordt berekend als het brutoloon plus de patronale bijdragen aan de RSZ.

In de databank van SD WORX wordt het adres van de onderneming bepaald door de geografische code (toegewezen aan het bedrijf door de RSZ). Dit adres bepaalt of een onderneming al dan niet tot het Vlaamse Gewest behoort.

Aangezien de SD WORX gegevens slechts betrekking hebben op een steekproef, is er ook behoefte aan data die een extrapolatie mogelijk maken naar heel Vlaanderen. De meest verfijnde opsplitsing naar leeftijd en geslacht die we hebben kunnen vinden wordt weergegeven in onderstaande tabel<sup>93</sup>. De gegevens hebben betrekking op 2004.

**Tabel 8-2: Werkgelegenheid in Vlaanderen per leeftijd en geslacht**

| Totaal  | Totaal 15 jaar en meer | Van 15 tot 24 jaar | Van 25 tot 49 jaar | 50 jaar en meer |
|---------|------------------------|--------------------|--------------------|-----------------|
| Totaal  | 2.560.301              | 234.209            | 1.839.113          | 486.979         |
| Mannen  | 1.452.774              | 128.546            | 1.014.910          | 309.317         |
| Vrouwen | 1.107.527              | 105.663            | 824.203            | 177.661         |

<sup>93</sup> [http://www.statbel.fgov.be/downloads/lfs2017-2004\\_nl.xls](http://www.statbel.fgov.be/downloads/lfs2017-2004_nl.xls)



Op basis van de SD WORX data en eigen berekeningen bekomen we dan volgende tabel voor deze leeftijdscategorieën:

**Tabel 8-3: Absenteïsme in de SD WORX steekproef**

|        |                    | Aantal mensen | Kost ziekte | Ziekte-dagen | Ziekte-dagen per capita | Kostprijs per dag ziekte |
|--------|--------------------|---------------|-------------|--------------|-------------------------|--------------------------|
| Man    | Van 15 tot 24 jaar | 17.964        | 10.222.113  | 100.921      | 6                       | 101                      |
|        | Van 25 tot 49 jaar | 143.170       | 98.131.651  | 754.374      | 5                       | 130                      |
|        | 50 jaar en meer    | 35.193        | 25.171.687  | 172.464      | 5                       | 146                      |
| Vrouw  | Van 15 tot 24 jaar | 14.553        | 6.689.648   | 78.953       | 5                       | 85                       |
|        | Van 25 tot 49 jaar | 99.566        | 66.099.882  | 571.766      | 6                       | 116                      |
|        | 50 jaar en meer    | 17.175        | 9.908.421   | 83.185       | 5                       | 119                      |
| Totaal |                    | 327.621       | 216.223.402 | 1.761.662    | 5                       | 123                      |

De gegevens van SD WORX hebben betrekking op 2007. Om consistent te blijven met de methodologie gebruikt in ExternE worden de effecten uitgedrukt per hoofd, en niet per voltijds-equivalent. Merk op dat het aantal ziekte-dagen in deze steekproef lichtjes lager ligt dan het gemiddelde dat werd gebruikt in ExternE (7,2 dagen per persoon).

### 8.3.2 Waarde van huishoudelijke arbeid

Voor de waarde van huishoudelijke arbeid worden in Den Hond et al. (2007, p. 102-103) meerdere methodes besproken:

- Bij de uurloonbenadering wordt de waarde van huishoudelijke arbeid gelijkgesteld aan het gemiddelde *netto*-uurloon.
- Men kan de waarde van huishoudelijke arbeid gelijkstellen met de kost van een PWA cheque.
- Men kan zich baseren op de vergoedingen die gebruikt worden in de rechtspraak.

Ons lijkt dat de kost van een PWA cheque de beste indicator is van de opportuniteitskost van de ziekte, indien deze wordt aangevuld met de kost van kinderopvang en waarde van de informele verzorging.

#### 8.3.2.1 Kost van de kinderopvang

Een specifiek punt is de kost van kinderopvang wegens de ziekte van de ouders.

Volgens Kind en Gezin (Bettens en Buysse (2002, p. 41)) bestaat geen betrouwbare informatie over de kost van kinderopvang in Vlaanderen.

Een meer recent jaarverslag van Kind en Gezin (2005) laat wel toe om zich een idee te vormen van de grote diversiteit aan types opvangvoorzieningen en de verschillende financieringsbronnen:

**Tabel 8-4: Kinderopvangvoorzieningen en financieringsbronnen**

| Type opvangvoorziening                          | Subsidies                                                                                                               | Tussenkost ouders                                          |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Kinderdagverblijven                             | Kind en Gezin                                                                                                           | Bijdrage gerelateerd aan inkomen                           |
| Diensten voor opvanggezinnen                    | Kind en Gezin                                                                                                           | Bijdrage gerelateerd aan inkomen                           |
| Minicrèches en zelfstandige kinderdagverblijven | Voorwaardelijke steun van Kind en Gezin                                                                                 | Vrij te bepalen door opvangvoorziening                     |
| Zelfstandige onthaalouders                      |                                                                                                                         | Vrij te bepalen door opvangvoorziening                     |
| Initiatieven voor buitenschoolse opvang         | Vlaams Subsidieagentschap voor Werk en Sociale Economie; Fonds voor Collectieve Uitrustingen en Diensten; Kind en Gezin | Minimum- en maximumbijdrage zijn vastgelegd in regelgeving |
| Buurt en nabijheidsdiensten                     | Kind en Gezin; Vlaamse en federale middelen van Werk en Sociale Economie                                                |                                                            |

De gepubliceerde tabellen met financiële gegevens zijn echter zeer onvolledig<sup>94</sup>:

- Gegevens betreffende het aantal verblijfsdagen in de zelfstandige sector zijn niet beschikbaar.
- Voor de statistieken aangaande het aantal verblijfsdagen in initiatieven voor buitenschoolse opvang wordt het aantal initiatieven niet gewogen in de functie van hun duur.

Bovendien zijn er geen gegevens die ons toelaten om te antwoorden op de meest cruciale vraag: in welke mate zouden zieke ouders in de afwezigheid van ziekte géén beroep hebben gedaan op betaalde kinderopvang? Het is duidelijk dat alleen naar de kost van kinderopvang moet gekeken worden indien deze rechtstreeks toe te wijzen is aan de ziekte, en niet aan de arbeidsmarktparticipatie van de ouders.

### **8.3.2.2 Waarde van de informele verzorging**

Het gaat hier over de verzorging die aangeboden wordt door niet-professionelen: familie, vrienden, kennissen, burens...

De kostprijs omvat hier meerdere facetten (zie Tarricone (2006)):

- De waarde van de (productieve) tijd van de zorgverstrekkers;

<sup>94</sup> E-mail correspondentie tussen Kind en Gezin en Laurent Franckx op 7 december 2007.

- De kosten van vermoeidheid, verloren vrije tijd, de impact op de sociale contacten...

Volgende specifieke problemen stellen zich hier (zie Tarricone (2006)):

- Het is zeer moeilijk te schatten hoeveel tijd precies wordt geïnvesteerd in informele verzorging omdat tijdens de verzorging de normale activiteiten blijven doorgaan. Dit probleem kan alleen opgevangen worden door gestructureerde interviews en/of vragenlijsten.
- Het is niet duidelijk hoe men een monetaire waarde kan toekennen aan de geïnvesteerde tijd indien deze niet ten koste gaat van productieve arbeid. Moet men een waarde toekennen aan de verloren vrije tijd? Of dient men te werken met het gemiddelde loon van een professionele zorgverstrekker?

Wij hebben geen specifiek Vlaamse data geïdentificeerd die op deze vragen een antwoord bieden.

### 8.3.2.3 Besluit

Bij gebrek aan betrouwbare gegevens over de kost van kinderopvang en de waarde van informele verzorging stellen we voor om te werken met de waarde van PWA-cheques als *benedengrens* van de kostprijs van verloren gegane huishoudelijke arbeid.

De PWA-cheques hebben een zichtwaarde gesitueerd tussen € 4,95 en € 7,45, maar het precieze bedrag is vastgelegd door het PWA van de gemeente<sup>95</sup>. Deze gegevens worden niet gecentraliseerd bijgehouden. Particulieren kunnen de sommen die ze betalen onder de vorm van PWA-cheques aftrekken van hun belastbaar inkomen tot een bedrag € 2.400 /jaar. Aangezien we geïnteresseerd zijn in de maatschappelijke kost stellen we voor om te werken met de centrale waarde van 6,2 EUR per uur.

Het aantal uren huishoudelijke arbeid per leeftijdscategorie per dag kan bepaald worden aan de hand van het tijdsonderzoek van Glorieux et al.<sup>96</sup>

**Tabel 8-5: Dagelijks aantal uren huishoudelijke arbeid per leeftijdscategorie**

|           | 18-24 | 25-39 | 40-54 | 55-64 | 65-75 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Man       | 0,71  | 1,52  | 2,11  | 2,82  | 3,18  |
| Vrouw     | 1,38  | 2,96  | 3,69  | 4,31  | 4,50  |
| Gemiddeld | 1,01  | 2,27  | 2,88  | 3,56  | 3,88  |

Dit komt overeen met een gewogen gemiddelde van 2,69 uur per persoon per dag.

### 8.3.3 Productiviteitsverlies wegens vroegtijdig overlijden

Met betrekking tot het productiviteitsverlies wegens vroegtijdig overlijden stellen zich een aantal specifieke problemen die reeds werden aangehaald in sectie 3.4:

- Zelfs indien elk vroegtijdig overlijden van een volwassene wegens luchtvervuiling overeenkomt met 1 volledig verloren levensjaar, gaat het om levensjaren die gemiddeld verloren gaan *na* het bereiken van de pensioenleeftijd.
- Er bestaan gegronde twijfels of de kinderen wiens overlijden statistisch kan toegeschreven worden aan luchtvervuiling de volwassenen leeftijd zouden bereikt hebben.

<sup>95</sup> Informatie bekomen van de SODEXO website.

<sup>96</sup> <http://www.tijdsonderzoek.be/flash/index.html>

Daarom wordt voorgesteld om er van uit te gaan dat vervuiling door PM en ozon in Vlaanderen *niet* leidt tot een verlies van productieve levensjaren wegens voortijdig overlijden. Dit wil natuurlijk niet zeggen dat er geen kost verbonden is aan dit overlijden, maar wel dat we ons zullen beperken tot de kosten bekomen uit de WTP studies, die het onderwerp uitmaken van de volgende sectie.

### 8.3.4 Conclusie en aanbevelingen

Om een schatting te maken van de verloren productie te wijten aan milieugerelateerde gezondheidskosten, zullen we volgende benadering volgen:

- Voor de waarde van de verloren gegane professionele arbeid maken we gebruik van de Human Capital Approach (HCA), omdat de databehoeften voor de uitvoering van een FCM studie te groot zijn. We moeten er bij de interpretatie van onze resultaten wel rekening mee houden dat de verschillen tussen de kosten geschat aan de hand van de zogenaamde Friction Cost Methode (FCM) en deze geschat aan de hand van de Human Capital Approach (HCA) kunnen oplopen tot een factor 3.
- De concrete cijfers voor de berekening van de verloren gegane professionele arbeid zijn gebaseerd op de SD WORX steekproef. Een beperking hiervan is wel dat de gegevens betrekking hebben op *bedrijven* in Vlaanderen. Er wordt dus geen rekening gehouden met Vlamingen die in Brussel of Wallonië werken. Het absentisme van Walen en Brusselaars die in Vlaanderen werken wordt wel meegenomen.
- Voor de berekening van de waarde van verloren gegane huishoudelijke arbeid nemen we de PWA cheques als benedengrens. Er wordt dus, wegens gebrek aan bruikbare gegevens, geen rekening gehouden met de kost van de kinderopvang of met de waarde van de informele verzorging.
- We gaan er van uit dat vervuiling door PM en ozon in Vlaanderen niet leidt tot een verlies van productieve levensjaren wegens voortijdig overlijden. Dit wil niet zeggen dat er geen kost verbonden is aan dit overlijden, maar wel dat we ons zullen beperken tot de kosten bekomen uit de WTP studies.

De belangrijkste databeperking voor dit specifieke probleem ligt waarschijnlijk in het gebrek aan gestandaardiseerde gegevens over de kost van kinderopvang, en over de productiviteitsverliezen bij ambtenaren, zelfstandigen en bij de niet-actieven. Een alternatieve schatting van de verloren gegane professionele arbeid aan de hand van de FCM zou ook interessant zijn.

## 8.4 TRANSFERS VAN BESTAANDE WTP STUDIES

Hoofdstuk 6 bood een overzicht van hoe de eindwaarden voor de morbiditeit- en mortaliteitseffecten die het onderwerp uitmaken van deze studie doorheen de tijd zijn geëvolueerd. Dit overzicht toonde aan dat de eenheidswaarden voor morbiditeitseffecten grotendeels waren afgeleid voor impactanalyses op het EU niveau, en dat weinig analyses op nationaal niveau waren ondernomen.

In het geval van de schattingen van de betalingsbereidheid voor het vermijden van aan morbiditeit gerelateerde pijn en lijden, zijn de resultaten grotendeels afgeleid uit één enkele studie (Ready et al. 2004), die een uitgedrukte voorkeurmethode heeft toegepast op vijf landen binnen de EU (zie sectie 5.3.3 voor een beschrijving van de methodologie). In de CAFE en ExternE studies werden de resultaten voor deze vijf landen gecombineerd en getransfereerd naar andere EU landen. Bovendien werd deze studie 10 jaar geleden uitgevoerd. Het is niet duidelijk of ze na een dergelijke tijdsspanne mag toegepast worden zonder aanpassingen. Twee lopende EC projecten pakken dit probleem enigszins aan, maar blijven beperkt tot één of twee gezondheidseffecten.

De chronische en acute mortaliteitseffecten werden zeer lang gebaseerd op data die afgeleid waren in een niet aan luchtvervuiling gerelateerde context (vooral arbeidsmarkt en markten voor consumptiegoederen). Twee projecten gefinancierd door de Europese Commissie, NewExt en NEEDS, hebben recent schattingen geleverd voor de Waarde van een Statistisch Leven (VSL) en voor de Waarde van een Levensjaar (voor respectievelijk drie en acht landen). De omvang van de steekproef per land was relatief klein (gemiddeld 300 voor NewExt en 100 voor NEEDS). Er is behoorlijk wat debat met betrekking tot fundamentele methodologische problemen. Aangezien de context (luchtvervuiling) wordt gespecificeerd in de vragenlijst, is het bijvoorbeeld zeer onduidelijk in welke mate de resultaten robuust zijn.

Het voorwerp van deze sectie bestaat in een meer gedetailleerd onderzoek van de kwaliteit van het empirisch werk met betrekking tot de waardering van specifieke gezondheidseffecten behandeld in hoofdstuk 6. Bovendien wordt er ook gekeken naar de mate waarin dit empirisch werk kan toegepast worden voor beleidsondersteuning in Vlaanderen. De voornaamste taken omvatten:

- Inventariseren van de essentiële socio-economische informatie eigen aan de Vlaamse context
- Toepassing van de beschikbare waarderingsresultaten in de Vlaamse context, gebruik makende van waardetransfertechnieken, met inbegrip van eenheidswaarde-transfer, waarderingsfunctie-transfer en meta-analyse-transfer.

#### **8.4.1 Doelstelling**

Het doel van deze sectie bestaat in het schatten van eenheidswaarden die kunnen gebruikt worden in beleidsstudies die betrekking hebben op luchtvervuiling in Vlaanderen. Deze eenheidswaarden dienen bekomen te worden voor al de gezondheidseffecten die gebruikt worden in de CAFE analyse. In deze oefening wensen we specifiek waarden af te leiden en aan te bevelen met betrekking tot het niet-markt gedeelte van de bereidheid tot betalen, namelijk deze om pijn en lijden te vermijden. De reële kosten (COI) en opportuiniteitskosten (absenteïsme) worden berekend op basis van marktgegevens en worden hierboven behandeld.

#### **8.4.2 Globale methode**

In hoofdstuk 5 en 6 van het project hebben we een overzicht aangeboden van de relatieve voor- en nadelen van de verschillende methoden die worden gebruikt om een schatting te bekomen van de term "pijn en lijden" in de gezondheidseindpunten die we hier behandelen. Op basis van gelijkaardige bedenkingen, zowel in het kader van onderzoek als van beleidsvoorbereiding, heeft recent onderzoek in Europa (en elders) vooral gebruik gemaakt van uitgedrukte voorkeurmethode. Deze maken gebruik van enquêtes waarbij aan een representatieve steekproef van de bevolking wordt gevraagd wat hun bereidheid tot betalen is om bepaalde gezondheidseffecten te vermijden. Het valt buiten het bestek van deze opdracht om nieuwe enquêtes te houden in Vlaanderen. Onze bedoeling hier bestaat er in om na te zien in welke mate resultaten van bestaande studies (die elders werden ondernomen) op een betrouwbare manier in de Vlaamse context kunnen gebruikt worden. In de hierop volgende paragrafen geven we een overzicht van de verschillende benaderingen die mogelijk zijn voor een dergelijke waardetransfer.

Aangezien tijdstip en locatie van de oorspronkelijke studie verschillen van de nieuwe beleidscontext leidt waardetransfer altijd tot een toename van de onzekerheid in de schattingen. De cruciale vraag is dan: welke mate van (on)nauwkeurigheid is aanvaardbaar in een kosten-batenanalyse? Validiteitstesten van waardetransferprocedures hebben aangetoond dat de onzekerheid verbonden aan transfers door tijd en ruimte nogal groot kan zijn. Bijgevolg dient de analist bijzonder voorzichtig te zijn bij het gebruiken van waardetransfer in kosten-batenanalyse indien de kosten en baten dicht bij elkaar liggen.

De twee voornaamste benaderingen van waardetransfer zijn: **Eenheidswaarde-transfer** (met of zonder correcties voor inkomensverschillen) en **Functie-Transfer** (met inbegrip van Meta-analyse).

### 8.4.2.1 Eenheidswaarde-transfer

*Eenvoudige eenheidswaarde-transfer* is de gemakkelijkste benadering voor het transfereren van waardeschattingen. Deze benadering gaat uit van de veronderstelling dat het welzijn ondervonden door een gemiddeld individu op de locatie van de studie dezelfde is als deze ondervonden door het gemiddeld individu op de locatie waar de beleidsevaluatie betrekking op heeft. In dat geval kunnen we de schatting van de waarde (die vaak wordt uitgedrukt als gemiddelde betalingsbereidheid per huishouden per jaar) rechtstreeks overdragen van de locatie van de studie naar de locatie van de beleidsevaluatie.

De eenvoudige eenheidswaarde-transfer is niet geschikt wanneer de overdracht plaatsvindt tussen landen met uiteenlopende inkomens en prijzniveaus. In dat geval kan men gebruik maken van *eenheidswaarde-transfer met correctie voor inkomensverschillen*. Aangezien de meeste uitgedrukte-voorkeur waarderingstudies uitgevoerd zijn in ontwikkelde landen, is dit de standaardbenadering geworden bij het uitvoeren van kosten-batenanalyses van infrastructuurprojecten in ontwikkelingslanden. Dit is trouwens ook het geval bij het overdragen van eenheidswaarden met betrekking tot de waardering van reistijden wanneer uit onderzoek blijkt dat specifieke inkomenselasticiteiten moeten gebruikt worden voor de overdracht tussen landen.

De gecorrigeerde geschatte baat  $B_p'$  op de locatie van de beleidsevaluatie kan dan berekend worden als:

#### Vergelijking 1: Formule voor eenheidswaarde-transfer

$$B_p' = B_S \left( \frac{Y_p}{Y_S} \right)^\beta$$

Waar:

- $B_S$  de baat is die oorspronkelijk werd geschat op de locatie van de studie;
- $Y_S$  en  $Y_p$  de inkomens zijn, respectievelijk op de locatie van de studie en van de beleidsevaluatie;
- $\beta$  de inkomenselasticiteit is van de vraag naar het milieugoed in kwestie.

Er bestaan echter weinig empirische schattingen van hoe de inkomenselasticiteit  $\beta$  van de vraag naar milieugoeieren en gezondheidseffecten varieert met het inkomen.

We moeten bovendien voor ogen houden dat, zelfs indien men zou corrigeren voor verschillen in levensstandaard en prijsniveau tussen verschillende landen, dan nog zou dit geen rekening houden met verschillen in individuele voorkeuren, in de initiële milieukwaliteit en in de culturele en institutionele context tussen landen (of tussen delen van een land). Nieuw werk met betrekking tot de waardering van lawaai suggereert bijvoorbeeld dat andere factoren behalve het inkomen significant of zelfs dominant zullen zijn (Ready et al.).

### 8.4.2.2 Functietransfer

Wanneer men de **waardefunctiebenadering** gebruikt, dan specificeert men een empirisch verband (functie) tussen de betalingsbereidheid (WTP) enerzijds en kenmerken van de getroffen bevolking en het bestudeerde milieugoed. Voor een uitgedrukte voorkeur studie kan de waardefunctie als volgt worden geschreven:

#### Vergelijking 2: Waardefunctietransfer

$$WTP_{ij} = b_0 + b_1 G_j + b_2 H_{ij} + e$$

waarbij  $WTP_{ij}$  = de betalingsbereidheid is van gezin  $i$  op de *studielocatie*  $j$ ,  $G_j$  = de kenmerken zijn van het milieugoed op locatie  $j$ , en  $H_{ij}$  = de kenmerken zijn van huishouden  $i$  op locatie  $j$ , en  $b_0$ ,  $b_1$  en  $b_2$  de parameters zijn en  $e$  de stochastische term.

Om deze benadering te kunnen implementeren moet de analist een studie vinden in de literatuur met schattingen van de constante term  $b_0$  en van de parameters  $b_1$  and  $b_2$ . Vervolgens moet de analist gegevens verzamelen over de twee groepen onafhankelijke variabelen,  $G$  en  $H$ , op de locatie van de beleidsevaluatie. Door deze in te voeren in Vergelijking 2 berekent hij de betalingsbereidheid van gezinnen op de locatie van de beleidsevaluatie.

Het voornaamste probleem met de waarde-functiebenadering vloeit voort uit het mogelijk ontbreken van relevante variabelen in de WTP functie die in een specifieke studie werd geschat. Wanneer de schatting gebaseerd is op waarnemingen van een enkele studie die betrekking heeft op één of een beperkt aantal locaties, of op één specifieke wijziging in de milieukwaliteit, dan zullen deze onafhankelijke variabelen niet kunnen hernomen worden, wegens een gebrek aan variatie. Onderzoekers pakken dit probleem meestal aan door een studielocatie te kiezen die zoveel mogelijk lijkt op de locatie van de beleidsevaluatie.

De overdracht van een volledige **waardefunctie** is conceptueel verkiesbaar boven de overdracht van eenheidswaarden omdat bij functietransfer met meer informatie rekening wordt gehouden. In plaats van de waardefunctie van een enkele waarderingstudie te transfereren, kan men de resultaten van meerdere waarderingstudies combineren in een meta-analyse teneinde één gemeenschappelijke waardefunctie te schatten.

**Meta-analyse** is gebruikt om onderzoeksresultaten te synthetiseren en om de kwaliteit te verbeteren van overzichten van de waarderingliteratuur, met aangepaste eenheidswaarden als finaliteit. In een meta-analyse worden verschillende oorspronkelijke studies geanalyseerd als een groep, waarbij het resultaat van elke individuele studie wordt behandeld als één enkele waarneming in een regressie analyse. Indien men meerdere resultaten per studie gebruikt, dan kan de meta-regressie op verschillende manieren worden gespecificeerd om rekening te houden met dergelijke paneleffecten. Om aangepaste eenheidswaarden te construeren kunnen we de resulterende regressievergelijkingen combineren met de onafhankelijke variabelen die de locatie van de beleidsevaluatie beschrijven. De regressie in een meta-analyse zou dezelfde vorm aannemen als Vergelijking 2 maar met een toegevoegde onafhankelijke variabele;  $C_s$  = kenmerken van studie  $s$  (de afhankelijke variabele wordt dan  $WTP_s$  = gemiddelde betalingsbereidheid in studie  $s$ ).

### **8.4.2.3 Toepassingen binnen de EU**

Waardetransfer wordt wijdverspreid gebruikt in kostenbaten analyses van transport- en energieprojecten enerzijds en voor beleidsevaluatie op Europees en nationaal niveau anderzijds. Daarbij wordt frequent gebruik gemaakt van eenheidswaarden voor effecten zoals tijdskosten, lawaai, kosten verbonden aan ongelukken (zowel mortaliteit als morbiditeit) en soms ook voor effecten te wijten aan lokale luchtvervuiling. Dit betekent dat men er van uit gaat dat Europese of nationale waarden constant zijn binnen de EU of het betrokken land. Met andere woorden, men gebruikt eenheidswaardenoverdracht zonder correcties voor verschillen in vermogen, milieutoestand, gezondheidstoestand enz. binnen de relevante geografische zone. Om eenheidswaarden over te brengen van land tot land wordt er wel vaak gecorrigeerd voor het inkomen. Tot nog toe is er weinig gebruik gemaakt van waardefunctie-overdracht, noch van individuele studies noch van meta-analyses van verschillende studies. Dit is voornamelijk te wijten aan de complexiteit van de gebruikte analyse-instrumenten enerzijds en aan de vereisten met betrekking tot de data anderzijds.

### 8.4.3 Mortaliteit

Het projectteam heeft toegang tot de datasets gebruikt in volgende studies:

- Markandya et al. (2004), uit het door de Europese Commissie gefinancierde project "New Elements for the Assessment of External Costs from Energy Technologies" (NEWEXT),
- Rabl et al. (2006) uit het project "New Energy Externalities Development for Sustainability" (NEEDS).

Deze studies gebruiken monetaire waarderingen van luchtkwaliteit om de beleidsvoorbereiding op Europees niveau te informeren. De NEWEXT studie ligt aan de basis van de waarden die gebruikt worden in de CAFE kosten-batenanalyse terwijl de resultaten van NEEDS verdere ondersteuning bieden voor deze waarden. Het gaat hier over de meest recente studies die mortaliteitseffecten waarderen.

Dankzij onze toegang tot de datasets hebben we een waardefunctie-overdracht kunnen toepassen om de mortaliteitseffecten in een Vlaamse context te kunnen schatten. We vergelijken vervolgens de resultaten van deze analyse met deze bekomen aan de hand van een eenvoudige waardetransfer.

#### 8.4.3.1 NEEDS data analyse

In NEEDS werd de betalingsbereidheid berekend voor 2 verschillende toenames in de levensverwachting (6 en 3 maanden), voortvloeiend uit mogelijke beleidsmaatregelen die zouden kunnen leiden tot een afname van de luchtvervuiling (zie ook sectie 6.1). De enquête werd gehouden in negen verschillende landen – Verenigd Koninkrijk, Frankrijk, Duitsland, Polen, Tsjechische Republiek, Hongarije, Zwitserland, Spanje en Denemarken.

We hebben WTP functies berekend voor 3 verschillende steekproeven:

- de 9 landen samengevoegd
- het VK en Frankrijk samen
- Frankrijk alleen

De beslissing om deze 3 steekproeven te gebruiken kan als volgt gestaafd worden. De samengevoegde steekproef werd gekozen om gebruik te maken van de grootst mogelijke steekproefomvang. De Franse steekproef werd gekozen omwille van de nabijheid met Vlaanderen en omdat het direct kan vergeleken worden met de NewExt resultaten voor Frankrijk. De gecombineerde steekproef (VK en Frankrijk) wordt gebruikt omdat hierdoor de omvang van de steekproef toeneemt ten opzichte van de situatie waar de steekproef alleen Frankrijk omvat, omdat deze steekproef in principe vergelijkbaar is met de resultaten van NewExt en omdat het over 2 Noord-Europese landen gaat.

Voor elke steekproef hebben we een regressie uitgevoerd van de individuele WTP (die verondersteld wordt overeen te komen met het midden van het interval waarin de echte WTP ligt) ten opzichte van de beschikbare socio-economische variabelen. Vervolgens hebben we voor elke steekproef deze variabelen verwijderd die geen significante bijdrage leverden in het verklaren van de WTP.

Voor elke steekproef hebben we bijgevolg een ander model bekomen.

Het algemene model is:

$$WTP_{\text{region}} = \alpha + \beta X + \varepsilon$$

waar:



WTP<sub>region</sub> WTP voor een toename van de levensverwachting met respectievelijk 6 of 3 maanden;

Region 9-landen samengevoegd; VK en Frankrijk; Frankrijk

X vector van socio-economische variabelen:

Income gemiddeld gezinsinkomen;

Age gemiddelde leeftijd van de populatie;

Male percentage mannen in de populatie;

Smoker percentage van de populatie die rookt of samenleeft met een roker;

Educsuperior percentage van de bevolking met een hogere opleiding;

peopleHH gemiddeld aantal mensen per gezin;

homeown percentage van de bevolking dat eigenaar is van de gezinswoning.

Na schatting van de relevante coëfficiënten ( $\alpha$  ;  $\beta$ ) hebben we de overeenkomende socio-economische variabelen voor Vlaanderen ingevuld in de vergelijking en de overgedragen WTP voor Vlaanderen bekomen.

De modelresultaten voor de drie steekproeven en overeenkomende met de WTP voor 6 en 3 maanden respectievelijk worden getoond in Tabel 8-6 tot Tabel 8-11.

**Tabel 8-6: Model run: 9-landen samengevoegd – WTP 6 maanden levensverwachting**

| Linear regression |          |                  |      |       |                      |          |
|-------------------|----------|------------------|------|-------|----------------------|----------|
|                   |          |                  |      |       | Number of obs =      | 1165     |
|                   |          |                  |      |       | F( 3, 1161) =        | 20.15    |
|                   |          |                  |      |       | Prob > F             | = 0.0000 |
|                   |          |                  |      |       | R-squared            | = 0.0399 |
|                   |          |                  |      |       | Root MSE             | = 42.053 |
| WTP6M             | Coef.    | Robust Std. Err. | t    | P> t  | [95% Conf. Interval] |          |
| Income            | .0037957 | .0008788         | 4.32 | 0.000 | .0020715             | .0055198 |
| male              | 5.726411 | 2.514661         | 2.28 | 0.023 | .7926223             | 10.6602  |
| educsuperior      | 7.873097 | 2.855682         | 2.76 | 0.006 | 2.270222             | 13.47597 |
| _cons             | 17.17741 | 2.180387         | 7.88 | 0.000 | 12.89947             | 21.45535 |

**Tabel 8-7: Model run: VK en Frankrijk– WTP 6 maanden levensverwachting**

| Linear regression |          |                  |      |       |                      |          |
|-------------------|----------|------------------|------|-------|----------------------|----------|
|                   |          |                  |      |       | Number of obs =      | 204      |
|                   |          |                  |      |       | F( 3, 201) =         | 55.68    |
|                   |          |                  |      |       | Prob > F             | = 0.0000 |
|                   |          |                  |      |       | R-squared            | = 0.4942 |
|                   |          |                  |      |       | Root MSE             | = 32.37  |
| WTP6M             | Coef.    | Robust Std. Err. | t    | P> t  | [95% Conf. Interval] |          |
| Income            | .0025509 | .0010761         | 2.37 | 0.019 | .0004291             | .0046727 |
| age               | .3556688 | .0802795         | 4.43 | 0.000 | .1973708             | .5139669 |
| educsuperior      | 10.43966 | 4.295214         | 2.43 | 0.016 | 1.970199             | 18.90912 |

**Tabel 8-8: Model run: Frankrijk – WTP 6 maanden levensverwachting**

```
-----
```

|                   |  |  |  |  |                 |        |
|-------------------|--|--|--|--|-----------------|--------|
| Linear regression |  |  |  |  | Number of obs = | 70     |
|                   |  |  |  |  | F( 2, 68) =     | 36.22  |
|                   |  |  |  |  | Prob > F =      | 0.0000 |
|                   |  |  |  |  | R-squared =     | 0.5588 |
|                   |  |  |  |  | Root MSE =      | 34.866 |

```
-----
```

| WTP6M        | Coef.    | Robust<br>Std. Err. | t    | P> t  | [95% Conf. Interval] |         |
|--------------|----------|---------------------|------|-------|----------------------|---------|
| Income       | .00873   | .0028324            | 3.08 | 0.003 | .003078              | .014382 |
| educsuperior | 19.46025 | 7.612074            | 2.56 | 0.013 | 4.270588             | 34.6499 |

```
-----
```

**Tabel 8-9: Model run: 9-landen samengevoegd – WTP 3 maanden levensverwachting**

```
-----
```

. /\* --- 3 months LE - pooled data --- \*/;

|                   |  |  |  |  |                 |        |
|-------------------|--|--|--|--|-----------------|--------|
| Linear regression |  |  |  |  | Number of obs = | 922    |
|                   |  |  |  |  | F( 4, 918) =    | 128.08 |
|                   |  |  |  |  | Prob > F =      | 0.0000 |
|                   |  |  |  |  | R-squared =     | 0.3531 |
|                   |  |  |  |  | Root MSE =      | 35.574 |

```
-----
```

| WTP3M   | Coef.    | Robust<br>Std. Err. | t    | P> t  | [95% Conf. Interval] |          |
|---------|----------|---------------------|------|-------|----------------------|----------|
| Income  | .0055749 | .0006944            | 8.03 | 0.000 | .0042122             | .0069377 |
| age     | .145215  | .0380676            | 3.81 | 0.000 | .0705053             | .2199246 |
| male    | 6.307389 | 2.354659            | 2.68 | 0.008 | 1.686249             | 10.92853 |
| homeown | 4.775866 | 2.117476            | 2.26 | 0.024 | .6202111             | 8.931521 |

```
-----
```

**Tabel 8-10: Model run: VK en Frankrijk – WTP 3 maanden levensverwachting**

```
-----
```

|                   |  |  |  |  |                 |        |
|-------------------|--|--|--|--|-----------------|--------|
| Linear regression |  |  |  |  | Number of obs = | 204    |
|                   |  |  |  |  | F( 3, 201) =    | 40.19  |
|                   |  |  |  |  | Prob > F =      | 0.0000 |
|                   |  |  |  |  | R-squared =     | 0.4201 |
|                   |  |  |  |  | Root MSE =      | 25.535 |

```
-----
```

| WTP3M        | Coef.    | Robust<br>Std. Err. | t    | P> t  | [95% Conf. Interval] |          |
|--------------|----------|---------------------|------|-------|----------------------|----------|
| Income       | .0020583 | .0008468            | 2.43 | 0.016 | .0003886             | .003728  |
| age          | .2361049 | .0603627            | 3.91 | 0.000 | .1170795             | .3551303 |
| educsuperior | 5.93886  | 3.262944            | 1.82 | 0.070 | -.4951322            | 12.37285 |

```
-----
```

**Tabel 8-11: Model run: Frankrijk – WTP 3 maanden levensverwachting**

```
-----
```

|                   |  |  |  |  |                 |        |
|-------------------|--|--|--|--|-----------------|--------|
| Linear regression |  |  |  |  | Number of obs = | 70     |
|                   |  |  |  |  | F( 2, 68) =     | 20.40  |
|                   |  |  |  |  | Prob > F =      | 0.0000 |
|                   |  |  |  |  | R-squared =     | 0.4126 |
|                   |  |  |  |  | Root MSE =      | 29.642 |

```
-----
```

| WTP3M        | Coef.    | Robust<br>Std. Err. | t    | P> t  | [95% Conf. Interval] |          |
|--------------|----------|---------------------|------|-------|----------------------|----------|
| Income       | .0057788 | .0023621            | 2.45 | 0.017 | .0010653             | .0104924 |
| educsuperior | 11.62892 | 6.395112            | 1.82 | 0.073 | -1.132323            | 24.39017 |

```
-----
```

Tabel 8-12 geeft de gemiddelde WTP voor Vlaanderen weer die men bekomt door het invoeren van Vlaamse socio-economische gegevens in de regressieresultaten. Ter vergelijking geven we in Tabel 8-13 de resultaten bekomen in de oorspronkelijke NEEDS studie voor het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en de negen landen in de samengevoegde steekproef.

De waarden bekomen aan de hand van de Franse WTP functie zijn verrassend hoog en zouden kunnen verklaard worden door de kleine omvang van de steekproef (70 waarnemingen). Daarom zouden we weinig gewicht willen toekennen aan deze resultaten.

De resultaten voor de WTP voor een met 3 maanden verlengde levensverwachting (bekomen aan de hand van de samengevoegde steekproef met 9 landen) zijn ook hoog. Een mogelijke verklaring hiervoor ligt in het relatief hoog aandeel van de bevolking met een hogere opleiding en in het relatief hoog inkomen per capita in Vlaanderen. Daardoor worden de naar Vlaanderen overgedragen waarden opgedreven.

De resultaten van de gecombineerde VK-Frankrijk steekproef liggen dicht bij de gemiddelde waarden gevonden in de samengevoegde steekproef (die qua orde van grootte in het interval €25.000 - €45.000 liggen, zie Tabel 8-13).

**Tabel 8-12: Overgedragen WTP schattingen – Vlaanderen**

| Deelsteekproef uit NEEDS | Toename van de levensverwachting | WTP (€/maand) | VOLY <sup>(a)</sup> |
|--------------------------|----------------------------------|---------------|---------------------|
| 9 landen steekproef      | 6 maanden                        | 83,68         | 60.250              |
|                          | 3 maanden                        | 97,73         | 140.728             |
| VK en Frankrijk          | 6 maanden                        | 58,81         | 42.341              |
|                          | 3 maanden                        | 44,30         | 63.792              |
| Frankrijk                | 6 maanden                        | 147,03        | 105.863             |
|                          | 3 maanden                        | 96,71         | 139.268             |

Opmerkingen:

- $VOLY = WTP * (12/maandenWTP) * 12 * \text{overblijvende levensverwachting}$
- De overblijvende levensverwachting wordt verondersteld gelijk te zijn aan 30 jaar

**Tabel 8-13: Oorspronkelijke resultaten per land (NEEDS)**

| Land                | VOLY (3 maanden WTP) € | VOLY (6 maanden WTP) € |
|---------------------|------------------------|------------------------|
| Frankrijk           | 36.313                 | 27.351                 |
| VK                  | 42.015                 | 30.139                 |
| <i>Samengevoegd</i> | 42.197                 | 27.642                 |

In het kader van de NEEDS studie werd de validiteit van de waarde-overdracht getest door de resultaten bekomen aan de hand van overdrachtstechnieken te vergelijken met de enquêtes gehouden in een specifiek land. Aangezien de verklarende waarde van de WTP functie laag werd bevonden, besloot men dat eenheidswaarde-overdrachten accurater waren dan functie-overdrachten. De overdrachtfouten voor de gemiddelde WTP waren het laagste voor de eenvoudige eenheidswaarde-overdracht, met een gemiddelde van 21-29% voor de samengevoegde steekproef. Eenheidsoverdrachten met aanpassingen voor het inkomen (en een inkomenselasticiteit gelijk aan 1) presteren minder goed (een overdrachtfout

van 36-41%), en de overdrachtfout werd zelfs groter wanneer de geschatte inkomenselasticiteiten werden toegepast (i.e. een overdrachtfout van 67-72%).

Bijgevolg zouden we in de Vlaamse context aanbevelen om veel gewicht toe te kennen aan de niet-aangepaste resultaten gebaseerd op de samengevoegde steekproef van negen landen.

### 8.4.3.2 *NewExt data analyse*

Sectie 6.1 zette uiteen hoe de resultaten van NewExt werden gebruikt in de CAFE kosten-baten analyse. In NewExt werden WTP waarden afgeleid uit drie enquêtes die simultaan werden gehouden in het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en Italië, aan de hand van een gemeenschappelijke vraagstelling. Deze vraagstelling werd ontworpen om WTP waarden te bekomen voor een afname van het mortaliteitsrisico. Aan de deelnemers werd gevraagd om een waardering te hechten aan:

- Een onmiddellijke afname van het risico op overlijden in de komende tien jaar met 5 op 1000
- Een onmiddellijke afname van het risico op overlijden in de komende tien jaar met 1 op 1000
- Een afname van het risico met 5 op 1000 op 70 jaar<sup>97</sup>.

We hebben dezelfde benadering gebruikt als degene die we gebruikt hebben voor de NEEDS gegevens: we hebben een regressie uitgevoerd van de verschillende WTP in functie van de socio-economische variabelen in drie steekproeven: het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en de samengevoegde steekproef van de drie landen (het Verenigd Koninkrijk, Frankrijk en Italië). Voor de samengevoegde steekproef met drie landen hebben we gebruik gemaakt van de regressieanalyse in Alberini, Hunt and Markandya (2006). De auteurs gebruikten het inkomen als enige verklarende variabele voor de WTP – dit was te wijten aan verschillen tussen de datasets die een volledige vergelijkbaarheid onmogelijk maakte. De auteurs zijn evenmin in staat geweest om de datasets voor het VK en Frankrijk samen te voegen omdat er tussen de twee steekproeven verschillen waren met betrekking tot de variabelen die werden gebruikt in de analyse.

Voor de regressieanalyse in het Verenigd Koninkrijk en Frankrijk werd verondersteld dat de WTP een Weibull distributie volgt (dezelfde distributie als in Alberini et al. 2006). De auteurs hebben volgend algemeen model gebruikt:

$$\log(WTP_{\text{region}}) = \alpha + \beta X + \varepsilon$$

Waarbij:

$WTP_{\text{region}}$  WTP voor een afname van het risico met 1-1000 of 5-1000;

Region Verenigd Koninkrijk; Frankrijk

X vector van socio-economische variabelen:

Income gemiddeld gezinsinkomen;

Age gemiddelde leeftijd van de bevolking;

Male percentage mannen in de populatie;

Educsuperior percentage van de bevolking met een hogere opleiding.

<sup>97</sup> De schattingen gebaseerd op een afname van het risico met 5 op 1000 op 70 jaar stelden een aantal problemen qua interpretatie. We hebben daarom besloten daar verder geen gebruik van te maken.

In de regressieanalyse waarbij enkel gebruik werd gemaakt van gegevens uit het Verenigd Koninkrijk – zie Tabel 8-14 en Tabel 8-15 – bleken het inkomen en andere socio-economische variabelen geen statistisch significante invloed uit te oefenen. Dezelfde opmerking gaat op met betrekking tot de Franse gegevens (zie Tabel 8-16 en Tabel 8-17).

**Tabel 8-14: Model run: Verenigd Koninkrijk – WTP voor een onmiddellijke afname van het risico op overlijden in de komende tien jaar met 5 op 1000**

```
-----
Weibull regression -- accelerated failure-time form

No. of subjects      =          114          Number of obs      =          114
No. of failures      =          114
Time at risk         =          17285

                                Wald chi2(2)      =          5.86
Log pseudolikelihood = -108.45927          Prob > chi2       =          0.0535
-----
```

```
-----
              |               Robust
              |               Coef.   Std. Err.      z    P>|z|    [95% Conf. Interval]
-----+-----
      income |   1.48e-06   2.71e-06     0.55   0.585   -3.83e-06   6.78e-06
educsuperior | -0.3391769   .1415884    -2.40   0.017   -0.616685  -0.0616687
      _cons  |   5.149136   .0779729    66.04   0.000   4.996312   5.30196
-----+-----
      /ln_p  |   .7056702   .1001809     7.04   0.000   .5093193   .9020211
-----+-----
              |               p               [95% Conf. Interval]
              |               Coef.   Std. Err.      z    P>|z|
-----+-----
              |   2.025204   .2028866     10.00   0.000   1.664158   2.464579
      1/p    |   .4937775   .0494671     9.90   0.000   .4057488   .6009045
-----
```

**Tabel 8-15: Model run: Verenigd Koninkrijk – WTP voor een onmiddellijke afname van het risico op overlijden in de komende tien jaar met 1 op 1000**

-----  
Weibull regression -- accelerated failure-time form

```

No. of subjects      =           99           Number of obs   =           99
No. of failures      =           99
Time at risk        =          14240

                                           Wald chi2(1)      =           0.23
Log pseudolikelihood = -113.50717          Prob > chi2       =           0.6298

```

```

-----
              |               Robust
              |               +-----+
              |               Coef.   Std. Err.   z   P>|z|   [95% Conf. Interval]
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
income |   1.38e-06   2.86e-06   0.48  0.630   -4.23e-06   6.99e-06
_cons  |   5.039252   .0951366   52.97  0.000   4.852787   5.225716
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
/ln_p  |   .5139621   .1035159   4.97  0.000   .3110746   .7168496
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+
p      |   1.671902   .1730685           1.364891   2.047971
1/p    |   .5981211   .0619151           .4882881   .7326592
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+

```

De resultaten waarbij gebruikt werd gemaakt van de Franse data vertonen hetzelfde patroon: de socio-economische variabelen (met inbegrip van het inkomen) hebben geen statistisch significante invloed. Hieronder tonen we de resultaten van een minimalistisch model met enkel het inkomen<sup>98</sup> als onafhankelijke variabele:

<sup>98</sup> Van alle socio-economische variabelen was deze het meest significant.

**Tabel 8-16: Model run: Frankrijk – WTP voor een onmiddellijke afname van het risico op overlijden in de komende tien jaar met 5 op 1000**

-----  
 Weibull regression -- accelerated failure-time form

```

No. of subjects      =          58             Number of obs      =          58
No. of failures     =          58
Time at risk        =         90750

                                           Wald chi2(1)       =          0.06
Log pseudolikelihood =   -69.451898           Prob > chi2        =          0.8103
  
```

```

-----
              |             Robust
              |             Coef.  Std. Err.   z    P>|z|    [95% Conf. Interval]
-----+-----
income |   1.35e-06   5.60e-06    0.24  0.810   -9.64e-06   .0000123
_cons  |   7.435374   .1356969   54.79  0.000    7.169413   7.701335
-----+-----
/ln_p  |   .4300679   .1106955    3.89  0.000    .2131087   .6470271
-----+-----
p      |   1.537362   .1701791                1.237519   1.909855
1/p    |   .6504649   .0720035                .5236001   .8080683
-----
  
```

**Tabel 8-17: Model run: Frankrijk – WTP voor een onmiddellijke afname van het risico op overlijden in de komende tien jaar met 1 op 1000**

-----  
Weibull regression -- accelerated failure-time form

|                      |   |            |               |   |        |
|----------------------|---|------------|---------------|---|--------|
| No. of subjects      | = | 77         | Number of obs | = | 77     |
| No. of failures      | = | 77         |               |   |        |
| Time at risk         | = | 126750     |               |   |        |
|                      |   |            | Wald chi2(1)  | = | 1.47   |
| Log pseudolikelihood | = | -88.807857 | Prob > chi2   | = | 0.2256 |

-----

|        |          | Robust    |       |       |                      |          |
|--------|----------|-----------|-------|-------|----------------------|----------|
| _t     | Coef.    | Std. Err. | z     | P> z  | [95% Conf. Interval] |          |
| income | 4.69e-06 | 3.87e-06  | 1.21  | 0.226 | -2.89e-06            | .0000123 |
| _cons  | 7.428724 | .1078469  | 68.88 | 0.000 | 7.217348             | 7.6401   |
| /ln_p  | .4855133 | .1029986  | 4.71  | 0.000 | .2836397             | .6873868 |
| p      | 1.625009 | .1673737  |       |       | 1.327954             | 1.988512 |
| 1/p    | .6153812 | .0633834  |       |       | .5028885             | .7530379 |

-----

Uit testen is gebleken dat de antwoorden op de vragen met betrekking tot het reduceren van het overlijdensrisico met 5 op 1000 het meest betrouwbaar waren. Daarom zullen we ons vanaf nu beperken tot een verdere discussie van die resultaten.

Aangezien het inkomen noch in Frankrijk noch in het Verenigd Koninkrijk een statistisch significante invloed uitoefende op de WTP, dient men voorzichtig om te gaan met de resultaten gebaseerd op de data van deze landen afzonderlijk genomen. Daarom, maar ook omwille van de intrinsieke voordelen verbonden aan een grotere steekproef, verkiezen wij meer gewicht toe te kennen aan de resultaten gebaseerd op de samengevoegde steekproef van drie landen (zie Tabel 8-18). Tabel 8-18 toont dat de WTP afneemt voor de oudste respondenten in de steekproef – hun WTP ligt 25% lager dan deze van andere respondenten. De regressiecoëfficiënt voor respondenten boven de 70 is echter niet statistisch significant. Mannen en mensen met een hogere opleiding hebben een lichtje lagere WTP maar deze effecten zijn evenmin statistisch significant. Kanker of chronische ziektes beïnvloeden WTP niet als dusdanig, maar het is interessant om op te merken dat mensen die tijdens de laatste 5 jaar gehospitaliseerd werden wegens cardiovasculaire of respiratoire ziekten een WTP vertonen die 2 keer zo hoog ligt als bij anderen.



**Tabel 8-18: Model run met 3 landen samengevoegd: WTP voor een onmiddellijke afname van het risico op overlijden in de komende tien jaar met 5 op 1000**

|                                                                                            | Coef.             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Constante term                                                                             | 6,5943** (0,3346) |
| Inkomen van het huishouden, in 2002 k€                                                     | 0,0103** (0,0036) |
| Leeftijd 50-59                                                                             | -0,0628 (0,1911)  |
| leeftijd 60-69                                                                             | 0,0441 (0,2019)   |
| Leeftijd 70 of ouder                                                                       | -0,2127 (0,2566)  |
| Man                                                                                        | -0,1820 (0,1439)  |
| Opleiding                                                                                  | -0,0179 (0,0227)  |
| Chronische ziekte (cardiovasculair of ademhaling)                                          | 0,0400 (0,1533)   |
| Is de afgelopen 5 jaren in spoed opgenomen wegens cardiovasculaire of ademhalingsproblemen | 0,7275** (0,2849) |
| Heeft kanker of heeft kanker gehad                                                         | 0,4334 (0,3188)   |
| Vormparameter ( $\theta$ )                                                                 | 0,7318            |

\* = significant (95% betrouwbaarheidsinterval); \*\* = significant (99% betrouwbaarheidsinterval); (standaardafwijking tussen haakjes).

Indien we de Vlaamse socio-economische gegevens invoeren in de regressieresultaten voor NewExt bekomen we de Vlaamse WTP (zie Tabel 8-19). Deze kunnen vergeleken worden met de waarden bekomen in de CAFE kosten-batenanalyse (zie Tabel 8-20). Het is duidelijk dat veel van de overgedragen Vlaamse waarden in de lijn liggen van de waarden die in CAFE gebruikt werden. Net zoals in de originele NewExt analyse is alleen de gemiddelde WTP voor de afname van het risico met 1 op 1000 in het Verenigd Koninkrijk en in Frankrijk substantieel hoger; net als in de CAFE analyse wordt voorgesteld er geen rekening mee te houden.

Indien we, zoals hierboven gesuggereerd, gebruik maken van het interval voor de VSL gebaseerd op de samengevoegde steekproef van drie landen (tussen €0,83m en €2,13m), dan zou dit overeenkomen met een VOLY van bij benadering €45.000 en €125.000. Deze waarden worden afgeleid door gebruik te maken van een formule om veranderingen in de probabiteit van overlijden om te zetten in veranderingen in de levensverwachting. Deze formule werd afgeleid in Rabl (2002). Rabl maakt gebruik van bevolkingsstatistieken op het niveau van de EU om, per leeftijd en geslacht, af te leiden welke verandering in levensverwachting overeenkomt met een afname van het risico op vroegtijdig overlijden met 5 op 1000. Hieruit blijkt, bijvoorbeeld, dat een persoon van 55 jaar een equivalent van 40 dagen zal winnen indien het risico afneemt met 5 op 1000.

**Tabel 8-19: Overgedragen NewExt WTP schattingen voor Vlaanderen (prijzen van 2007)**

| NewExt steekproef     | Afname van het risico | WTP (€/jaar) | VSL <sup>(a)</sup> |
|-----------------------|-----------------------|--------------|--------------------|
| 3 landen samengevoegd | 5 in 1000 gemiddeld   | 1.064        | 2.128.263          |
|                       | 5 in 1000 mediaan     | 412          | 825.808            |
|                       |                       |              |                    |
| Verenigd Koninkrijk   | 5 in 1000 gemiddeld   | 477          | 955.605            |
|                       | 5 in 1000 mediaan     | 111          | 222.194            |
|                       | 1 in 1000 gemiddeld   | 372          | 3.724.174          |
|                       | 1 in 1000 mediaan     | 133          | 1.335.708          |
|                       |                       |              |                    |
| Frankrijk             | 5 in 1000 gemiddeld   | 360          | 720.650            |
|                       | 5 in 1000 mediaan     | 150          | 300.484            |
|                       | 1 in 1000 gemiddeld   | 402          | 4.026.256          |
|                       | 1 in 1000 mediaan     | 152          | 1.523.346          |

Opmerking: (a) VSL = (WTP /risicoafname) \* 10 jaar

**Tabel 8-20: Waarden gebruikt in CAFE CBA: mortaliteit (prijzen van 2000)**

|                     | VSL        | VOLY     | Afgeleid uit             |
|---------------------|------------|----------|--------------------------|
| Mediaan (NewExt)    | €980.000   | €52.000  | Mediaanwaarde 5:1000     |
| Gemiddelde (NewExt) | €2.000.000 | €120.000 | Gemiddelde waarde 5:1000 |

#### 8.4.4 Morbiditeit

Zoals uitgelegd in sectie 6.1, werden de waarden voor morbiditeitseffecten gebruikt in de CAFE kosten-baten analyse vooral afgeleid uit Ready et al. (2004). Deze studie is de meest recente oorspronkelijke studie en is ook de meest verfijnde vanuit een methodologisch standpunt. De enquête werd in 5 landen gehouden: het Verenigd Koninkrijk, Spanje, Noorwegen, Nederland en Portugal. We hebben geen toegang tot de data die gebruikt werden in deze studie. Bijgevolg dienen we ons te beperken tot een eenheidswaardenoverdracht. We moeten echter opmerken dat er validiteitstesten met betrekking tot de waardetransfer werden gehouden in de vijf landen waar de enquête werd gehouden. Hieruit bleek dat de fout verbonden aan de overdracht met betrekking tot de waardering van ademhalingsproblemen (die door luchtvervuiling kunnen veroorzaakt worden) min of meer 37-39 % bedroeg wanneer men de gemiddelde WTP om een symptoom te vermijden in een land afleidde uit de gegevens van de andere

landen. Deze geschatte overdrachtsfout dient dan vergeleken te worden met de variabiliteit (ongeveer 16%) in de oorspronkelijke schatting binnen een land.

In de validiteitstest voldeden eenheidswaardeoverdracht, eenheidswaarde-overdracht met aanpassing voor het inkomen<sup>99</sup> en waardefunctieoverdracht allemaal even goed (of slecht). De niet-verklaarde verschillen in waardering waren daarom te wijten aan andere factoren dan inkomen/koopkracht, opleidingsniveau, leeftijd, geslacht, aantal kinderen in het gezin en gezondheidsgerelateerde variabelen. Culturele factoren en attitudeverschillen speelden dus blijkbaar een belangrijke rol in het verklaren van verschillen tussen de landen. Het is geruststellend voor deze studie dat het gebruik van eenheidswaardeoverdracht geen onzekerheid toevoegt ten opzichte van een benadering met waardefunctieoverdracht.

De waarden die Ready et al. (2004) hebben bekomen voor het vermijden van pijn en lijden worden voor de verschillende gezondheidseffecten weergegeven in Tabel 8-21. Deze waarden verschillen in grote mate van de waarden in Tabel 6-9 omdat deze ook andere zorgkosten en absentie kosten in aanmerking neemt (bovenop de WTP om pijn en lijden te vermijden).

**Tabel 8-21: Samenvatting van de WTP om pijn en lijden te vermijden in CAFE (Watkiss et al. 2005)**

| Gezondheidseffect                                             | Centrale eenheidswaarde (€2007) |
|---------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| Hospitaalopname                                               | 507                             |
| Spoedopname wegens ademhalingsproblemen                       | 262                             |
| Huisartsbezoek omwille van astma                              | 16                              |
| Huisartsbezoek omwille van problemen van de lagere luchtwegen | 41                              |
| Ademhalingproblemen bij volwassene met astma                  | 151                             |
| Ademhalingproblemen bij kind met astma                        | 320                             |
| Gebruik van medicatie voor ademhalingsproblemen               | 1                               |
| Dagen met verminderde activiteit (werkende volwassene)        | 53                              |
| Dagen met verminderde activiteit (leeftijd > 65)              | 53                              |
| Dag met verminderde activiteit (bedlegerigheid)               | 53                              |
| Dag met verminderde activiteit (verloren werkdag)             | 44                              |
| Dag met lichte afname van de activiteit                       | 44                              |
| Dag met hoest                                                 | 44                              |
| Symptoomdag                                                   | 44                              |

<sup>99</sup> Aangezien nationale indices voor de koopkrachtpariteit niet representatief waren voor de steden waar de studies werden uitgevoerd, werd gebruik gemaakt van stadsspecifieke indices.

|                                      |         |
|--------------------------------------|---------|
| Verloren werkdag                     | 44      |
| Chronische bronchitis <sup>100</sup> | 216.800 |

De CAFE (2005) waarden voor de WTP worden als volgt overgedragen naar Vlaanderen:

$$WTP_{\text{Flanders}} = WTP_{\text{EU15}} * \left( \frac{GDP_{\text{Belgium}}}{GDP_{\text{EU15}}} \right)^e$$

Waarbij:

$WTP_{\text{EU15}}$  de Europese WTP om het specifiek gezondheidseffect te vermijden;

GDP BBP per capita (2005 prijzen in EUR) (EUROSTAT);

e inkomenselasticiteit van de WTP in Vlaanderen (verondersteld gelijk te zijn aan 1).

De resultaten worden weergegeven in Tabel 8-22. Deze waarden zouden moeten opgeteld worden bij de geschatte reële kosten die overeenkomen met de individuele gezondheidseffecten om de totale WTP af te leiden.

**Tabel 8-22: WTP om pijn en lijden te vermijden: overdracht naar Vlaanderen**

| Gezondheidseffect                                                    | Centrale eenheidswaarden<br>(€2007) | Centrale eenheidswaarden<br>(€2008) |
|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Hospitaalopname                                                      | 549                                 | 579                                 |
| Spoedopname wegens<br>ademhalingsproblemen                           | 284                                 | 299                                 |
| Huisartsbezoek omwille van<br>astma                                  | 18                                  | 19                                  |
| Huisartsbezoek omwille van<br>problemen van de lagere<br>luchtweegen | 45                                  | 47                                  |
| Ademhalingsproblemen bij<br>volwassene met astma                     | 163                                 | 172                                 |
| Ademhalingsproblemen bij kind<br>met astma                           | 346                                 | 365                                 |
| Gebruik van medicatie voor                                           | 1                                   | 1                                   |

<sup>100</sup> De waarden voor chronische bronchitis kunnen extreem hoog lijken, maar men moet voor ogen houden dat het hier gaat over een zware aandoening.

|                                                        |         |         |
|--------------------------------------------------------|---------|---------|
| ademhalingsproblemen                                   |         |         |
| Dagen met verminderde activiteit (werkende volwassene) | 58      | 61      |
| Dagen met verminderde activiteit (leeftijd > 65)       | 58      | 61      |
| Dag met verminderde activiteit (bedlegerigheid)        | 58      | 61      |
| Dag met verminderde activiteit (verloren werkdag)      | 48      | 51      |
| Dag met lichte afname van de activiteit                | 48      | 5       |
| Dag met hoest                                          | 48      | 51      |
| Symptoomdag                                            | 48      | 51      |
| Verloren werkdag                                       | 48      | 51      |
| Chronische bronchitis                                  | 234.731 | 247.405 |

#### 8.4.5 Conclusies en aanbevelingen

Dit hoofdstuk beschrijft hoe men eenheidswaarden kan bekomen voor gezondheidseffecten die kunnen gebruikt worden in het kader van het Vlaamse luchtbeleid. Voor eindpunten gelieerd aan vroegtijdige overlijdens hebben we ons gebaseerd op enquêtedata die verzameld werden in 2 recente onderzoeken waar gebruik werd gemaakt van uitgedrukte voorkeuren. We hebben vervolgens waardefuncties gecombineerd met Vlaamse socio-economische gegevens om WTP waarden af te leiden die overeenkwamen met de Vlaamse context.

Dit heeft ons in staat gesteld om een waardefunctie-overdracht toe te passen bovenop een eenvoudige eenheidswaarde-overdracht.

In de praktijk echter, heeft de analyse van de NEEDS data uitgewezen dat de omvang van de fouten bij het gebruik van een waardefunctie-overdracht groter waren dan deze bij het gebruik van eenheidswaarden-overdracht. De resultaten zijn statistisch robuuster indien men gebruik maakt van de grotere steekproef bekomen door het samenvoegen van data van de negen landen.

We bevelen daarom aan om de niet-gecorrigeerde NEEDS gegevens, gebaseerd op de samengevoegde steekproef van negen landen, te gebruiken als ondergrens voor het schatten van de waarde van een levensjaar (VOLY).

In het geval van de NewExt data worden de resultaten voor individuele landen negatief beïnvloed door de kleine omvang van de steekproeven. Geen enkele van de variabelen waarvan men zou kunnen verwachten dat ze de WTP beïnvloeden bleek significant te zijn. De analyse gebaseerd op de samengevoegde steekproef van drie landen resulteerde in schattingen van de waarde van een statistisch leven (VSL) van dezelfde orde van grootte als deze bekomen in voorgaande analyses (bijvoorbeeld, de kostenbaten analyse van CAFE). Hier bleken het inkomen en andere socio-economische variabelen wel een significante invloed uit te oefenen.

Een tweede aanbeveling is daarom om gebruik te maken van een waardefunctie-overdracht van de NewExt resultaten bekomen met de samengevoegde steekproef. Op basis daarvan kan dan een interval worden bekomen voor de VSL en een bovengrens voor de VOLY.

De aanbevolen waarden van de mortaliteitseffecten worden samengevat in Tabel 8-23.

**Tabel 8-23: Aanbevolen waarden voor de mortaliteitseindpunten (€, 2008 prijzen).**

|              | <b>VSL</b> | <b>VOLY</b> | <b>Afgeleid uit:</b> |
|--------------|------------|-------------|----------------------|
| Benedengrens | 966.778    | 28.458      | NewExt; NEEDS        |
| Bovengrens   | 2.481.009  | 145.599     | NewExt               |

Vroeger werk met de meest volledige en recente data gebruikt voor de waardering van morbiditeitseffecten (Ready et al. 2004) heeft aangetoond dat eenheidswaarde-overdracht waarschijnlijk even nauwkeurig zou zijn als functiewaardeoverdracht. We hebben daarom gebruik gemaakt van de methode van eenheidswaarde-overdracht voor het schatten van de "pijn en lijden" component van de WTP. Daarbij hebben we de resultaten toegepast van de samengevoegde vijf landen steekproef in Ready et al. De aanbevelingen met betrekking tot de waardering van "pijn en lijden" zijn daarom deze in Tabel 8-22.

Waardetransfer is een nuttig instrument om schattingen te bekomen van de WTP wanneer geen of weinig middelen beschikbaar zijn om oorspronkelijke "uitgedrukte voorkeur" studies te ondernemen op de locatie van de beleidsevaluatie. Hoewel de relevantie van waardetransfer als een betrouwbare en theoretisch gefundeerde techniek niet in vraag wordt gesteld, moeten we toch vermelden dat uit empirisch werk (e.g. Ready and Navrud, 2004) is gebleken dat de fout bij de overdracht (gedefinieerd als de afstand tussen de overgedragen schattingen en de WTP schattingen bekomen in oorspronkelijke "uitgedrukte voorkeur" studies) significant kan zijn.

In de praktijk weten we niet welke de omvang is van de echte fout die voortvloeit uit het gebruik van waardetransfer. Rekening houdende met de huidige grote mate van onzekerheid met betrekking tot de resultaten van oorspronkelijk onderzoek, is de bijkomende onzekerheid ten gevolge van de waarde-overdracht waarschijnlijk relatief triviaal.

Op basis van onze ervaring met dit onderwerp, zouden we echter aanraden om voor sensitiviteitsanalyse rekening te houden met een bijkomende marge van 20% rond de waarden die we hebben aanbevolen – deze marge zou moeten volstaan om rekening te houden met de fouten te wijten aan de waardetransfer.

We zouden ook een pleidooi willen houden voor oorspronkelijk onderzoek in Vlaanderen, zeker met betrekking tot mortaliteitseindpunten, waar de grootste onzekerheid bestaat met betrekking tot de waardering en waar de grootste beleidsrelevantie ligt (behalve misschien voor PM 10 – zie sectie 9.2.7).

## 9 INDICATIEVE BEREKENING VAN DE MILIEUGERELATEERDE GEZONDHEIDSKOSTEN IN VLAANDEREN

In het voorgaande hoofdstuk hebben we een inventaris gemaakt van de data die in Vlaanderen beschikbaar zijn om milieugerelateerde gezondheidskosten te berekenen. Op basis daarvan voeren we nu een ruwe schatting uit van de totale milieugerelateerde gezondheidskosten die overeenkomen met een verandering in de bestaande concentraties ozon en fijn stof, voor zover er voor het geschatte gezondheidseffect een CRF bestaat die we hernomen hebben in hoofdstuk 7.

We gaan nu opeenvolgend volgende effecten bekijken:

- De mortaliteitseffecten
- De morbiditeitseffecten gelieerd aan PM10
- De morbiditeitseffecten gelieerd aan PM2,5
- De morbiditeitseffecten gelieerd aan ozon

De effecten worden altijd berekend **per 10 µg/m<sup>3</sup> pollutant** en **per jaar**.

De gebruikte methodologie zal telkens bestaan uit de volgende stappen:

- We vertrekken vanuit de CRF gebruikt in het kader van CAFE en ExternE
- Indien er bruikbare Vlaamse referentiewaarden beschikbaar zijn, combineren we deze met de CRF om een impactfunctie te berekenen
- Indien er geen bruikbare Vlaamse referentiewaarden beschikbaar zijn, gebruiken we impactfunctie uit ExternE
- We combineren tenslotte de impactfunctie met de eenheidskost van een impact (COI of WTP) om de jaarlijkse kost te berekenen, verbonden aan 10 µg/m<sup>3</sup> concentratie van de beschouwde pollutant

Het kan niet genoeg benadrukt worden dat de beschouwde kost een *marginale* kost is, dit is de kost verbonden aan *kleine* wijzigingen in de *bestaande* concentraties van de beschouwde pollutanten. Elke CRF houdt een schatting in waarvan de nauwkeurigheid alleen berekend is voor het interval waarbinnen de huidige luchtkwaliteit fluctueert. Deze methode gebruiken om de *totale* kost van luchtvervuiling in Vlaanderen te berekenen (in plaats van de marginale kost) is alleen geldig indien deze schatting ook geldig is in het referentiepunt zonder door de mens veroorzaakte vervuiling. Wij beschikken niet over elementen waaruit zou blijken dat een dergelijke extrapolatie aanvaardbaar zou zijn.

In de ExternE studie werd een verband met lange termijn blootstellingen alleen berekend voor *nieuwe* gevallen van chronische bronchitis<sup>101</sup>. Dit betekent dat voor alle andere morbiditeitseffecten een prevalentiebenadering (zie sectie 5.6.3) volstaat.

Indien mogelijk, geven we voor elk berekend effect niet alleen de centrale waarde, maar ook de bovengrens en de ondergrens van de geschatte betrouwbaarheidsintervallen. "OG" staat voor ondergrens

---

<sup>101</sup> Zie Hurley et al., p.71.

en "BG" voor bovengrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval. Indien we de som berekenen van effecten, zullen we er altijd van uitgaan dat deze effecten stochastisch onafhankelijk zijn, en dus dat de ondergrens (respectievelijk bovengrens) van het samengesteld effect kan berekend worden als de som van de ondergrenzen (respectievelijk bovengrenzen) van de individuele effecten. We voeren deze hypothese enkel in bij gebrek aan gegevens – dit betekent dat de schattingen van de betrouwbaarheidsintervallen van de samengestelde effecten altijd met zeer veel voorzichtigheid dienen te worden geïnterpreteerd.

De secties over morbiditeitseffecten zullen telkens afgesloten worden aan de hand van een synthetische tabel, die een idee geeft van het relatieve belang van de verschillende effecten.

Om het belang van deze cijfers te kunnen inschatten, moeten ze echter ook vergeleken worden met een relevante maatstaf, zoals de kost om de betrokken concentraties met  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  terug te dringen. Omwille van het groot aandeel van diffuse bronnen, bestaan er momenteel in Vlaanderen echter geen betrouwbare schattingen van de marginale reductiekost van fijn stof<sup>102</sup>.

## 9.1 MORTALITEITSEFFECTEN

In sectie 8.3.3 hebben we voorgesteld om er van uit te gaan dat vervuiling door PM en ozon in Vlaanderen niet leidt tot een verlies van productieve levensjaren wegens voortijdig overlijden. We zullen in dit hoofdstuk dus werken met de aanbevolen waarden van Tabel 8-23 als indicator van de kost van vroegtijdig overlijden.

In 2005 (meest recente cijfers<sup>103</sup>) overleden in Vlaanderen 56.890 mensen. We zullen dit cijfer gebruiken als referentiewaarde voor de berekening van de impactfunctie.

### 9.1.1 Chronische effecten

We weten uit sectie 7.2.1 dat een eenmalige afname van de PM<sub>2,5</sub> concentratie met  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  gedurende één jaar leidt tot een winst qua verwachte levensjaren met 651 jaar per 100.000 personen over een periode van 10 jaar. Aangezien Vlaanderen 6.078.600 inwoners telt<sup>104</sup>, komt dit dan overeen met 39.572 verloren levensjaren voor Vlaanderen in zijn totaliteit.

Op basis van de waarden gebruikt in Tabel 8-23 voor de VOLY, bekomen we volgende schatting van de kost:

**Tabel 9-1: Kost van chronische mortaliteit te wijten aan  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  PM<sub>2,5</sub> (VOLY maatstaf).**

| Benedengrens som VOLY | Bovengrens som VOLY |
|-----------------------|---------------------|
| 1.126.131.040         | 5.761.602.585       |

<sup>102</sup> Persoonlijke communicatie van Erika Meynaerts (VITO) op 05 December 2008.

<sup>103</sup> [http://www.statbel.fgov.be/downloads/deaths\\_nl.xls](http://www.statbel.fgov.be/downloads/deaths_nl.xls)

<sup>104</sup> [http://www.statbel.fgov.be/verkiezingen2006/downloads/com\\_gem\\_02000\\_nl.pdf](http://www.statbel.fgov.be/verkiezingen2006/downloads/com_gem_02000_nl.pdf)



## 9.1.2 Acute effecten

### 9.1.2.1 PM10 en volwassenen

Door de CRF uit Tabel 7-3 te combineren met de Vlaamse sterftcijfers, bekomen we dat een toename van de PM10 concentratie met  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per jaar leidt tot 341 bijkomende vroegtijdige overlijdens.

Op basis van de waarden gebruikt in Tabel 8-23 voor de VSL, bekomen we volgende schatting van de kost:

**Tabel 9-2: Kost van acute mortaliteit te wijten aan  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  PM10 (VSL maatstaf).**

| Benedengrens som VSL | Bovengrens som VSL |
|----------------------|--------------------|
| 330.000.052          | 846.867.603        |

### 9.1.2.2 Ozon en volwassenen

Door de CRF uit Tabel 7-4 te combineren met de Vlaamse sterftcijfers, bekomen we dat een toename van de ozon concentratie met  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  per jaar leidt tot 171 bijkomende vroegtijdige overlijdens.

Op basis van de waarden gebruikt in Tabel 8-23 voor de VSL, bekomen we volgende schatting van de kost:

**Tabel 9-3: Kost van acute mortaliteit te wijten aan  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ozon (VSL maatstaf).**

|                              | Centrale waarde voor CRF | OG CRF      | BG CRF      |
|------------------------------|--------------------------|-------------|-------------|
| Effect op aantal overlijdens | 170,67                   | 56,89       | 244,627     |
| Benedengrens som VSL         | 165.000.026              | 55.000.009  | 236.500.037 |
| Bovengrens som VSL           | 423.433.801              | 141.144.600 | 606.921.782 |

We zien hier dat de combinatie van twee bronnen van onzekerheid (de onzekerheid met betrekking tot de helling van de CRF enerzijds en de onzekerheid met betrekking tot de eenheidswaarde van een VSL anderzijds) leidt tot een belangrijk verschil (factor 10) tussen de benedengrens (55 miljoen EUR) en de bovengrens (607 miljoen EUR) van de schatting.

### 9.1.2.3 PM10 en baby's

Sterftcijfers voor baby's kunnen bekomen worden van het Vlaams Agentschap Zorg en Gezondheid<sup>105</sup>:

**Tabel 9-4: Postneonataal overlijden in Vlaanderen**

| Jaar | Aantal dood- en<br>levengeboortes | Postneonataal overlijden per 1000<br>geboortes | Totaal postneonataal<br>overlijden |
|------|-----------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------|
| 2006 | 66.139                            | 1,5                                            | 99,2085                            |

Door de gegevens in Tabel 9-4 te combineren met Tabel 7-5, bekomen we de volgende impactfunctie:

<sup>105</sup> <http://www.zorg-en-gezondheid.be/topPage.aspx?id=4828>

**Tabel 9-5: Impactfunctie voor acute mortaliteit bij baby's te wijten aan PM10**

|                              | Centrale waarde | OG      | BG       |
|------------------------------|-----------------|---------|----------|
| Effect op aantal overlijdens | 3,96834         | 1,98417 | 6,944595 |

Voor de berekening van de VSL gebruiken we voor de MRS ten opzichte van de VSL voor een volwassen leven de waarden die voor CAFE werden aanbevolen (zie sectie 6.1). Dit betekent dat we als benedengrens 874.820 EUR gebruiken en voor de bovengrens 4.490.040 EUR.

Dit geeft dan volgende schatting van de kost van deze impact:

**Tabel 9-6: Kost van acute mortaliteit bij baby's te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> PM10 (VSL benadering)**

|                      | Centrale waarde | OG        | BG         |
|----------------------|-----------------|-----------|------------|
| Benedengrens som VSL | 3.836.504       | 1.918.252 | 6.713.883  |
| Bovengrens som VSL   | 19.690.974      | 9.845.487 | 34.459.205 |

We zien hier terug dat de combinatie van twee bronnen van onzekerheid (de onzekerheid met betrekking tot de helling van de CRF enerzijds en de onzekerheid met betrekking tot de eenheidswaarde van een VSL anderzijds) leidt tot een belangrijk verschil (factor tien) tussen de boven- en de benedengrens van de schatting.

Ondanks deze grote onzekerheidsmarges, zien we dat het effect relatief onbelangrijk is ten opzichte van de effecten op volwassenen. Dit is enkel te wijten aan het zeer laag aantal postneonatale overlijdens in vergelijking met het totaal aantal overlijdens in Vlaanderen, vermits zowel de gebruikte VSL als de helling van de CRF hoger liggen dan bij volwassenen – in het geval van de CRF gaat het zelfs over een factor 10!

## 9.2 MORBIDITEITSEFFECTEN DIE GELIEERD ZIJN AAN PM10

Hieronder volgen morbiditeitseffecten die gelieerd zijn aan PM10 en waarvan we de dosis respons relatie kennen uit ExterneE (2005).

### 9.2.1 Nieuwe gevallen van chronische bronchitis

We weten dat de helling van de CRF uit Tabel 7-6 niet statistisch significant verschillend van nul is.

Volgens Prof Nemery (KULeuven) is het bovendien met de huidige stand van zaken niet mogelijk om voor Vlaanderen betrouwbare cijfers te berekenen met betrekking tot het aantal nieuwe gevallen van chronische bronchitis<sup>106</sup>.

We stellen daarom voor om dit effect niet mee te nemen in de berekeningen.

### 9.2.2 Hospitalisaties

De MKG (zie sectie 8.2.2) bieden volgende gegevens met betrekking tot de spoedhospitalisaties wegens ademhalingsproblemen (hoofddiagnose ICD 460-519)<sup>107</sup>:

<sup>106</sup> Informatie per e-mail overgemaakt.

**Tabel 9-7: Jaarlijks aantal spoedhospitalisaties wegens ademhalingsproblemen per 100.000 individuen in het Vlaams gewest**

| Jaar            | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|-----------------|------|------|------|------|------|
| Alle leeftijden | 860  | 879  | 855  | 747  | 892  |

Deze cijfers liggen een pak (44 % in 2005) hoger dan de incidentiecijfers gebruikt in CAFE: 617 per 100.000 voor alle leeftijden (zie Hurley et al. pp 78-79).

De MKG bieden volgende gegevens met betrekking tot de spoedhospitalisaties wegens hartproblemen (hoofddiagnose ICD 390-429)<sup>108</sup>:

**Tabel 9-8: Jaarlijks aantal spoedhospitalisaties wegens hartproblemen per 100.000 individuen in het Vlaams gewest**

| Jaar   | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 |
|--------|------|------|------|------|------|
| Aantal | 759  | 746  | 733  | 721  | 738  |

Deze cijfers liggen zeer dicht in de buurt van de incidentiecijfers gebruikt in CAFE: 723 per 100.000 (zie Hurley et al. p 78-79).

Uit de gegevens van het Nationaal Instituut voor de Statistiek halen we de totale bevolking van het Vlaams Gewest: 6.078.600 individuen<sup>109</sup>.

Het combineren van deze data met Tabel 7-7 laat ons toe om de impactfunctie voor Vlaanderen op te stellen:

**Tabel 9-9: Vlaamse impactfuncties voor hospitalisaties te wijten aan PM10.**

| ICD     | Referentiepopulatie | gemeten incidentie | Gemiddelde | OG         | BG     |
|---------|---------------------|--------------------|------------|------------|--------|
| 460-519 | 6.078.600           | 0,00892            | 618,3147   | 336,276419 | 905,78 |
| 390-429 | 6.078.600           | 0,00738            | 269,1604   | 134,580204 | 403,74 |

Concreet betekent dit dus dat een toename van de concentraties aan PM10 met 10 µg/m<sup>3</sup> leidt tot 618 bijkomende hospitalisaties wegens ademhalingsproblemen en 269 bijkomende hospitalisaties wegens hartproblemen.

Een eerste schatting van de COI verbonden aan deze hospitalisaties kan gevonden worden aan de hand van de standaardkostprijs per MDC (zie sectie 8.2.2). Een schatting van de WTP om deze hospitalisaties te vermijden kan bekomen worden aan de hand van de gegevens uit Tabel 8-22.

<sup>107</sup> Overgemaakt per e-mail door de Heer Monette (Vlaams Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Gezin) op 20 december 2007.

<sup>108</sup> Overgemaakt per e-mail door de Heer Monette (Vlaams Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Gezin) op 20 december 2007.

<sup>109</sup> [http://www.statbel.fgov.be/verkiezingen2006/downloads/com\\_gem\\_02000\\_nl.pdf](http://www.statbel.fgov.be/verkiezingen2006/downloads/com_gem_02000_nl.pdf)

**Tabel 9-10: Eenheidskostprijs van hospitalisaties te wijten aan ademhalings- en hartproblemen**

| ICD     | Eenheidskostprijs (COI) | EenheidsWTP | Totale eenheidskost |
|---------|-------------------------|-------------|---------------------|
| 460-519 | 4559,38                 | 299         | 4858,72             |
| 390-429 | 5200,46                 | 579         | 5779,10             |

In dit specifiek geval is het duidelijk dat de WTP om pijn en lijden te vermijden relatief klein is ten opzichte van de COI van deze hospitalisaties.

In totaal geeft dit:

**Tabel 9-11: Kost van hospitalisaties te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> PM10**

| ICD     | Gemiddelde totale kost | OG totale kost | BG totale kost |
|---------|------------------------|----------------|----------------|
| 460-519 | 2.844.239              | 1.546.867      | 4.166.560      |
| 390-429 | 1.412.223              | 706.112        | 2.118.335      |

**Tabel 9-12: WTP om hospitalisaties te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> PM10 te vermijden**

| ICD     | Gemiddelde totale kost | OG totale kost | BG totale kost |
|---------|------------------------|----------------|----------------|
| 460-519 | 185.084                | 100.660        | 271.132        |
| 390-429 | 155.749                | 77.874         | 233.623        |

In deze tabellen valt op hoe groot het interval is tussen de ondergrens en de bovengrens van de totale kost. De hier gerapporteerde onzekerheid is enkel te wijten aan de onzekerheid in de schatting van de CRF, en houdt geen rekening met andere bronnen van onzekerheid (waardetransfer van de WTP, onzekerheid rond de eenheidskostprijs enz).

### 9.2.3 Huisartsconsultaties wegens astma

Er bestaan geen onmiddellijk beschikbare gegevens over het aantal huisartsconsultaties wegens astma in Vlaanderen. Voor een schatting van dit gegeven hebben we daarom gewerkt met de methode besproken in sectie 8.2.3.

Dit vereist dus vooreerst de identificatie van de relevante medicatie.

De medicatie voor astma kan in twee grote categorieën worden ingedeeld: (1) ontstekingsremmers voor de chronische behandeling en (2) bronchodilators voor de behandeling van acute problemen<sup>110</sup>. Ons uitgangspunt is dat de variatie in het gebruik van bronchodilators samenvalt met de variatie in het voorvallen van crisissen, maar niet met het aantal astmapatiënten.

<sup>110</sup> EPA COI Handbook (Hoofdstuk IV.2.A.4).

Eerst werden de astmapatiënten geïdentificeerd op basis van gebruik van ontstekingsremmers. Voor de identificatie van de lijst van relevante ontstekingsremmers werd beroep worden gedaan op externe experts<sup>111</sup>. De voornaamste moeilijkheid verbonden aan deze methode is dat de medicamenten voor astma en COPD grotendeels dezelfde zijn. Eventueel zou men er van kunnen uitgaan dat patiënten jonger dan 14 deze medicamenten alleen nemen voor astma en deze ouder dan 65 voor COPD .

Op basis van de lijst van ontstekingsremmers opgesteld door Professoren Desager en Nemery heeft het IMA volgende schatting gemaakt van het aantal astmapatiënten in Vlaanderen per leeftijdscategorie:

**Tabel 9-13: Vlaamse astmapopulatie in 2006**

|            | totale populatie | astma populatie |
|------------|------------------|-----------------|
| 0-14 jaar  | 986.640          | 111.880         |
| 15-64 jaar | 3.988.880        | 140.160         |
| 65+ jaar   | 1.085.240        | 102.400.        |

We kunnen de bekomen percentages vergelijken met deze bekomen aan de hand van de Gezondheidsenquête<sup>112</sup>:

**Tabel 9-14: Astmaprevalentie volgens Gezondheidsenquête versus IMA**

| Geslacht en leeftijd | Gezondheidsenquête (2004) | IMA schatting |
|----------------------|---------------------------|---------------|
| Kinderen (0-14 jaar) | 4,4%                      | 11%           |
| mannen (15-54 jaar)  | 2,3%                      | 3,5%          |
| vrouwen (15-54 jaar) | 2,6%                      | 3,5%          |
| Mannen (65+)         | 5,9%                      | 9,4%          |
| Voruwen (65+)        | 5,3%                      | 9,4%          |

Zeker in het geval van kinderen valt op dat de schatting op basis van de IMA gegevens veel hoger ligt dan de schatting gebaseerd op rechtstreekse bevraging. Dit verschil kan als volgt verklaard worden:

- De Gezondheidsenquête is gebaseerd op een subjectieve evaluatie. Ouders zullen waarschijnlijk terughoudend zijn om hun kind te identificeren als astmapatiënt. Daarom kunnen we vermoeden dat de gezondheidsenquête het aantal patiënten zal onderschatten.
- Zoals al opgemerkt in sectie 8.2.3 is de cruciale parameter bij het gebruik van de IMA gegevens vanaf welke drempel een patiënt als chronisch dient beschouwd te worden. Indien artsen te snel bepaalde vormen van medicatie voorschrijven, zal deze methode leiden tot een overschatting van het aantal patiënten.

Ook bij bejaarden ligt de schatting op basis van de IMA gegevens veel hoger ligt dan de schatting gebaseerd op rechtstreekse bevraging. We hebben hierboven al verwezen naar de beperkte betrouwbaarheid van onze methode voor het identificeren van bejaarden met astma: het verschil tussen

<sup>111</sup> Professor Desager (specialiste kinderlongziekten, Universiteit Antwerpen) en professor Nemery (longtoxicoloog, Katholieke Universiteit Leuven).

<sup>112</sup> <http://www.iph.fgov.be/EPIDEMIO/EPINL/crospnl/hisnl/his04nl/his22nl.pdf>

beide methoden zal dus waarschijnlijk voor een groot deel liggen in COPD patiënten die ten onrechte als astmapatiënt werden geïdentificeerd.

Op basis van Tabel 9-13 heeft het IMA het gemiddelde aantal huisartsbezoeken per astmapatiënt in het afgelopen jaar berekend. Daarvan werd het algemene populatiegemiddelde van afgetrokken. We gaan er van uit dat het verschil tussen beide cijfers integraal te wijten is aan astma-aanvallen.

**Tabel 9-15: Huisartsbezoeken te wijten aan astma**

|            | Huisartsbezoeken van de totale populatie | Huisartsbezoeken van astma patiënten | Huisartsbezoeken per astmapatiënt te wijten aan astma |
|------------|------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 0-14 jaar  | 2,23                                     | 4,2                                  | 1,97                                                  |
| 15-64 jaar | 3,44                                     | 7,63                                 | 4,19                                                  |
| 65+ jaar   | 9,27                                     | 14,98                                | 5,71                                                  |

De CRF gebruikt in ExternE (zie Tabel 7-8) heeft betrekking op de periode van april tot en met september. De geschatte CRF voor de periode van oktober tot en met maart was niet statistisch significant.

Daarom berekenen we het aantal huisartsconsultaties per astmapatiënt wegens astma-aanvallen voor de periode waarvoor de CRF geldig is. We gaan ervan uit dat de verdeling van het aantal huisartsbezoeken uniform is doorheen het jaar, wat consistent is met de bevindingen van Hayat et al.(1999, Tabel 1).

**Tabel 9-16: Huisartsbezoeken (per astmapatiënt) te wijten aan astma van april tot mei**

|            |      |
|------------|------|
| 0-14 jaar  | 0,99 |
| 15-64 jaar | 2,10 |
| 65+ jaar   | 2,86 |

Door deze cijfers te vermenigvuldigen met het aantal astmapatiënten en te delen door de totale populatie bekomt men de incidentie per persoon van de algemene populatie in Vlaanderen. Dit kan vergeleken worden met de cijfers gebruikt in Hurley et al.

**Tabel 9-17: Huisartsbezoeken wegens astma in Vlaanderen versus ExternE cijfers**

|            | Schatting voor Vlaanderen | Hurley et al., p.82 |
|------------|---------------------------|---------------------|
| 0-14 jaar  | 0,11                      | 0,047               |
| 15-64 jaar | 0,07                      | 0,017               |
| 65+ jaar   | 0,27                      | 0,015               |

De geschatte cijfers liggen duidelijk veel hoger voor Vlaanderen. Het is niet duidelijk waaraan deze verschillen te wijten zijn: de cijfers gebruikt door Hurley et al. werden rechtstreeks berekend op basis van de steekproef gebruikt voor de schatting van de CRF. Er worden dus geen cijfers gerapporteerd over het relatief aandeel van astmapatiënten in de steekproef.

Het combineren van de gegevens uit Tabel 9-17 met de CRF (zie Tabel 7-8) laat toe om een Vlaamse impactfunctie te berekenen voor het aantal doktersbezoeken wegens astma-aanvallen per 1000 personen:

**Tabel 9-18: Vlaamse impactfunctie voor huisartsbezoeken per 1000 personen wegens astma-aanvallen**

| Populatie  | Gemiddelde | OG    | BG     |
|------------|------------|-------|--------|
| 0-14 jaar  | 2,800      | 0,000 | 5,824  |
| 15-64 jaar | 2,288      | 0,886 | 3,691  |
| 65+ jaar   | 17,018     | 5,673 | 30,254 |

We berekenen de totale financiële impact aan de hand van een honorarium van 21,53 EUR en de totale Vlaamse populatiegegevens<sup>113</sup>.

**Tabel 9-19: Kost van huisartsconsultaties wegens astma te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> PM10**

| Populatie              | Gemiddelde | OG      | BG        |
|------------------------|------------|---------|-----------|
| 0-14 jaar              | 59.479     | 0       | 123.716   |
| 15-64 jaar             | 196.518    | 76.071  | 316.964   |
| 65+ jaar               | 397.630    | 132.543 | 706.897   |
| Totaal 0-64 jaar       | 255.997    | 76.071  | 440.680   |
| Totaal alle leeftijden | 653.626    | 208.615 | 1.147.577 |

Rekening houdende met de hierboven aangehaalde overlapping in medicatiegebruik voor astma en COPD, zou het voorzichtiger zijn om geen rekening te houden met de cijfers berekend voor 65-plussers.

Tenslotte berekenen we de WTP om de pijn en het lijden te vermijden, verbonden aan de bijkomende astmagerelateerde huisartsbezoeken te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> PM10. We maken daarvoor gebruik van de gegevens uit Tabel 8-22 – merk op dat de WTP (18,972 EUR) zeer dicht in de buurt ligt van het honorarium van een huisartsbezoek.

**Tabel 9-20: WTP voor het vermijden van huisartsconsultaties wegens astma te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> PM10**

| Populatie              | Gemiddelde | OG      | BG        |
|------------------------|------------|---------|-----------|
| 0-14 jaar              | 52.412     | 0       | 109.017   |
| 15-64 jaar             | 173.169    | 67.033  | 279.305   |
| 65+ jaar               | 350.387    | 116.796 | 622.910   |
| Totaal 0-64 jaar       | 225.581    | 67.033  | 388.322   |
| Totaal alle leeftijden | 575.968    | 183.829 | 1.011.232 |

<sup>113</sup> <http://www.riziv.fgov.be/insurer/nl/rate/pdf/last/doctors/raad20081101nl.pdf>

## 9.2.4 Huisartsconsultaties wegens problemen van de hogere luchtwegen

Er bestaan geen onmiddellijk beschikbare gegevens over het aantal huisartsconsultaties wegens problemen van de hogere luchtwegen (met uitzondering van allergische rinitis) in Vlaanderen. Voor een schatting van dit gegeven werken we daarom met de methode besproken in sectie 8.2.3.

Voor kinderen was de CRF geschat in Hayat et al. (2001) niet statistisch significant –zie Tabel 7-8. Deze leeftijdscategorie wordt daarom hier niet verder in overweging genomen.

Het IMA heeft volgende schatting gemaakt van het aantal patiënten met problemen van de hogere luchtwegen (met uitzondering van allergische rinitis) voor de leeftijdscategorieën 15-64 en 65+:

**Tabel 9-21: Patiënten met problemen van de hogere luchtwegen (met uitzondering van allergische rinitis)**

|            | Algemene populatie | Patiënten met problemen van de hogere luchtwegen (met uitzondering van allergische rinitis) |
|------------|--------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15-64 jaar | 3.988.880          | 26.200                                                                                      |
| 65+ jaar   | 1.085.240          | 14.240                                                                                      |

Op basis van data aangereikt van het IMA, bekomen we dan schattingen van het aantal huisartsbezoeken die te wijten zijn aan dat ziektebeeld.

**Tabel 9-22: Gemiddeld jaarlijks aantal huisartsconsultaties *wegens* problemen van de hogere luchtwegen (bij patiënten met problemen van de hogere luchtwegen)**

|            | Huisartsbezoeken van de totale populatie | Huisartsbezoeken van patiënten met problemen van de hogere luchtwegen (met uitzondering van allergische rinitis) | Huisartsbezoeken per patiënt te wijten aan problemen van de hogere luchtwegen (met uitzondering van allergische rinitis) |
|------------|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15-64 jaar | 3,44                                     | 7,77                                                                                                             | 4,33                                                                                                                     |
| 65+ jaar   | 9,27                                     | 17,38                                                                                                            | 8,11                                                                                                                     |

Dit laat ons toe om het gemiddeld jaarlijks aantal doktersbezoeken wegens problemen van de hogere luchtwegen voor iemand binnen de *totale* populatie te berekenen, en te vergelijken met de schattingen van Hajat et al. (gecteerd door Hurley et al., p.83)

**Tabel 9-23: Gemiddeld jaarlijks aantal huisartsconsultaties *wegens* problemen van de hogere luchtwegen (per persoon van de algemene populatie)**

|            | Schatting voor Vlaanderen op basis van IMA data | Schatting in Hurley et al., p83 |
|------------|-------------------------------------------------|---------------------------------|
| 15-64 jaar | 0,03                                            | 0,18                            |
| 65+ jaar   | 0,11                                            | 0,14                            |



Onze schatting voor de leeftijdscategorie 15-64 jaar ligt dus veel lager dan de cijfers gerapporteerd in Hajat et al. (2001). Aangezien de cijfers gerapporteerd in die studie het resultaat zijn van een directe bevraging, is het niet duidelijk waar deze verschillen aan te wijten zijn.

Dit laat toe om een Vlaamse impactfunctie te berekenen voor doktersbezoeken wegens problemen van de hogere luchtwegen met uitzondering van allergische rinitis.

Het combineren van de gegevens uit Tabel 9-23 met de CRF (zie Tabel 7-8) laat toe om een Vlaamse impactfunctie te berekenen voor het aantal doktersbezoeken wegens problemen van de hogere luchtwegen per 1000 personen:

**Tabel 9-24: Vlaamse impactfunctie voor huisartsbezoeken per 1000 personen (algemene populatie) wegens problemen van de hogere luchtwegen**

|            | Gemiddelde | OG    | BG    |
|------------|------------|-------|-------|
| 15-64 jaar | 0,512      | 0,256 | 0,796 |
| 65+ jaar   | 3,512      | 1,809 | 5,321 |

We berekenen de totale financiële impact aan de hand van een honorarium van 21,53 EUR en de totale Vlaamse populatiegegevens<sup>114</sup>.

**Tabel 9-25: Kost van huisartsconsultaties wegens problemen van de hogere luchtwegen te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> PM10**

| Populatie              | Gemiddelde | OG     | BG      |
|------------------------|------------|--------|---------|
| 15-64 jaar             | 43.965     | 21.982 | 68.390  |
| 65+ jaar               | 82.052     | 42.269 | 124.321 |
| Totaal alle leeftijden | 126.017    | 64.252 | 192.711 |

### 9.2.5 Bronchodilatorgebruik

In ExternE wordt een CRF berekend voor de waarschijnlijkheid van het gebruik van een bronchodilator op een gegeven dag, voor personen die reeds aan astma lijden (zie Tabel 7-9).

De impactfunctie wordt dan berekend als de verandering in het aantal dagen met gebruik van bronchodilator in een populatie van 1000 mensen met astma.

**Tabel 9-26: ExternE Impactfunctie voor gebruik bronchodilator bij astmapatiënten**

| Populatie                     | Gemeten incidentie | Background odds | Gemiddelde | OG     | BG     |
|-------------------------------|--------------------|-----------------|------------|--------|--------|
| Kinderen 5-14 jaar            | 0,1                | 0,11            | 182,5      | -693,5 | 1058,5 |
| Volwassenen ouder dan 20 jaar | 0,5                | 1               | 907,96     | -917   | 2785,6 |

Het aantal Vlaamse astmapatiënten voor deze leeftijdscategorieën en hun relatief aandeel binnen de totale populatie werden opnieuw berekend door het IMA. De incidentie in Vlaanderen werd berekend als het aantal dagen per jaar dat een patiënt een bronchodilator gebruikt, gedeeld door het aantal dagen

<sup>114</sup> <http://www.riziv.fgov.be/insurer/nl/rate/pdf/last/doctors/raad20081101nl.pdf>

in een kalenderjaar – ook deze gegevens werden door het IMA aangeleverd. Voor de totale Vlaamse populatie aan astmapatiënten geeft dit voor de verandering in het aantal dagen gebruik van bronchodilator:

**Tabel 9-27: Impactfunctie voor gebruik bronchodilator bij astmapatiënten**

| Populatie                     | Percentage totale populatie | Referentiepopulatie | Gemeten incidentie | Background odds | Gemiddelde | OG       | BG      |
|-------------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------|-----------------|------------|----------|---------|
| Kinderen 5-14 jaar            | 0,11                        | 37.480              | 0,09               | 0,10            | 6.415      | -24.376  | 37.205  |
| Volwassenen ouder dan 20 jaar | 0,04                        | 232.080             | 0,34               | 0,51            | 189.148    | -190.435 | 582.230 |

Voor het berekenen van de financiële impact nemen we Ventolin inhal 200 dos, 100 mcg/dos (CNK 135913) - volgens het IMA is deze veruit de meest verkochte bronchodilator, en kan deze als representatief worden beschouwd. Deze bronchodilator gaat in theorie 25 dagen mee en de eenheidsprijs is 4.99 EUR<sup>115</sup>.

Door dit combineren met de gegevens uit Tabel 9-27, bekomen we:

**Tabel 9-28: Kost van bronchodilatorgebruik te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> PM 10**

| Effect              | Gemiddelde | OG      | BG      |
|---------------------|------------|---------|---------|
| categorie 5-15 jaar | 1.280      | -4.865  | 7.426   |
| categorie > 20 jaar | 37.754     | -38.011 | 116.213 |
| totaal              | 39.034     | -42.876 | 123.639 |

Men dient hierbij op te merken dat het berekend effect niet statistisch significant is.

### 9.2.6 Symptoombdagen wegens problemen van de lagere luchtwegen

Wij hebben geen weet van gegevens die zouden kunnen leiden tot een realistische schatting van de Vlaamse incidentiecijfers. Als een eerste, grove, benadering, stellen we voor om te werken met de impactfuncties gebruikt in ExternE en deze toe te passen op de Vlaamse context.

<sup>115</sup> <http://www.bcfi.be/>

ExternE werkt met de volgende impactfuncties:

**Tabel 9-29: ExternE impactfunctie voor problemen van de lagere luchtwegen te wijten aan PM10**

| Effect                                              | Populatie                                                                        | Gemeten incidentie | Gemeten odds | Gemiddelde | OG   | BG   |
|-----------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--------------|------------|------|------|
| Toename van het aantal symptoomdagen per volwassene | Volwassenen met chronische ademhalingsproblemen (30% van de volwassen populatie) | 0,3                | 0,43         | 1,30       | 0,15 | 2,43 |
| Verandering van het aantal symptoomdagen per kind   | Kinderen 5-14 jaar                                                               | 0,15               | 0,18         | 1,85       | 0,93 | 2,77 |

We zullen er van uitgaan dat het Vlaams Gewest 4.801.371 volwassen inwoners telt, en 1.360.229 inwoners tussen 0 en 19 jaar<sup>116</sup>. Indien we er van uit gaan dat de bevolking onder de 19 jaar uniform verdeeld is over de leeftijden, geeft dit een schatting van 755.683 kinderen binnen de leeftijdscategorie 5-14 jaar.

Dit geeft dan volgend totaal effect:

**Tabel 9-30: Vlaamse impactfunctie voor problemen van de lagere luchtwegen te wijten aan PM10**

|                                                                       | Gemiddelde | OG      | BG        |
|-----------------------------------------------------------------------|------------|---------|-----------|
| Toename van het totaal aantal symptoomdagen in de volwassen bevolking | 1.867.404  | 220.683 | 3.499.446 |
| Toename van het totaal aantal symptoomdagen bij kinderen              | 1.398.314  | 701.248 | 2.091.234 |

Een schatting van de WTP om deze effecten te vermijden kan bekomen worden aan de hand van de gegevens uit Tabel 8-22.

**Tabel 9-31: Totale WTP voor het vermijden van problemen van de lagere luchtwegen te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> PM10**

|             | Gemiddelde | OG         | BG          |
|-------------|------------|------------|-------------|
| Volwassenen | 94.475.712 | 11.164.776 | 177.043.980 |
| Kinderen    | 70.743.482 | 35.477.539 | 105.799.717 |

<sup>116</sup> [http://www.statbel.fgov.be/figures/d21\\_nl.asp#3](http://www.statbel.fgov.be/figures/d21_nl.asp#3)

## 9.2.7 Synthese voor PM10

Op basis van de huidig beschikbare gegevens kunnen we volgend overzicht geven van de aan PM10 gerelateerde gezondheidskosten in Vlaanderen.

**Tabel 9-32: Milieugerelateerde morbiditeitseffecten te wijten aan 10mg/m<sup>3</sup> PM 10**

| Effect                                                                                                    | Gemiddelde  | Ondergrens | Bovengrens  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|-------------|
| <b><u>COI</u></b>                                                                                         |             |            |             |
| Spoedhospitalisaties wegens ademhalingsproblemen                                                          | 2.844.239   | 1.546.867  | 4.166.560   |
| Spoedhospitalisaties wegens hartproblemen                                                                 | 1.412.223   | 706.112    | 2.118.335   |
| Huisartsconsultaties wegens astma                                                                         | 255.997     | 76.071     | 440.680     |
| Huisartsconsultaties wegens problemen van de hogere luchtwegen (met uitzondering van allergische rinitis) | 126.017     | 64.252     | 192.711     |
| Bronchodilatorgebruik                                                                                     | 39.034      | -42.876    | 123.639     |
| Totaal COI                                                                                                | 4.677.510   | 2.350.425  | 7.041.925   |
| <b><u>WTP</u></b>                                                                                         |             |            |             |
| Spoedhospitalisaties wegens ademhalingsproblemen                                                          | 185.084     | 100.660    | 271.132     |
| Spoedhospitalisaties wegens hartproblemen                                                                 | 155.749     | 77.874     | 233.623     |
| Huisartsconsultaties wegens astma                                                                         | 225.581     | 67.033     | 388.322     |
| Problemen van de lagere luchtwegen bij volwassenen                                                        | 94.475.712  | 11.164.776 | 177.043.980 |
| Problemen van de lagere luchtwegen bij kinderen                                                           | 70.743.482  | 35.477.539 | 105.799.717 |
| Totaal WTP                                                                                                | 165.785.608 | 46.887.882 | 283.736.774 |
| Totaal COI + WTP                                                                                          | 170.463.118 | 49.238.308 | 290.778.699 |

Daarbij vallen volgende punten op.

Ten eerste, de belangrijkste kostencategorie ligt hier in de "subjectieve" kosten verbonden aan de problemen van de lagere luchtwegen. Dit is vooral te wijten aan de zeer hoge waarden van de impactfunctie (zie Tabel 9-29) in vergelijking met bijvoorbeeld de impact op het aantal huisartsbezoeken wegens astma (zie Tabel 9-18).

Ten tweede, de onzekerheidsmarges zijn zeer belangrijk, vermits er meer dan een factor 5 verschil is tussen de beneden- en bovengrens. Bovendien houden deze onzekerheidsmarges alleen rekening met de onzekerheden verbonden aan het schatten van de CRF.

### 9.3 MORBIDITEITSEFFECTEN DIE GELIEERD ZIJN AAN PM2,5

We beschrijven hier morbiditeitseffecten die gelieerd zijn aan PM2,5 en waarvan we de dosis respons relatie kennen uit ExternE (2005).

De CRF is telkens geschat aan de hand van een Poisson regressie.

De afhankelijke variabele is het gemiddelde van de laatste 2 weken.

#### 9.3.1 Productiviteitsverlies wegens absenteïsme

Om de kost van het absenteïsme in te schatten extrapoleren we aan de hand van de Vlaamse werkgelegenheidscijfers (Tabel 8-2) de gegevens uit de SD WORX (Tabel 8-3) enquête naar heel Vlaanderen. We combineren dit met de geschatte CRF (Tabel 7-11) om een Vlaamse impactfunctie te bekomen per leeftijdscategorie en geslacht.

Het is belangrijk om voor ogen te houden dat deze extrapolatie opnieuw een zeer grove benadering is van de werkelijkheid, vermits de steekproef niet noodzakelijk representatief is voor de hele arbeidsbevolking (en met name van de zelfstandigen). De mate waarin de onderstaande resultaten hierdoor vertekend worden, kan echter niet worden aangegeven.

**Tabel 9-33: Vlaamse impactfunctie voor absenteïsme te wijten aan PM2,5**

| Populatie                   | Gemiddelde | OG      | BG      |
|-----------------------------|------------|---------|---------|
| Mannen van 15 tot 24 jaar   | 33.220     | 28.165  | 38.276  |
| Mannen van 25 tot 49 jaar   | 245.992    | 208.558 | 283.425 |
| Mannen van 50 jaar en meer  | 69.728     | 59.117  | 80.339  |
| Vrouwen van 15 tot 24 jaar  | 26.369     | 22.356  | 30.382  |
| Vrouwen van 25 tot 49 jaar  | 217.720    | 184.589 | 250.851 |
| Vrouwen van 50 jaar en meer | 39.582     | 33.559  | 45.605  |
| Totaal                      | 632.611    | 536.344 | 728.878 |

Door dit te combineren met de eenheidskosten (Tabel 8-3) bekomen we een schatting van de kostprijs van 10 µg/m<sup>3</sup> PM2,5:

**Tabel 9-34: Productiviteitsverlies door absenteïsme te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> PM2,5**

| Populatie                   | Gemiddelde | OG         | BG         |
|-----------------------------|------------|------------|------------|
| Mannen van 15 tot 24 jaar   | 3.364.853  | 2.852.810  | 3.876.896  |
| Mannen van 25 tot 49 jaar   | 31.999.458 | 27.129.975 | 36.868.941 |
| Mannen van 50 jaar en meer  | 10.177.055 | 8.628.373  | 11.725.737 |
| Vrouwen van 15 tot 24 jaar  | 2.234.239  | 1.894.246  | 2.574.232  |
| Vrouwen van 25 tot 49 jaar  | 25.169.847 | 21.339.653 | 29.000.041 |
| Vrouwen van 50 jaar en meer | 4.714.722  | 3.997.264  | 5.432.179  |
| Totaal                      | 77.660.174 | 65.842.321 | 89.478.027 |

### 9.3.2 WTP om ziektedagen te vermijden

Voor het aantal ziektedagen hebben we in Tabel 9-33 een schatting gegeven van een Vlaamse impactfunctie voor de werkende bevolking.

De WTP om de pijn en het lijden, verbonden aan een ziektedag, te vermijden kan dus voor de werkende bevolking berekend worden door deze gegevens te combineren met de gegevens uit Tabel 8-22 (WTP om een dag ziekte te vermijden van 50,592 EUR).

**Tabel 9-35: WTP om ziektedagen te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>2,5</sub> te vermijden (werkende bevolking)**

| Populatie                   | Gemiddelde | OG         | BG         |
|-----------------------------|------------|------------|------------|
| Mannen van 15 tot 24 jaar   | 1.680.687  | 1.424.931  | 1.936.444  |
| Mannen van 25 tot 49 jaar   | 12.445.210 | 10.551.374 | 14.339.046 |
| Mannen van 50 jaar en meer  | 3.527.678  | 2.990.857  | 4.064.498  |
| Subtotaal mannen            | 17.653.575 | 14.967.162 | 20.339.989 |
| Vrouwen van 15 tot 24 jaar  | 1.334.058  | 1.131.049  | 1.537.067  |
| Vrouwen van 25 tot 49 jaar  | 11.014.883 | 9.338.705  | 12.691.060 |
| Vrouwen van 50 jaar en meer | 2.002.526  | 1.697.793  | 2.307.258  |
| Subtotaal vrouwen           | 14.351.467 | 12.167.548 | 16.535.385 |
| Algemeen totaal             | 32.005.042 | 27.134.709 | 36.875.374 |

Voor de Vlaamse bevolking beschikken we over volgende cijfers met betrekking tot de activiteitsgraad in 2006<sup>117</sup>:

**Tabel 9-36: Vlaamse activiteitsgraad**

|         |           |      |
|---------|-----------|------|
| vrouwen | 1.156.047 | 58,3 |
| mannen  | 1.454.075 | 71,5 |
| totaal  | 2.610.122 | 65   |

Indien we er van uit gaan dat de werkende bevolking representatief is voor de totale bevolking van 15-65 jaar bekomen we dan:

**Tabel 9-37: WTP om ziektedagen te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>2,5</sub> te vermijden (bevolking 15-65 jaar)**

| Populatie | Gemiddelde    | OG            | BG            |
|-----------|---------------|---------------|---------------|
| Mannen    | 24.690.314,96 | 20.933.093,12 | 28.447.536,80 |
| Vrouwen   | 24.616.580,87 | 20.870.579,43 | 28.362.582,30 |
| Totaal    | 49.306.895,83 | 41.803.672,55 | 56.810.119,11 |

Voor de dagen met "verminderde activiteit" of "licht verminderde activiteit" hebben we geen cijfers gevonden met betrekking tot de Vlaamse incidentie. Daarom stellen we voor om de incidentiecijfers en impactfuncties te gebruiken die gangbaar waren in ExternE. Aangezien de Vlaamse incidentiecijfers voor absentieisme relatief dicht bij deze van ExternE liggen, nemen we aan dat deze benadering aanvaardbaar is.

<sup>117</sup> <http://aps.vlaanderen.be/statistiek/cijfers/arbeidsmarkt/aanbod/werkanar019.xls>

Aan de hand van Tabel 9-36 schatten we de "bevolking 15-65 jaar" in 2006 op 4.015.572 individuen.

Door deze gegevens te combineren met de CRF (Tabel 7-11) en met de incidentiecijfers volgens ExternE, bekomen we volgende impactfunctie (de incidentiecijfers in ExternE zijn niet opgesplitst naar geslacht).

**Tabel 9-38: Impactfunctie voor dagen met (licht) verminderde activiteit te wijten aan 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  PM<sub>2,5</sub> (bevolking 15-65 jaar)**

| Effect | Ziekte-dagen per persoon per jaar volgens ExternE | Gemiddelde | OG        | BG        |
|--------|---------------------------------------------------|------------|-----------|-----------|
| RAD    | 19                                                | 3.624.054  | 3.181.538 | 4.066.570 |
| MRAD   | 8                                                 | 2.317.788  | 1.879.288 | 2.756.289 |

Vermits de MRAD deel uitmaken van de RAD, kunnen we op basis van Tabel 9-38 schatten dat een toename van de PM<sub>2,5</sub> concentraties met 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  zal leiden tot ongeveer 1,3 miljoen bijkomende "ernstige" ziekte-dagen (dit is, 3,6 miljoen RAD min 2,3 miljoen MRAD). In Tabel 9-33 bekomen we een effect van ongeveer 0,6 miljoen bijkomende dagen absentieïsme – met een activiteitsgraad van 65% komt dit overeen met 0,9 miljoen dagen ziekte. Dit verschil lijkt aanvaardbaar indien men rekening houdt met de onzekerheidsmarges te wijten aan de CRF.

De WTP om de pijn en het lijden, verbonden aan dagen met (licht) verminderde activiteit, te vermijden kan dus voor de totale bevolking tussen 15 en 65 jaar berekend worden door deze gegevens te combineren met de gegevens uit Tabel 8-22:

**Tabel 9-39: WTP om dagen met (licht) verminderde activiteit te wijten aan 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  PM<sub>2,5</sub> te vermijden (bevolking 15-65 jaar)**

| Effect                                 | WTP per dag | Gemiddelde  | OG          | BG          |
|----------------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Dagen met verminderde activiteit       | 61,132      | 221.545.670 | 194.493.777 | 248.597.562 |
| Dagen met licht verminderde activiteit | 50,592      | 117.261.547 | 95.076.930  | 139.446.165 |

Bij de interpretatie van deze gegevens dient er rekening mee gehouden worden dat de kost van MRAD en van de ziekte-dagen deel uitmaken van de kost van de RAD, en dat we géén rekening houden met de bevolking jonger dan 15 of ouder dan 65 jaar. Voor de synthesetabel zullen we alleen rekening houden met de WTP om RAD te vermijden.

### 9.3.3 Kostprijs van verloren huishoudelijke arbeid

We zullen er van uit gaan dat elke RAD verloren is voor huishoudelijke arbeid.

Aangezien de impactfuncties voor RAD niet worden opgesplitst per leeftijd of geslacht, werken we met het gemiddelde van 2,69 uur huishoudelijk werk per dag. Voor de kostprijs werken we met de centrale waarde van de kostprijs van een PWA cheque (6,2 EUR per uur) (zie sectie 8.3.2.3). We houden dus geen rekening met de kost van kinderopvang of van informele verzorging.

Dit geeft dan volgende inschatting van de kostprijs van verloren huishoudelijke arbeid:

**Tabel 9-40: Kostprijs van verloren huishoudelijke arbeid te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> PM2,5 (bevolking 15-65 jaar)**

| Gemiddelde | OG         | BG         |
|------------|------------|------------|
| 60.217.281 | 52.864.434 | 67.570.128 |

### 9.3.4 Synthese voor PM2,5

Op basis van de huidige beschikbare gegevens kunnen we volgend overzicht geven van de aan PM2,5 gerelateerde gezondheidskosten in Vlaanderen.

**Tabel 9-41: Milieugerelateerde morbiditeitseffecten te wijten aan 10mg/m<sup>3</sup> PM2,5**

| Effect                                                     | Gemiddelde  | Ondergrens  | Bovengrens  |
|------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| Productiviteitsverlies door<br>absenteïsme                 | 77.660.174  | 65.842.321  | 89.478.027  |
| Kostprijs van verloren<br>huishoudelijke arbeid            | 60.217.281  | 52.864.434  | 67.570.128  |
| WTP om dagen met<br>verminderde activiteit te<br>vermijden | 221.545.670 | 194.493.777 | 248.597.562 |
| Totaal                                                     | 359.423.125 | 313.200.533 | 405.645.717 |

De kost van de morbiditeitseffecten van PM2,5 ligt dus in de buurt van de COI verbonden aan dezelfde concentratie PM10, en komt overeen met ongeveer de helft van de totale kosten verbonden aan dezelfde concentratie PM10. In het geval van PM2,5 valt op dat de kost van chronische mortaliteit te wijten aan deze pollutant minstens 3 keer zo hoog ligt als kost van morbiditeit (en zelfs meer dan 10 keer zo hoog indien men de hoogste waarde voor de VOLY neemt).

We stellen ook vast dat de "subjectieve" gezondheidskosten in dit geval hoger liggen dan de "reële" kosten verbonden aan productiviteitsverlies.

Tenslotte stellen we vast dat de onzekerheidsmarges voor PM2,5 veel kleiner zijn dan voor PM10. Dus, terwijl de centrale waarde voor de kost van 10mg/m<sup>3</sup> PM2,5 veel lager ligt dan voor dezelfde concentratie aan PM10, ligt de geschatte benedengrens hoger dan bij PM10.



## 9.4 MORBIDITEITSEFFECTEN DIE GELIEERD ZIJN AAN OZON

Hieronder volgen de morbiditeitseffecten die gelieerd zijn aan ozon en waarvan we de dosis respons relatie kennen uit ExternE (2005).

### 9.4.1 Hospitalisaties

De MKG (zie sectie 8.2.2) bieden volgende gegevens met betrekking tot de spoedhospitalisaties wegens ademhalingsproblemen bij bejaarden (hoofddiagnose ICD 460-519)<sup>118</sup>:

**Tabel 9-42: Jaarlijks aantal spoedhospitalisaties wegens ademhalingsproblemen per 100.000 bejaarden (+65 jaar) in het Vlaams gewest**

| Jaar        | 2001  | 2002  | 2003  | 2004  | 2005  |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 65 plussers | 3.034 | 3.161 | 3.148 | 2.959 | 3.266 |

Deze cijfers liggen een pak hoger dan de incidentiecijfers gebruikt in CAFE: 2.496 per 100.000 voor 65-plussers (zie Anderson et al. 2004, p. 80).

Rekening houdende met het aantal 65 plussers van het Vlaams gewest<sup>119</sup>, kunnen we de gegevens voor 2005 combineren met Tabel 7-12 om een Vlaamse impactfunctie te bekomen:

**Tabel 9-43: Vlaamse impactfunctie voor hospitalisaties wegens ademhalingsproblemen bij 65-plussers te wijten aan ozon.**

| Populatie             | Referentiepopulatie | Gemeten incidentie | Gemiddelde | OG          | BG     |
|-----------------------|---------------------|--------------------|------------|-------------|--------|
| Volwassenen > 65 jaar | 1.040.554           | 0,03266            | 169,922468 | -67,9689873 | 407,81 |

Indien we er van uitgaan dat de kostprijs van een hospitalisatie voor een 65-plusser gemiddeld niet verschilt van de algemene populatie, kunnen we deze cijfers combineren met Tabel 9-10 en Tabel 9-12, en bekomen we een schatting van de kost van 10 µg/m<sup>3</sup> ozon:

**Tabel 9-44: COI van hospitalisaties te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> ozon**

| ICD     | Gemiddelde totale kost | OG totale kost | BG totale kost |
|---------|------------------------|----------------|----------------|
| 460-519 | 781.641                | 312.656        | 1.875.938      |

<sup>118</sup> Overgemaakt per e-mail door de Heer Monette (Vlaams Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Gezin) op 20 december 2007.

<sup>119</sup> statbel.fgov.be/pub/d2/p201y2003\_nl.pdf

**Tabel 9-45: WTP om hospitalisaties te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> ozon te vermijden**

| ICD     | Gemiddelde totale kost | OG totale kost | BG totale kost |
|---------|------------------------|----------------|----------------|
| 460-519 | 50.864                 | -20.346        | 122.07         |

Ook hier valt de belangrijke spreiding rond het gemiddelde op – het resultaat is zelfs niet significant verschillend van nul!

#### 9.4.2 Minor restricted activity days

Net zoals in sectie 9.3.2, zullen we bij gebrek aan Vlaamse data de incidentiecijfers van ExternE gebruiken als basis voor onze berekeningen. Door deze te combineren met Tabel 7-13 bekomen we de volgende impactfunctie:

**Tabel 9-46: Impactfunctie voor dagen met licht verminderde activiteit te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> ozon**

| Populatie              | Referentiepopulatie | Incidentie uit ExternE | Gemiddelde | OG      | BG      |
|------------------------|---------------------|------------------------|------------|---------|---------|
| Volwassenen 18-64 jaar | 4.015.572           | 7,8                    | 463.558    | 178.532 | 745.451 |

De WTP om de pijn en het lijden, verbonden aan dagen met (licht) verminderde activiteit, te vermijden kan dus voor de totale bevolking tussen 15 en 65 jaar berekend worden door deze gegevens te combineren met de gegevens uit Tabel 8-22:

**Tabel 9-47: WTP om dagen met licht verminderde activiteit te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> ozon te vermijden**

| Effect                                 | WTP per dag | Gemiddelde | OG        | BG         |
|----------------------------------------|-------------|------------|-----------|------------|
| Dagen met licht verminderde activiteit | 50,592      | 23.452.309 | 9.032.308 | 37.713.849 |

Laten we nu even uitgaan van de hypothese dat elke MRAD verloren is voor huishoudelijke arbeid. Aangezien de impactfuncties niet worden opgesplitst per leeftijd of geslacht, werken we met het gemiddelde van 2,69 uur huishoudelijke arbeid per dag. Voor de kostprijs werken we met de centrale waarde van de kostprijs van een PWA cheque (6,2 EUR per uur).

Dit geeft dan volgende inschatting van de kostprijs van verloren huishoudelijke arbeid:

**Tabel 9-48: Kostprijs van de verloren gegane huishoudelijk arbeid te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> ozon**

| Gemiddelde | OG        | BG         |
|------------|-----------|------------|
| 7.731.215  | 2.977.562 | 12.432.629 |

#### 9.4.3 Effecten op symptomen bij kinderen

Wij hebben geen weet van Vlaamse incidentiecijfers. Als een eerste, grove, benadering, stellen we voor om te werken met de impactfuncties gebruikt in ExternE en deze toe te passen op de Vlaamse context.

ExternE gebruikt de volgende impactfuncties:

**Tabel 9-49: ExternE impactfunctie voor luchtwegenproblemen bij kinderen, te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> ozon**

| Effect                                                                                   | Gemeten incidentie | Background odds | Gemiddelde | OG          | BG       |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|------------|-------------|----------|
| Verandering in het aantal dagen met hoest                                                | 0.054              | 0.05708245      | 0.92977261 | -0.18655734 | 2.223074 |
| Verandering in het aantal dagen met problemen van de lagere luchtwegen (exclusief hoest) | 0.015              | 0.01522843      | 0.16171348 | -0.43194834 | 0.807115 |

Net zoals in sectie 9.2.6, zullen we er van uit gaan dat er 755.683 kinderen zijn binnen de leeftijdscategorie 5-14 jaar. Dit geeft dan de volgende schatting van het totale effect:

**Tabel 9-50: Vlaamse impactfunctie voor luchtwegenproblemen bij kinderen, te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> ozon**

|                                                                                          | Gemiddelde   | OG            | BG        |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|---------------|-----------|
| Verandering in het aantal dagen met hoest                                                | 702.613,1516 | -140.978,1696 | 1.679.938 |
| Verandering in het aantal dagen met problemen van de lagere luchtwegen (exclusief hoest) | 122.204,091  | -326.415,9199 | 609.923,1 |

Een schatting van de WTP om deze effecten te vermijden kan bekomen worden aan de hand van de gegevens uit Tabel 8-22.

**Tabel 9-51: Totale WTP voor het vermijden problemen van luchtwegenproblemen bij kinderen te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> ozon**

|                                                                                                   | Gemiddelde | OG          | BG         |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-------------|------------|
| WTP voor verandering in het aantal dagen met hoest                                                | 35.546.605 | -7.132.368  | 84.991.448 |
| WTP voor verandering in het aantal dagen met problemen van de lagere luchtwegen (exclusief hoest) | 6.182.549  | -16.514.034 | 30.857.229 |

Bij de interpretatie van deze gegevens dienen we voor ogen te houden dat de helling van de CRF niet statistisch significant verschillend van nul is.

#### 9.4.4 Huisartsconsultaties voor allergische rinitis

Om het aantal patiënten met allergische rinitis in Vlaanderen te schatten gebruiken we dezelfde methode die we gebruikten voor het schatten van het aantal patiënten met astma (zie sectie 9.2.3).

Het IMA heeft volgende schatting gemaakt van het aantal patiënten met allergische rinitis:

**Tabel 9-52: Vlaamse populatie met allergische rinitis in 2006**

|            | Totale populatie | Populatie met allergische rinitis |
|------------|------------------|-----------------------------------|
| 0-14 jaar  | 986.640          | 11.680                            |
| 15-64 jaar | 3.988.880        | 215.040                           |

Op basis daarvan heeft het IMA het gemiddelde aantal huisartsbezoeken per rinitispatiënt in het afgelopen jaar berekend. Daar werd het algemene populatiegemiddelde van afgetrokken. We gaan er van uit dat het verschil tussen beide cijfers integraal te wijten is aan aanvallen van rinitis.

**Tabel 9-53: Huisartsbezoeken te wijten aan allergische rinitis**

|            | Huisartsbezoeken van de totale populatie | Huisartsbezoeken van rinitis patiënten | Huisartsbezoeken per patiënt te wijten aan rinitis |
|------------|------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------|
| 0-14 jaar  | 2,23                                     | 4,33                                   | 2,1                                                |
| 15-64 jaar | 3,44                                     | 6,86                                   | 3,42                                               |

Om de Vlaamse impactfunctie te berekenen moet het aantal huisartsbezoeken omgerekend worden naar het jaarlijks aantal huisartsbezoeken omwille van allergische rinitis per persoon *van de algemene populatie*. We bekomen volgende schatting, die we vergelijken met de schattingen van Hurley et al.:

**Tabel 9-54: Aantal huisartsconsultaties wegens allergische rinitis per jaar per persoon voor de totale populatie**

| Populatie              | Aantal huisartsbezoeken per jaar per persoon voor de totale populatie volgens cijfers IMA | Aantal huisartsbezoeken per jaar per persoon voor de totale populatie volgens Hurley et al., p. 84 |
|------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kinderen 0-14 jaar     | 0,02                                                                                      | 0,04                                                                                               |
| Volwassenen 15-64 jaar | 0,18                                                                                      | 0,03                                                                                               |

De gemeten incidentie voor kinderen is van dezelfde orde van grootte als in Hurley et al.. Voor volwassenen is onze inschatting echter veel hoger. Aangezien de cijfers gerapporteerd in Hurley et al. het resultaat zijn van een directe bevraging, is het niet duidelijk waar deze verschillen aan te wijten zijn.

Tabel 7-15 geeft de CRF die gebruikt wordt in ExternE. Door deze te combineren met de gegevens uit Tabel 9-52 en Tabel 9-54, bekomen we de Vlaamse impactfunctie.

**Tabel 9-55: Vlaamse impactfunctie voor huisartsconsultaties wegens allergische rinitis**

| Populatie              | Aantal doktersbezoeken per jaar per persoon voor de totale populatie | Gemiddelde | OG     | BG     |
|------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------|--------|--------|
| Kinderen 0-14 jaar     | 0,02                                                                 | 2.011      | 1.251  | 2.845  |
| Volwassenen 15-64 jaar | 0,18                                                                 | 40.449     | 30.888 | 51.481 |

We berekenen de financiële impact aan de hand van een honorarium van 21,53 EUR<sup>120</sup>.

**Tabel 9-56: Kost van huisartsconsultaties wegens rinitis te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> PM10**

| Populatie              | Gemiddelde | OG      | BG        |
|------------------------|------------|---------|-----------|
| 0-14 jaar              | 43.303     | 26.932  | 61.258    |
| 15-64 jaar             | 870.867    | 665.026 | 1.108.377 |
| Totaal alle leeftijden | 914.171    | 691.959 | 1.169.635 |

#### 9.4.5 Bronchodilatorgebruik door kinderen

We gebruiken hier de impactfunctie uit Tabel 7-17. Voor het berekenen van de financiële impact nemen we, net zoals in sectie 9.2.5, Ventolin inhal 200 dos, 100 mcg/dos (CNK 135913). Deze bronchodilator gaat in theorie 25 dagen mee en de eenheidsprijs is 4,99 EUR<sup>121</sup>. We gaan terug uit van een populatie van 986.640 kinderen in de leeftijdscategorie 0-14 jaar.

**Tabel 9-57: Kost van bronchodilatorgebruik bij kinderen te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> ozon**

| Gemiddelde | OG    | BG      |
|------------|-------|---------|
| 60.765     | 8.457 | 113.228 |

#### 9.4.6 Bronchodilatorgebruik door volwassenen

Hurley et al. (2005) hebben een CRF en een impactfunctie geschat – zie Tabel 7-18.

Het aantal volwassenen met astma in Vlaanderen werd geschat volgens de methode beschreven in sectie 9.2.3. Dit laat ons toe om de verandering te berekenen in het jaarlijks aantal dagen waarop volwassenen in Vlaanderen een bronchodilator gebruiken.

**Tabel 9-58: Verandering in het jaarlijks aantal dagen waarop volwassenen in Vlaanderen een bronchodilator gebruiken**

| Gemiddelde | OG      | BG      |
|------------|---------|---------|
| 172.888    | -57.851 | 382.851 |

De financiële impact voor Vlaanderen berekenen we aan de hand van dezelfde hypothesen als gebruikt in sectie 9.4.5.

<sup>120</sup> <http://www.riziv.fgov.be/insurer/nl/rate/pdf/last/doctors/raad20081101nl.pdf>

<sup>121</sup> <http://www.bcfi.be/>

**Tabel 9-59: Kost van bronchodilatorgebruik bij volwassenen te wijten aan 10 µg/m<sup>3</sup> ozon**

| Gemiddelde | OG      | BG     |
|------------|---------|--------|
| 34.508     | -11.547 | 76.417 |

#### 9.4.7 Synthese voor ozon

Op basis van de huidig beschikbare gegevens kunnen we volgend overzicht geven van de aan ozon gerelateerde gezondheidskosten in Vlaanderen.

**Tabel 9-60: Milieugerelateerde morbiditeitseffecten te wijten aan 10mg/m<sup>3</sup> ozon**

| Effect                                                      | Gemiddelde | Ondergrens  | Bovengrens  |
|-------------------------------------------------------------|------------|-------------|-------------|
| <b>COI</b>                                                  |            |             |             |
| Hospitalisaties wegens ademhalingsproblemen bij 65 plussers | 781.641    | -312.656    | 1.875.938   |
| Verloren gegane huishoudelijke arbeid                       | 7.731.215  | 2.977.562   | 12.432.629  |
| Huisartsconsultaties wegens allergische rinitis             | 914.171    | 691.959     | 1.169.635   |
| Bronchodilatorgebruik bij kinderen                          | 60.765     | 8.457       | 113.228     |
| Bronchodilatorgebruik bij volwassenen                       | 34.508     | -11.547     | 76.417      |
| Totaal COI                                                  | 9.522.300  | 3.353.774   | 15.667.847  |
| <b>WTP</b>                                                  |            |             |             |
| Hospitalisaties wegens ademhalingsproblemen bij 65 plussers | 50.864     | -20.346     | 122.073     |
| Dagen met licht verminderde activiteit bij volwassenen      | 23.452.309 | 9.032.308   | 37.713.849  |
| Hoest bij kinderen                                          | 35.546.605 | -7.132.368  | 84.991.448  |
| Andere problemen van de lagere luchtwegen bij kinderen      | 6.182.549  | -16.514.034 | 30.857.229  |
| Totaal WTP                                                  | 65.232.327 | -14.634.439 | 153.684.600 |
| Totaal COI + WTP                                            | 74.754.627 | -11.280.665 | 169.352.447 |

Het is duidelijk dat de belangrijkste effecten het pijn en lijden zijn, verbonden aan hoest bij kinderen enerzijds en aan dagen met licht verminderde activiteit bij volwassenen anderzijds. Hierbij moeten we wel de bemerking maken dat de effecten op luchtwegenproblemen bij kinderen niet statistisch significant zijn.

Ook hier is het nuttig om te vergelijken met de mortaliteitseffecten. Zelfs indien men de laagste waarde neemt voor een VSL, bekomt men dat de kost van mortaliteitseffecten van ozon twee keer zo hoog is als de geschatte centrale waarde van de kosten verbonden aan de morbiditeitseffecten.

## 10 BELEIDSAANBEVELINGEN VOOR TOEKOMSTIGE WAARDERINGSTUDIES

De Vlaamse beleidscontext wordt gekenmerkt, onder andere door een zeer hoge concentratie van vervuilende industrie en hoge transportvolumes (zowel in het Gewest als in zijn burens), en door een zeer hoge bevolkingsdichtheid (waarbij deze dichte bevolking trouwens ook een belangrijke bron van luchtvervuiling is, bijvoorbeeld door residentiële verwarming). Het is dus zeer waarschijnlijk dat lokale luchtvervuiling zal resulteren in ongunstige gezondheidseffecten. Een strengere aanpak van de vervuiling door een afname van de industriële emissies kan echter leiden tot significante economische kosten. Omdat deze kosten in grote mate afhangen van de strengheid van de reguleringen, wordt het des te belangrijker om de maatschappelijke baten van dergelijke reguleringen te kunnen verantwoorden. Daarom bieden hoofdstukken 3 tot 9 een overzicht van de stand van zaken met betrekking tot de kwantificering van deze baten.

We hebben de berekende eindpunten samengevat in secties 9.1, 9.2.7, 9.3.4 en 9.4.7.

We hebben er meermaals op gewezen dat de berekeningen onderworpen zijn aan talrijke bronnen van onzekerheid:

- Er bestaan heel wat vraagtekens met betrekking tot de validiteit van de geschatte eenheidskosten, zowel wanneer men "harde" ziektekosten schat als wanneer men "subjectieve" ziektekosten gebruikt (zie hoofdstuk 5).
- We kunnen in Vlaanderen alleen rekening houden met gemiddelde concentraties – een gedifferentieerd blootstellingsscenario naar plaats en tijd is niet mogelijk met de huidige stand van zaken qua data (zie hoofdstuk 4).
- De onzekerheidsmarges in de berekeningen van de CRFs worden berekend aan de hand van statistische technieken en zijn telkens expliciet aangegeven (zie hoofdstuk 7). Het is echter onduidelijk in welke mate sommige geschatte effecten met elkaar gecorreleerd zijn.
- Voor de berekening van "harde" ziektekosten in Vlaanderen hebben we geen gebruik kunnen maken van gegevens die voortvloeien uit een directe bevraging met betrekking tot effectieve uitgaven. We hebben gebruik moeten maken van "standaardkosten" voor hospitaalopnames en van indirecte methodes voor het schatten van het aantal huisartsbezoeken te wijten aan bepaalde ziektebeelden. Ook de schatting van het aantal patiënten met een bepaalde aandoening diende te gebeuren aan de hand van indirecte technieken (zie sectie 8.2).
- Voor de berekening van de productiviteitskost hebben we abstractie moeten maken van de kost van kinderopvang en van informele verzorging. We hebben noodgedwongen de zogenaamde "Human capital approach" gebruikt in plaats van de "Friction Cost Method." We hebben geen rekening kunnen houden met de Vlamingen die in Brussel werken (zie sectie 8.3).
- Het gebruik in een Vlaamse context van "subjectieve" ziektekosten die werden geschat in andere landen gaat onvermijdelijk gepaard met bijkomende onzekerheden. Hierdoor zou men bij de interpretatie van de resultaten uit hoofdstuk 9 een bijkomende fout van 20% dienen te rekenen (zie sectie 8.4).

Bovendien geven de geschatte gezondheidseffecten geen exhaustief beeld van alle mogelijke gezondheidseffecten die voortvloeien uit luchtvervuiling, maar kan een zekere mate van overlapping evenmin worden uitgesloten.

Ondanks de grote onzekerheidsmarges met betrekking tot elke individuele berekening, kunnen we stellen dat de jaarlijkse "harde" marginale gezondheidskost te wijten aan PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub> en ozon in de orde van grootte van enkele tientallen miljoenen EUR per 10µg/m<sup>3</sup> ligt. Indien we ook rekening houden met "subjectieve" gezondheidskosten, loopt de schatting al snel in de miljarden EUR.

Op basis van hun monetaire waarden, zijn de belangrijkste effecten die we in deze studie hebben geïdentificeerd:

- Vroegtijdig overlijden door chronische blootstelling aan PM<sub>2,5</sub>
- Vroegtijdig overlijden door acute blootstelling aan PM<sub>10</sub>
- Vroegtijdig overlijden door acute blootstelling aan ozon
- De pijn en het lijden ten gevolge van problemen van de lagere luchtwegen te wijten aan acute blootstelling aan PM<sub>10</sub>
- De pijn en het lijden, verbonden aan de verminderde activiteit te wijten aan acute blootstelling aan PM<sub>2,5</sub>
- Het productiviteitsverlies door absentieïsme en de verloren gegane huishoudelijke arbeid te wijten aan acute blootstelling aan PM<sub>2,5</sub>
- De pijn en het lijden, verbonden aan dagen met licht verminderde activiteit bij volwassenen en aan hoest bij kinderen, te wijten aan acute blootstelling aan ozon

In dit hoofdstuk bieden we een overzicht van de voornaamste behoeften voor verder onderzoek.

## 10.1 EPIDEMIOLOGISCHE STUDIES

De epidemiologische studies die gebruikt worden in CAFE en ExternE zijn niet ondernomen met het specifiek doel om CAFE en ExternE te onderbouwen. Hieruit volgend direct een aantal belangrijke beperkingen:

- De bestudeerde gezondheidseffecten zijn niet exhaustief, maar tegelijkertijd kan een zekere mate van overlapping niet vermeden worden (zie sectie 5.5).
- De gebruikte methodologieën en bestudeerde populaties kunnen soms sterk variëren<sup>122</sup>, wat de vergelijkbaarheid en de transparantie ervan niet ten goede komt. Om van de geschatte CRF de stap te kunnen zetten naar een impactfunctie zijn soms betwistbare aannames nodig (zie sectie 7.5.5 voor een voorbeeld).
- Het is niet duidelijk in welke mate de CRF gerapporteerd in ExternE representatief zijn voor een regio zoals Vlaanderen, die volgens meerdere criteria afwijkt van de Europese gemiddeldes (welvaart, bevolkingsdichtheid, industrialisatie, dichtheid van het transportnetwerk, aanwezigheid van een aantal belangrijke zeehavens, nabijheid van het Ruhrgebied, enz). In deze studie hebben we vooral de nadruk gelegd op de representativiteit van de referentiewaarden qua prevalentie en

---

<sup>122</sup> Bijvoorbeeld, soms wordt een effect berekend voor de totale populatie, en soms alleen voor dat deel van de populatie dat reeds als een patiënt werd geïdentificeerd. Soms worden CRFs alleen geschat voor een aantal maanden per jaar. Dit alles brengt met zich mee dat de onderzoeker met zeer grote omzichtigheid dient om te gaan bij de toepassing van de geschatte relaties.



incidentie enerzijds, en van de eenheidskosten anderzijds. Men kan zich echter evengoed de vraag stellen of de gebruikte CRF wel representatief zijn. Het is met name niet geweten of de niet-geobserveerde onafhankelijke variabelen in Vlaanderen verschillen van deze in de oorspronkelijke steekproef op een manier die de afhankelijke variabelen systematisch beïnvloedt.

Ideaal gesproken, zou men in een studie van milieugerelateerde gezondheidskosten eerst een inventaris maken van de gezondheidseffecten die dienen bestudeerd te worden, en zou men op basis daarvan in Vlaanderen zelf een exhaustieve, niet-overlappende lijst opstellen van uit te voeren prospectieve studies. Omwille van budgetbeperkingen is zoiets waarschijnlijk niet mogelijk, en zal men moeten blijven "ad hoc" studies gebruiken die in een andere context en met andere finaliteiten werden ondernomen.

Een eerste mogelijke benadering zou er in kunnen bestaan om de nadruk te leggen op de systematische opvolging van die effecten die de grootste impact hebben op de gezondheidskosten. Men zou daarvoor de kosten berekend in deze studie kunnen gebruiken als leidraad. Volgens dit criterium zou de nadruk moeten liggen op het opvolgen van de mortaliteitseffecten (zowel ten gevolge van chronische als ten gevolge van acute blootstelling), van de impact van PM10 op problemen van de lagere luchtwegen, van de impact van PM2,5 op het aantal dagen met verminderde activiteit, en van de impact van ozon op het aantal dagen met verminderde activiteit en op hoest bij kinderen.

Een nadeel van deze methode is dat we ons in deze studie hebben beperkt tot de effecten van fijn stof en troposferisch ozon. In ExternE worden echter ook CRFs gerapporteerd voor andere pollutanten en gezondheidseffecten: benzeen, 1,3-Butadiene, PAK, As, Cd, Cr, Ni, Pb, dioxines en lawaaioverlast. Een alternatieve benadering zou er in kunnen bestaan om te kijken naar de relatieve totale kost van elke pollutant volgens actuele Europese studies en op basis daarvan de prioriteiten voor verder epidemiologisch onderzoek vast te leggen.

Een geheel andere benadering zou er in kunnen bestaan om de nadruk te leggen op het reduceren van de onzekerheidsmarges. Men zou zich dan dienen te concentreren op de CRF waarover er de grootste onzekerheid bestaat, met inbegrip van deze die omwille van de grote foutenmarges *niet* weerhouden werden in de Europese methodologieën.

Een laatste mogelijkheid zou er in kunnen bestaan om een expertpanel van Vlaamse artsen te raadplegen en na te gaan welke, volgens hen, de prioriteiten dienen te zijn qua actualisatie van de CRF. Het voordeel van deze methode is dat deze gebruik zou maken van de ervaring van de mensen die het dichtst bij de realiteit van het terrein staan. Het nadeel van deze methode is dat ze een zeer zorgvuldige opzet van de vraagstelling vereist – anders loopt men het risico op belangrijke en systematische fouten (onder andere door wederzijdse beïnvloeding en conformisme).

Welke methode voor prioriteitstelling ook gekozen wordt, het lijkt ons in elk geval essentieel dat deze wordt gevalideerd door medische experts.

## 10.2 OMGEVINGSCONCENTRATIES EN BLOOTSTELLINGSCENARIO'S

In hoofdstuk 4 hebben we besloten dat een verfijning van de gebruikte omgevingsconcentraties en blootstellingsscenario's met de momenteel beschikbare data weinig zinvol is.

De grote beperkende factoren hierin zijn:

- er zijn geen CRF beschikbaar voor verschillende plaatsen en tijdstippen
- de onzekerheid betreffende het verschil in variabiliteit van de blootstelling over het Vlaams grondgebied ten opzichte van de variabiliteit per grid van 4x4 km

Dit wordt ook duidelijk beschreven in het hoofdstuk rond beperkingen (sectie 4.2.3.5).

In de toekomst, en indien meer kennis is over CRF voor verschillende locaties, tijdstippen, enz..., kan de opdrachtgever gebruik maken van het blootstellingsscenario uit hoofdstuk 4.2.3.

### 10.3 DIRECTE MEDISCHE KOSTEN

De problemen die zich stellen bij het gebruik van harde ziektekosten als indicator van gezondheidskosten werden uitvoerig beschreven in hoofdstuk 5.6.5. Voor onze schatting van de harde ziektekosten hebben we ons moeten beperken tot een retrospectieve prevalentiebenadering – de nadelen hiervan zijn besproken in sectie 5.6.2 en 5.6.3.

In dit kader lijken ons vooral de volgende beperkingen van deze benadering belangrijk:

- De constante veranderingen in de behandelingstechnieken, die de representativiteit van historische kostendata ondermijnen
- De organisatie van de data komt niet overeen met de onderzoeksbehoeften
- De prevalentiebenadering is weinig geschikt wanneer men kijkt naar gezondheidseffecten met een verwachte looptijd van meer dan een jaar
- De COI bieden geen informatie over de pijn en het lijden verbonden aan ziekte en vroegtijdig overlijden
- De COI houden geen rekening met de diversiteit aan gedragsreacties waarop men kan omgaan met vervuiling.
- De COI worden in grote mate bepaald door historische politieke en administratieve beslissingen met betrekking tot de prioriteiten in de gezondheidszorg

In het kader van onze studie wordt deze beperking zeer duidelijk in het geval van astma, waar de kosten van het ontbreken van een behandeling hoger liggen dan de uitgaven voor de geneesmiddelen (zie sectie 8.2.12). Astma zou ook aanzienlijke andere, niet-betaalde kosten met zich meebrengen: aanpassing van de woning, aankoop van speciale hoezen, aërosolapparaten, kinesithérapie, absenteïsme op school... Geen van deze effecten werd meegenomen in onze studie.

In het kader van de recente (2006) "Inventaris van databanken gezondheidszorg" opgesteld door het Federaal kenniscentrum voor de gezondheidszorg (sectie 1.1) werden bovendien een aantal, specifiek Belgische, lacunes geïdentificeerd die bevestigd werden in onze studie (pp ii-iii; p.27; p. 41; p 56):

- Longitudinale gegevensanalyses noodzakelijk voor het opvolgen van patiënten zijn vaak zeer moeilijk of onmogelijk door het ontbreken van een unieke persoonsidentificator.
- Onze huidige registratiesystemen en databanken laten niet toe om een beschrijving of analyse te maken van niet door de overheid terugbetaalde gezondheidszorgconsumptie.
- Er zijn moeilijkheden met diagnose- en behandelingengegevens naar validiteit toe, in het bijzonder voor comorbiditeit en complicaties. Dit is bijvoorbeeld een probleem bij de MKG-MFG.
- Er is een gebrek aan gegevens over extramurale en ambulante gezondheidszorg.
- Er is een gebrek aan gegevens over de technologie die gebruikt wordt in de gezondheidszorg.

- België slaagt er onvoldoende in om degelijk te rapporteren en om (internationale) classificaties en concepten te gebruiken bij dataverzameling.
- Er moet over het algemeen gewerkt worden met gegevens uit administratieve databanken, die minder bekommerd zijn om het wetenschappelijke perspectief.
- Er is een versnippering van gegevensbanken en instanties.
- Voor de secundaire gebruikers wordt de toegankelijkheid tot de databanken belemmerd door uiteenlopende wettelijke voorwaarden en procedures, waaronder de privacy-wetgeving. Dit is met name een probleem met betrekking tot de gekoppelde gegevens MKG-MFG.
- De moeilijkheid om een overzicht te vinden van potentieel relevante databanken, waardoor "parate terreinkennis", individuele contacten en "toevalstreffers" noodzakelijk zijn voor het ontwikkelen van een duidelijk beeld.
- Er is een gebrek aan gegevens op individueel niveau.

We verwijzen ook even kort naar de belangrijkste aanbevelingen van dat rapport (p. iii):

- Centralisatie van informatie over databanken en metadata.
- Het ontwikkelen van een conceptueel datamodel waarin doelstellingen worden vastgelegd en gezondheids- en gezondheidszorggegevens een plaats krijgen.
- Het opstellen van een datakwaliteitsplan met inbegrip van een geïntegreerd juridisch kader.
- Een onderlinge afstemming van de bestaande verschillende wetgevingen.
- De ontwikkeling van een netwerkorganisatiemodel met de huidige leveranciers, gebruikers en trusted third parties.

Het is in onze tekst duidelijk gebleken dat meerdere beperkingen waarmee deze studie werd geconfronteerd alleen structureel verholpen kunnen worden door een implementatie van deze aanbevelingen.

In het kader van deze studie hebben we uiteindelijk volgende methode gebruikt voor de schatting van de directe medische kosten:

- Voor de kosten verbonden aan de spoedhospitalisaties wegens hart- of ademhalingsproblemen: de incidentiecijfers van de MKG, gekoppeld aan de gemiddelde kostprijs per MDC
- Het schatten van het aantal patiënten met astma, van het aantal huisartsconsultaties wegens astma-aanvallen, van het aantal huisartsconsultaties wegens problemen van de hogere luchtwegen (met uitzondering van allergische rinitis), van huisartsconsultaties wegens allergische rinitis en van bronchodilatorgebruik: door gebruik te maken van de data van het IMA volgens de procedure beschreven in sectie 8.2.3.

De belangrijkste nadelen van deze methodes zijn

- De kostprijs per MDC is een gemiddelde kostprijs per categorie, en komt niet overeen met de effectieve kostprijs van individuele opnames. Een gebruik maken van gekoppelde gegevens MKG-MFG vereist uitvoeringsbesluiten voor de mededeling van deze gegevens aan derden<sup>123</sup>.
- De methode die wordt gebruikt voor de identificatie van patiënten en voor de schatting van het aantal huisartsbezoeken omwille van een gezondheidseffect vereist een strikt eenduidige relatie tussen medicament en pathologie die niet noodzakelijk opgaat. In hoofdstuk 8 hebben we vastgesteld dat onze schattingen soms sterk afwijken van de cijfers die in ExternE werden gebruikt, zonder dat er duidelijkheid bestaat over de oorzaak van deze discrepanties. Zoals opgemerkt in sectie 3.3.1, wordt het ontbreken van betrouwbare basisincidenties of -prevalenties als probleem vaak onderschat, terwijl de nadruk altijd wordt gelegd op de betrouwbaarheid van de geschatte CRF.

Op basis van de ervaringen met deze studie, zouden wij dan ook nog volgende actiepunten willen voorstellen, bovenop de aanbevelingen die hierboven reeds werden vermeld:

- Het afsluiten van protocolakkoorden tussen de Vlaamse en de Federale Overheid met betrekking tot de levering van gekoppelde gegevens MKG-MFG
- Een aanpassing van de Gezondheidsenquête, zodat deze direct een aantal vragen zou beantwoorden die relevant zijn voor het meten van bepaalde eindpunten: artsbezoeken wegens astma-aanvallen, problemen van de hogere luchtwegen of allergische rinitis; nieuwe gevallen van chronische bronchitis of COPD; uitgaven aan medicamenten te wijten aan deze ziektebeelden (met inbegrip van bronchodilatorgebruik); symptoomdagen wegens problemen van de lagere luchtwegen; dagen met verminderde activiteit (met inbegrip van absenteïsme). We hebben er in sectie 8.2.6 op gewezen dat een dergelijke aanpassing ten vroegste mogelijk zal zijn voor de enquête van 2012.
- Een koppeling van de Gezondheidsenquête met de IMA gegevens. Een dergelijke koppeling is in theorie mogelijk maar vergt een lange procedure<sup>124</sup>.
- Een aanpassing van de SILC (zie sectie 8.2.8), zodat deze de hierboven opgesomde vragen zou behandelen. Het grote voordeel van deze benadering bestaat er in dat het een directe koppeling toelaat met socio-economische en omgevingsvariabelen op het niveau van individuele huishoudens die op lange termijn worden opgevolgd. Deze panel zou dus kunnen gebruikt worden om alle stappen in de schadefunctieketen te behandelen. Bovendien wordt deze enquête jaarlijks gehouden. Het voornaamste probleem met de SILC is dat deze enquête wordt gecoördineerd op Europees niveau (door Eurostat). Bovendien ligt de finaliteit van deze enquête in een heel ander domein (armoede en sociale uitsluiting) dan het schatten van de gezondheidskosten. Een herziening van de vraagstelling ligt dus niet voor de hand.

## 10.4 KOSTEN VAN PRODUCTIVITEITSVERLIES

Om een schatting te maken van de verloren productie te wijten aan milieugerelateerde gezondheidskosten, hebben we gebruik gemaakt van de Human Capital Approach (HCA), omdat de databehoeften voor de uitvoering van een FCM studie te groot zijn. Aangezien de verschillen tussen de

---

<sup>123</sup> Het KB 18 oktober 2001 tot uitvoering van artikel 156, § 3, van de wet van 29 april 1996 legde vast onder welke omstandigheden gegevens aan derden konden worden overgemaakt. Dit KB werd gewijzigd door de wet van 13 december 2006. E-mail van de TCT van 28 januari 2009.

<sup>124</sup> E-mail van Johan Vanoverloop (IMA) van 19 Januari 2009.

kosten geschat aan de hand van de zogenaamde Friction Cost Methode (FCM) en deze geschat aan de hand van de Human Capital Approach (HCA) kunnen oplopen tot een factor 3, zou een alternatieve schatting van de verloren gegane professionele arbeid aan de hand van de FCM ook interessant zijn.

De concrete cijfers voor de berekening van de verloren gegane professionele arbeid zijn gebaseerd op de SD WORX steekproef.

Een beperking van deze steekproef is wel dat de gegevens betrekking hebben op *bedrijven* in Vlaanderen. Er wordt dus geen rekening gehouden met Vlamingen die in Brussel of Wallonië werken. Het absentisme van Walen en Brusselaars die in Vlaanderen werken wordt wel meegenomen. Dit punt wijst op een fundamenteel probleem dat volledig het bestek van deze studie te boven gaat: een belangrijk deel van de Vlamingen brengt een groot deel van zijn weekdagen door in gewesten die niet door deze studie worden gedekt.

In de SD WORX steekproef werd evenmin rekening gehouden met ambtenaren, zelfstandigen en niet-actieven. Deze problematiek aanpakken vereist het uitbreiden van de steekproef tot de andere vermelde categorieën, maar stelt geen fundamentele problemen.

Voor de berekening van de waarde van verloren gegane huishoudelijke arbeid hebben we de PWA cheques genomen als benedengrens. De waarde van de informele verzorging kan alleen ingeschat worden aan de hand van specifieke, directe bevragingen van de betrokkenen – dit zou bijvoorbeeld kunnen plaatsvinden binnen het kader van het hierboven vermelde Panel Survey.

De meest onrustwekkende beperking is waarschijnlijk dat er in Vlaanderen geen gecentraliseerde en gestandaardiseerde schattingen bestaan van de kost van de kinderopvang – het hoeft voor ons geen betoog dat dergelijke schattingen het belang van deze studie ver overstijgen.

## **10.5 AANBEVELINGEN MET BETREKKING TOT WTP STUDIES**

Wij hebben geen weet van oorspronkelijk waarderingsonderzoek ondernomen in Vlaanderen. Op basis van het huidig rapport is echter duidelijk dat de overdracht naar de Vlaamse context van bestaande onderzoeksresultaten gepaard gaat met belangrijke onzekerheden, zowel met betrekking tot de methoden die gebruikt werden om de gezondheidseffecten af te leiden als met betrekking tot het overdrachtsproces als dusdanig.

Dit hoofdstuk biedt een overzicht van drie mogelijke benaderingen voor de Vlaamse overheid.

- Steun op overgedragen schattingen bekomen in andere landen
- Repliceer het meest recente internationaal onderzoek in Vlaanderen
- Ontwikkel een op maat gemaakte waarderingmethode voor Vlaanderen.

Deze drie benaderingen worden hieronder verder in detail beschreven. We zullen de relatieve verdiensten en beperkingen van elke benadering bespreken.

### **10.5.1 Steun op overgedragen schattingen bekomen in andere landen**

Het gebruik van kosten-batenanalyse als deel van de beleidsvoorbereiding vereist dat men alle kosten en baten zoveel mogelijk in monetaire termen uitdrukt, of deze nu gebaseerd zijn op marktprijzen of op niet-markt waarden. Dergelijke schattingen bestaan en zijn gebruikt in recent beleidsonderzoek met

betrekking tot luchtkwaliteit<sup>125</sup>. Dit is een belangrijk argument om de beschikbare kennis met betrekking tot de waardering van gezondheidsbaten te gebruiken.

Sectie 6.1 van dit rapport heeft beschreven hoe de eenheidswaarden voor gezondheidseffecten binnen de Europese Unie de laatste 15 tot 20 jaar zijn geëvolueerd. We hebben daarbij een aantal trends geïdentificeerd, waaronder:

- Het wijdverspreid gebruik van WTP of WTA als indicator van individuele voorkeuren
- Het gebruik van uitgedrukte voorkeuren als waarderingsmethode
- Het vermogen van deze methodes om de te waarderen gezondheidseffecten nauwkeuriger te definiëren, en deze af te stemmen met de epidemiologische kwantificering van deze effecten.

Tot op heden hebben slechts een beperkt aantal studies de relevante effecten empirisch onderzocht.

In sectie 8.4 hebben we afgetast in welke mate de resultaten van dit empirisch onderzoek kunnen worden overgedragen naar de Vlaamse context.

Een eerste onderwerp is het effect op vroegtijdige overlijdens. We hebben daarvoor gebruik gemaakt van de resultaten bekomen in twee recente onderzoeksprojecten<sup>126</sup>. Door de resultaten van beide studies te combineren, hebben we een beneden- en een bovengrens bekomen voor de waardering van mortaliteitseffecten (zie Tabel 8-23).

Dit interval is een weergave van sommige (maar niet alle) onzekerheden die voortvloeien uit:

- Het gebruik van twee verschillende maatstaven (VSL versus VOLY)
- De methodologische onzekerheden,
- De overdracht van de landen waar de studies werden uitgevoerd naar de Vlaamse socio-economische context.

Voor de *morbiditeitseffecten* maken we gebruik van de resultaten van de meest volledige en recente studie (Ready et al. 2004). Een van de conclusies van deze studie was dat eenheidswaarde-overdracht waarschijnlijk net zo nauwkeurig zou zijn als functiewaardeoverdracht. We hebben daarom eenheidswaarde-overdracht gebruikt om de WTP te schatten om pijn en lijden te vermijden. We hebben daarbij de resultaten gebruikt van de samengevoegde steekproef van de 5-landen studie, gecorrigeerd voor het inkomen per capita. De bekomen resultaten worden samengevat in Tabel 8-22. Rond de centrale waarden bestaat een foutenmarge van ongeveer 16% te wijten aan de methodologische onzekerheden in de oorspronkelijke landenstudies en een overdrachtfout die dicht bij 40% ligt.

Een voordeel van het gebruik van deze waarden is dat ze onmiddellijk beschikbaar zijn en dat ze consistent zijn met degenen die momenteel worden gebruikt voor Europese beleidsstudies. Hun afleiding en gebruik brengt ook geen bijkomende kosten met zich mee.

Er zijn ook een aantal nadelen.

Ten eerste, zoals hierboven uiteengezet, zijn er belangrijke onzekerheden verbonden aan het overdrachtproces zelf. Met de socio-economische verschillen kan er rekening worden gehouden in de mate dat deze ook werden meegenomen in de statistische analyse in het land van de oorspronkelijke studie. Er bestaan echter bijkomende verschillen tussen landen die niet worden weergegeven in deze variabelen.

---

<sup>125</sup> We verwijzen hiervoor bijvoorbeeld naar de CAFE kosten-batenanalyse die werd ondernomen voor de Europese Commissie.

<sup>126</sup> De NEEDS en NEWEXT onderzoeksprojecten, ondernomen voor de Europese Commissie, DG Research.

Een bijkomende factor in deze overdrachtfouten is dat de oorspronkelijke studies die werden gebruikt als gegevens in het overdrachtsproces nu, in min of meerdere mate, voorbijgestreefd zijn. Het veldwerk voor NEEDS werd uitgevoerd in 2006, dat voor NEWEXT in 2003 en dat voor Ready et al. in 1999.

Tenslotte zijn er een aantal gezondheidseffecten die moeten opgesplitst worden voor de meer kwetsbare delen van de bevolking – dit is met name het geval voor de kwantificering en de monetarisering van mortaliteitseffecten in het geval van kinderen. In het geval van de waardering van de mortaliteit van kinderen bestaan er echter nog minder empirische gegevens dan in het geval van mortaliteit van volwassenen. De meeste economische analyses van gezondheidseffecten op kinderen zijn daarom gebaseerd op de VSL van een volwassene. Een overzicht van de empirische studies (zie sectie 6.1) toont aan dat ouders bereid zijn om meer te betalen om de gezondheidsrisico's van hun kinderen in te perken dan om de risico's in te perken waar ze zelf aan blootgesteld zijn. De geschatte marginale substitutievoet (MRS) is meestal groter dan 1, en gemiddeld genomen dicht bij 2. Om consistent te blijven met de kosten-batenanalyse van CAFE, raden we aan om te werken met een MRS van 1 en 2, en met een centrale waarde van 1,5.

### **10.5.2 Repliceer het meest recente onderzoek in Vlaanderen**

De Vlaamse overheid zou ook een oorspronkelijke waarderingstudie kunnen ondernemen, welke gebruik zou maken van de waarderinginstrumenten die in recente jaren binnen de Europese Unie werden ontwikkeld en toegepast. De resultaten van deze toepassingen liggen aan de basis van de eenheidswaarden die momenteel worden gebruikt in de Europese beleidsanalyse van de wetgeving met betrekking tot de luchtkwaliteit. Zij werden ook gebruikt voor de overdracht naar de Vlaamse context in sectie 8.4.

Het voornaamste voordeel van deze optie is dat de resultaten worden afgeleid uit een studie die uitgevoerd werd op de plaats waar het beleid zal worden toegepast; hierdoor verdwijnen de fouten te wijten aan de overdracht.

Een bijkomend voordeel ten opzichte van een volledig nieuwe studie is dat men hiermee ontwikkelingskosten vermijdt.

Ten opzichte van een overdracht van bestaande studies, wordt men wel met volgende bijkomende kosten geconfronteerd:

- Voorafgaand testen van de methodologie met focusgroepen
- Rekrutering van de steekproef
- Dataverwerking
- Analyse van de resultaten

Een ander belangrijk nadeel is dat het ontwerp van de vragenlijst niet kan worden aangepast aan de Vlaamse context zonder dat dit ten koste gaat van de vergelijkbaarheid. Men verliest hierdoor ook de mogelijkheid om sommige methodologische problemen op te lossen in de Vlaamse context, en dus ook om bestaande onzekerheden in te perken.

Teneinde een betere evaluatie van deze optie mogelijk te maken, verwijzen we naar sectie 5.3 waar we het ontwerp en de structuur van drie types enquêtes meer in detail hebben beschreven.

### **10.5.3 Ontwikkeling van een op maat gemaakte waarderingmethode voor Vlaanderen**

Uit het overzicht van de belangrijkste instrumenten die worden gebruikt voor "uitgedrukte voorkeuren methodes" (zie sectie 5.3) blijkt dat er een aantal methodologische vraagstukken blijven bestaan die nog ver van opgelost zijn op het generiek niveau, en dat er sommige zijn die moeten aangepakt worden op het niveau van de individuele beleidscontext. De meest belangrijke worden hier uiteengezet.

### **10.5.3.1 Het gebruik van niet-markt waarderingmethodes**

Hoewel de verdiensten van het gebruik van "uitgedrukte voorkeuren" worden erkend, blijven sommigen van mening dat hun gebruik kan leiden tot een overschatting van de echte WTP van individuen. De respondenten worden immers nooit in een situatie geplaatst waar ze hun betalingsbereidheid moeten uitdrukken voor het volledige gamma aan publieke goederen dat zich zouden kunnen aanschaffen. Hieruit volgt dat een grotere mate van realisme een stevigere basis zou bieden voor de bekomen waarden; dit zou ook de bias kunnen inperken die te wijten is aan het hypothetische karakter van de gestelde vragen. Een mogelijkheid bestaat er in om "uitgedrukte voorkeur" technieken te combineren met "gereveleerde voorkeur" technieken. Op deze manier kan de uitgedrukte betalingsbereidheid worden vergeleken met voorbeelden van de betalingsbereidheid zoals deze blijkt uit markttransacties. Deze mogelijkheid is tot nog toe alleen gebruikt in andere contexten, zoals de betalingsbereidheid om geluid te verminderen.

Een tweede probleem (met een gelijkaardige potentiële oplossing) is dat respondenten het moeilijk vinden om een onderscheid te maken tussen de betalingsbereidheid om een slechte gezondheid bij leven te vermijden en de betalingsbereidheid om het risico op overlijden te verkleinen (of om de verwachte levensduur te verlengen). Beide componenten kunnen in principe gewaardeerd worden aan de hand van uitgedrukte voorkeuren.

Het is echter belangrijk om te begrijpen of de WTP van de respondenten in deze context ook elementen omvat van de COI (behandelingskost of verloren wedde). Bovendien neemt het risico af dat de WTP van de respondenten elementen van de COI zal bevatten indien er marktmechanismen of sociale voorzieningen bestaan die de private kost voor de patiënt beperken.

Stieb et al. (2002)<sup>127</sup>, Rozan (nd) en Chestnut et al. (2006) suggereren dat de WTP benadering enkel zou mogen gebruikt worden om het aandeel van "pijn en lijden" binnen de totale economische kost van morbiditeit te schatten en dat individuele COI schattingen zouden moeten bekomen worden aan de hand van dezelfde enquête als degene die gebruikt werd om de WTP te schatten<sup>128</sup>. De verdienste van deze benadering hangt waarschijnlijk in grote mate af van de specifieke beleidscontext. Het zou nuttig zijn om dit te onderzoeken in de Vlaamse context.

### **10.5.3.2 De mate waarin de respondenten het te waarderen "goed" begrijpen**

De enquêtes die ontwikkeld werden om mortaliteit te waarderen zijn herhaaldelijk het voorwerp geweest van de kritiek dat de respondenten in feite niet begrepen wat ze verondersteld waren te waarderen, en dit ondanks alle inspanningen die geleverd werden om dit begrip te verzekeren.

Desaigues en Rabl (2003) erkennen bijvoorbeeld dat mensen behoorlijk realistische WTP rapporteren voor goederen waar ze vertrouwd mee zijn of die ze kunnen begrijpen. Het risico op overlijden is echter iets waar ze niet gewoon zijn om over te denken in monetaire termen. Bovendien hebben Kahneman en Tversky (1974) aangetoond dat mensen heel veel moeite hebben om kleine risico's te begrijpen en te

---

<sup>127</sup> Deze studie gebruikt in feite de resultaten van twee verschillende enquêtes om een maatstaf te bekomen van de gemiddelde totale economische kost van specifieke eindpunten. Ze gaat er van uit dat de WTP geschat in een van de studies (Johnson *et al.*, 2000) geen rekening houdt met de verloren productiviteit en met de behandelingskost omdat de meeste respondenten in de studie verklaard hadden dat ze beschikten over een ziekteverzekering en betaald werden tijdens hun ziekteverlof. Deze aanname is betwistbaar.

<sup>128</sup> Voor elke groep patiënten heeft Rozan (nd) gebruik gemaakt van de Delphi methode om medische experts te ondervragen over de voorgeschreven medicamenten, het toegekende aantal dagen ziekteverlof, de bijkomende onderzoeken en de speciale behandelingen nodig om elke ziekte te behandelen. De gemiddelde individuele COI werd geschat door marktprijzen toe te passen op de standaardbehandelingen indien er convergentie bestond tussen de schattingen van de experts.



waarderen. Hetzelfde argument wordt geformuleerd met betrekking tot het vermogen van respondenten om een waarde toe te kennen aan een verlenging van de levensverwachting over de hele overblijvende levensduur (in plaats van eenvoudigweg 6 maanden toe te voegen aan het einde van het leven) en, in het geval van latente risico's, in de toekomst.

Dit probleem stelt zich ook bij de waardering van morbiditeit, waar zich de vraag stelt of men dient te werken met een aantal gemeenschappelijke, door onderzoekers bepaalde ziektebeelden of gezondheidseffecten, of met ziektebeelden die worden gedefinieerd door de respondent. Sommige auteurs (bijvoorbeeld Alberini et al., 1997) zijn van mening dat de respondenten beter zullen begrijpen wat ze waarderen indien ze het gezondheidseffect zelf definiëren. Bovendien is het moeilijker voor respondenten om waarden toe te kennen aan het vermijden van ziektes of symptomen die ze nooit echt hebben ondervonden (Dickie and Gerking, 2002). Een nadeel van het gebruik van gezondheidseffecten gedefinieerd door de respondent zelf is dat het moeilijk kan zijn voor een respondent om zich zijn meest recente ziekte te herinneren. In dit geval kunnen WTP bekomen op basis van zelf beschreven ziekteperiodes onbetrouwbaar zijn (Alberini et al., 1997).

De mate waarin respondenten begrijpen wat ze gevraagd worden te waarderen is fundamenteel in het reduceren van de onzekerheid in de schattingen. Deze problematiek dient centraal te staan in nieuw onderzoek in dit domein. Een mogelijkheid bestaat er in om meer informatie te verschaffen over de verschillende mogelijkheden om risico's in te perken, en om tijd over te laten voor reflectie. Men kan dan aan de respondent de mogelijkheid geven om de oorspronkelijke WTP te herzien na een zekere tijdsperiode (bijvoorbeeld twee weken). Zoals opgemerkt door Desaignes en Rabl (2003) kan het ook interessant zijn om beslissingnemers te vragen om de vragenlijst te beantwoorden, omdat het waarschijnlijker is dat zij hebben nagedacht over de problematiek. In het geval van verkozen beleidsmakers is het aannemelijk dat ze een opinie hebben die de opinie van hun kiezers weergeeft.

### **10.5.3.3 De behandeling van de context in het ontwerp van de enquête**

Een belangrijk methodologisch discussiepunt in recent onderzoek is of het aangewezen is om de context (luchtkwaliteit) mee te nemen in het ontwerp van de enquête. Indien men de context meeneemt (zoals in het NEEDS onderzoek) loopt men het risico dat de WTP zal beïnvloed worden door free-riding en door altruïstische motieven. Indien de enquête contextvrij wordt gehouden (zoals in NEWEXT) loopt men echter het risico om de contextspecifieke componenten van de WTP uit te sluiten.

Ready et al. (2004a) wijzen er op dat studies die "uitgedrukte voorkeur" methodes gebruiken om gezondheidseffecten te waarderen meestal vaag zijn over de oorzaak van de ziekte die het beschouwde effect teweegbrengt, over de mogelijkheden om de ziekte te vermijden en over hoe de verbeteringen zouden worden gefinancierd. Men veronderstelt dan dat de resulterende WTP kunnen toegepast worden voor het analyseren van gelijk welke maatregel die resulteert in veranderingen in de frequentie van die ziekte.

Het expert panel van de NOAA was echter tot het besluit gekomen dat een gedetailleerde beschrijving van het hypothetisch programma dat leidt tot een toename van een milieugoed nodig is om betrouwbare contingente waarderingen van het milieugoed in kwestie te bekomen. De oorzaak van een slechte gezondheid en de manier waarop het zou behandeld worden zijn essentiële elementen van het milieubeleid wanneer men kijkt naar de gezondheidimpact van milieuprogramma's.

Indien men echter de gezondheidseffecten waardeert binnen de context waarin de gezondheidsrisico's tot stand komen, loopt men echter het risico dat de aandacht van de respondenten afglijdt van de effecten zelf naar de oorzaak van deze effecten.

Rozaan (nd) heeft bijvoorbeeld vastgesteld dat de voornaamste reden waarom respondenten weigerden om te participeren in een programma dat zou leiden tot een verbetering van de luchtkwaliteit is dat ze

zichzelf niet als vervuilers zagen en dat ze vonden dat zij niet moesten opdraaien voor de financiële gevolgen.

Navrud (2001) stelt dat respondenten worden afgeleid van de waardering van de symptomen indien men luchtkwaliteit vermeldt als een van de mogelijke oorzaken van de toename in de frequentie van de symptomen. Daar tegenover staat dan weer dat het benadrukken van de effecten in een contextvrije benadering tot gevolg kan hebben dat de respondenten het hypothetisch scenario en de WTP vragen niet ernstig nemen, waardoor de schattingen niet betrouwbaar genoeg zijn voor beleidsanalyses. Contextvrije vragen brengen ook het risico met zich mee dat de waardering van individuen gebaseerd is op individuele informatie en subjectieve referentiepunten. Contextspecifieke waardering daarentegen is gebaseerd op deze context, wat een betere controle toelaat over de individuele antwoorden (Rozan en Willinger, 1999).

Uit de voorafgaande paragrafen blijkt dat het probleem van de context wordt erkend als belangrijk, maar dat er weinig elementen zijn die een uitgesproken standpunt ondersteunen. Het is daarom cruciaal dat het probleem wordt aangepakt in een empirische studie binnen de beleidscontext waarvoor de WTP worden afgeleid. 2 andere belangrijke methodologische vraagstukken worden ook het best aangepakt in de specifieke beleidscontext van Vlaanderen: de methode om de antwoorden te ontlokken en de betalingsmethode.

#### **10.5.3.4 Het ontlokken van een antwoord**

Het gebruik van dichotomische keuzen in de vraagstelling leidt tot een bias te wijten aan de keuze van de initiële keuzemogelijkheden. Daar tegenover staat dat de respondent er geen belang bij heeft om zijn voorkeuren waarheidsgetrouw weer te geven. Het is niet duidelijk of het eerste effect belangrijk is in vergelijking met het tweede (zie bijvoorbeeld Bateman et al. 2004).

Een mogelijk formaat om een antwoord te ontlokken is de zogenaamde betalingslijst, waarbij een onzekerheidsmarge kan bestaan rond de waarde die respondenten hechten aan het goed dat ze moeten waarderen (Hanley et al. 2003).

Ten opzichte van het meer vertrouwd ontlokkingsformaat (dichotomische keuzen met of zonder follow-up vragen, zoals aangeraden door het NOAA panel) biedt deze benadering een aantal voordelen. Ten eerste is het mogelijk dat respondenten weten hoeveel ze zeker wél zouden willen betalen en hoeveel ze zeker niet zouden willen betalen, maar dat ze niet zeker over zijn over een bepaald interval. Ten tweede, indien men aan de respondenten de kans geeft om voor een groter aantal waarden "ja" of "neen" te antwoorden, is de kans groter dat ze langer zullen nadenken over hun beslissing en dus dat hun antwoorden consistent zullen zijn.

Dit zou empirisch moeten getest worden.

#### **10.5.3.5 Betalingsmethode**

In sommige contingente waarderingstudies van de morbiditeitseffecten van luchtvervuiling wordt de betalingsmethode duidelijk gespecificeerd in de vragenlijst. Het gaat meestal over dagelijkse uitgaven, belastingen, of producten zoals medicamenten of behandelingen.

Hammitt en Zhou (2005) stellen een persoonlijke behandeling of medicament voor dat het risico zou verminderen van één episode van ademhalings- of hartproblemen die een spoedopname in een hospitaal zou vereisen. Vermits de behandeling of het medicament persoonlijk zijn, hopen ze te bekomen dat de respondenten aan hun eigen risico's zouden denken in plaats aan de risico's waaraan de andere leden van het huishouden blootgesteld zijn. Hierdoor komt de waarderingsoefening dichter in de buurt van de meer vertrouwde taak om goederen in de supermarkt te kopen (of bij de apotheker).

Deze benadering wijkt dan weer af van de echte context van luchtvervuiling en kan nieuwe vertekeningen tot gevolg hebben. Dit dient nauwkeurig getest te worden in de specifieke beleidscontext (Vlaanderen) waar we in geïnteresseerd zijn.

### **10.5.3.6 De voorkeuren van kinderen en toekomstige generaties**

Er zijn meerdere groepen mensen die hun voorkeuren niet kunnen uitdrukken. We denken daarbij specifiek aan de waardering van de gezondheidseffecten op kinderen (zie sectie 6.1.5). Deze risico's zijn gekend maar tot nog toe is hier weinig werk rond verricht in Europa. Het gaat hier ook over prenatale risico's en erfelijke risico's verbonden aan bepaalde pollutanten zoals zware metalen. Specifieke problemen in deze context zijn de keuze van de discontovoet, en de verandering doorheen de tijd van de kosten en de baten, rekening houdende met veranderende voorkeuren.

### **10.5.3.7 Onwaarschijnlijke gebeurtenissen met zware gevolgen**

Sommige gebeurtenissen, zoals industriële rampen, zijn zeer onwaarschijnlijk maar kunnen tot zeer ware gevolgen leiden wanneer ze zich voordoen. Er is weinig gekend over de WTP om dergelijke gebeurtenissen te vermijden.

## **10.5.4 Besluit**

We hebben drie mogelijke opties geïdentificeerd die de Vlaamse Overheid in overweging zou kunnen nemen indien ze zou besluiten hoe verder te gaan met de waardering van gezondheidsimpacten in kosten-batenanalyses van het luchtbeleid:

- Steun op overgedragen schattingen bekomen in andere landen
- Repliceer het meest recente onderzoek in Vlaanderen
- Ontwikkel een op maat gemaakte waarderingmethode voor Vlaanderen.

We hebben de relatieve voor- en nadelen van elke optie beschreven.

De belangrijkste overwegingen zijn:

- De kost. Terwijl optie (a) quasi gratis is, kost optie (c) circa 250.000 EUR.
- De betrouwbaarheid van de gegevens. Het gebruik van waarden overgedragen vanuit andere studies brengt een grote mate van onzekerheid met zich mee, die zowel voortvloeien uit de methodes gebruikt om de oorspronkelijke waarden te berekenen als uit het overdrachtproces zelf. Deze onzekerheden zouden de geloofwaardigheid van de kosten-batenanalyse zelf kunnen ondermijnen.



## LITERATUURLIJST

AEA Technology, (2005). Methodology for the Cost-Benefit analysis for CAFE: Volume 2: Health Impact Assessment.

Abbey DE, Hwang BL, Burchette RJ, Vancuren T, Mills PK. (1995). Estimated long-term ambient concentrations of PM10 and development of respiratory symptoms in a non-smoking population. *Arch Env Health*; 50: 139-152.

Agee, M.D., & Crocker, T.D., (2001), "Smoking Parents' Valuation of Own and Children's Health", available at [http://www.aere.org/meetings/0106workshop\\_Agee.pdf](http://www.aere.org/meetings/0106workshop_Agee.pdf)

Agee, M.D., & Crocker, T.D., (1996), "Parental Altruism and Child Lead Exposure: inferences from the demand for chelation therapy", *Journal of Human Resources*, Vol. 31, No. 3, p. 677-691.

Alberini, A.; M. Cropper; T.T. Fu; A. Krupnick; J.T. Liu; D. Shaw and W. Harrington (1997), "Valuing Health Effects of Air Pollution in Developing Countries: the case of Taiwan" *Journal of Environmental Economics and Management*, 34, p. 107-126.

Alberini, A., Krupnick, A., Cropper, M., Simon N., & J. Cook : *The Willingness to Pay for Mortality Risk Reductions: A Comparison of the United States and Canada*. Nota di Lavoro 92-2001 FEEM.

Alberini, A., Hunt, A. and A. Markandya (2006), Willingness to Pay to Reduce Mortality Risks: Evidence from a Three-country Contingent Valuation Study. *Environmental and Resource Economics*. 33(2) 251-264

Algemene Directie Statistiek en Economische Informatie, Mathematische demografie – sterftetafels, [http://statbel.fgov.be/pub/d2/p238y2003\\_nl.pdf](http://statbel.fgov.be/pub/d2/p238y2003_nl.pdf)

Anderson HR, Atkinson RW, Peacock JL, Marston L, Konstantinou K. Meta-analysis of timeseries studies and panel studies of particulate matter (PM) and ozone (O3). Report of a WHO task group. World Health Organisation. (<http://www.euro.who.int/document/e82792.pdf>; accessed November 2004).

Bateman, I.J.; R. Carson; B. Day; W.M. Hanemann; N. Hanley; T. Hett; M. Jones-Lee; G. Loomes; S. Mourato; E. Özdemiroolu; D.W. Pearce; R. Sugden and J. Swanson (2002). *Economic Valuation with Stated Preference Techniques: a manual*. Edward Elgar Publishing, Cheltenham.

Bayingana K, Demarest S, Gisle L, Hesse E, Miermans PJ, Tafforeau J, Van der Heyden J., Gezondheidsenquête door middel van Interview, België, 2004, Afdeling Epidemiologie, 2006; Brussel, Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid, Depotnummer : D/2006/2505/4, IPH/EPI REPORTS N° 2006 - 035, <http://www.iph.fgov.be/epidemi/epinl/crospnl/hisnl/table04.htm>

Bettens, C. en Buysse, B. (2002) Survey Concerning The Use Of Child Care For Children Aged Below 3 Years, Kind en Gezin [http://www.kindengezin.be/Images/child\\_care\\_below\\_3years\\_tcm149-35218.pdf](http://www.kindengezin.be/Images/child_care_below_3years_tcm149-35218.pdf)

Bickel, P. en Friedrich, R. (ed.) (2005), ExternE, Externalities of Energy, Methodology 2005 Update, <http://www.externe.info/> Blomquist, G., (2004), "Self-Protection and Averting Behaviour, Values of Statistical Lives, and Benefit Cost Analysis of Environmental Policy", *Review of Economics of the Household*, 2, p. 89-110.

Blomquist, G.C., Miller, T.R., & Levy, D.T., (1996), Values of Risk Reduction Implied by Motorist Use of Protection Equipment: New Evidence from Different Populations. *Journal of Transport Economics and Policy*, p. 55-66.

Boyle, K. J., MacDonald, H. F., Cheng, H. and D. W. McCollum. 1998. "Bid Design and Yea-Saying in Single-Bounded Dichotomous-Choice Questions." *Land Economics* **74**, 49-64.

Caekelbergh K, Lamotte M. en Annemans, L. (2002), Health economic aspects in the current treatment of asthma and COPD in Belgium, project revision meeting (slide show) Carlin, P.S., & Sandy, R., (1991), "Estimating the implicit value of a young child's life", *Southern Economic Journal*, Vol. 58, No. 1, p.186-202.

Champ, P. A. Bishop, R. C. Brown, T. C. and D. W. McCollum. 1997. "Using Donation Mechanisms to Value Nonuse Benefits from Public Goods." *Journal of Environmental Economics and Management* **33**, 151-162

Chestnut, L.G.; M.A. Thayer; J.K. Lazo and S.K. Van Den Eeden (2006), "The Economic Value of Preventing Respiratory and Cardiovascular Hospitalizations", *Contemporary Economic Policy*, 24(1), p.127-143.

Chilton S., Covey J., Jones-Lee, M., Loomes G. & H. Metcalf. (2004). Valuation of Health Benefits Associated with Reductions in Air Pollution. London, Defra.

Choi, B.C.K. and Pak A.W.P (200), A method for comparing and combining cost-of-illness studies: an example from cardiovascular disease, *Chronic Diseases in Canada*, Volume 23, Number 2, [http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/cdic-mcc/23-2/a\\_e.html](http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/cdic-mcc/23-2/a_e.html)

Cropper, M. and A.M. Freeman (1991), "Environmental Health Effects" in *Measuring the Demand for Environmental Quality* (eds.) J.B. Braden and C.D. Kolstad, Amsterdam: North-Holland.

Cropper, Maureen L., Sema K. Aydede, & Paul R. Portney (1994) "Preferences for Lifesaving Programs: How the Public Discounts Time and Age," *Journal of Risk and Uncertainty* 8, 243-265.

CSERGE, IOS-NLH, IVM, CAS, DAE-UoV 1999: Benefits transfer and the Economic Valuation of Environmental Damage in the European Union.: With Special reference to Health. Final Report. June 1999. EU's Environment and Climate Research Programme (1994-1998): Theme 4 Human Dimensions of Environmental Change (Contract No. ENV4-CT96-0234).

Cummings, R. G. and L. O. Taylor. 1999. "Unbiased Value Estimates for Environmental Goods: A Cheap Talk Design for the Contingent Valuation Method." *American Economic Review* **89**, 649-665.

Day, B. H. Dubourg, W. R. , Machado, F., Mourato, S., Navrud, S., Ready, R., Spaninks, F. and M. Vázquez Rodríguez. 1999. Benefits Transfer and the Economic Valuation of Environmental Damage in the European Union with Special Reference to Health. Final Report for the DG-XII, European Commission, contract ENV4-CT96-0227.

Den Hond, E., Broekx, S., Torfs, R., D'hooghe, T., Welkenhuysen, M., en Van Hecke, E. (2007), Implementatie van de strategie voor het verzamelen van incidentiegegevens i.v.m. aandoeningen die mogelijk wijzen op endocriene verstoring bij de mens en berekening van de maatschappelijke kost van een aantal geïdentificeerde prioritaire aandoeningen, Eindrapport, Studie uitgevoerd in opdracht van het ministerie van de Vlaamse Gemeenschap – departement Leefmilieu, Natuur en Energie (LNE) – dienst Milieu en Gezondheid, 2007/Tox/R/062

Defra (2006) An Economic Analysis to Inform the Air Quality Strategy Review Consultation. Third Report of the Interdepartmental Group on Costs and Benefits. April 2006, Defra, London.

Desaigues and Rabl (2003) The Treatment of Uncertainty in Valuing Mortality Impacts of Air Pollution. Mimeo.

Dickie, M. and S. Gerking (2002) "Willingness to Pay for Reduced Morbidity", available at <http://www.bus.ucf.edu/wp/content/archives/morbid3.pdf>

Dickie, M. & Gerking, S., (2003), "Valuation of Environmental Risks to Children's Health", available at <http://www.bus.ucf.edu/wp/content/archives/03-25Gerking.pdf>

Dickie, M. & Ulery, V.L., (2002), "Parental Altruism and the Value of Avoiding Acute Illness: are kids worth more than parents?", available at <http://www.econ.ucsb.edu/~tedb/Courses/UCSBpf/readings/dickieulery.pdf>

Don Porto Carero A., Nemery B., van Larebeke N. (2002), Gevolgen voor de mens: astma, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2002/06, K.U.Leuven, UGent.

Dubourg, W. R. Jones-Lee, a M. W. and G. Loomes, Imprecise Preferences and the WTP-WTA Disparity. *J. Risk and Uncertainty* **9**, 115-33 (1994).

European Commission, DGXII, Science, Research and Development, Joule (1995). Externalities of Fuel Cycles 'ExternE' Project. Report Number 2, Methodology.

European Commission (2005). ExternE – Externalities of Energy – Methodology 2005 update, ISBN 92-79-00423-9

ExternE (1999) DGXII (Joule Programme) Externalities of Energy, ExternE Project, Report Number 7, Methodology: Update 1998. Holland, M.R. & Forster, D. (eds.).

Federaal Planbureau, Loonmassa in de marktsector, evolutie en determinanten, <http://www.plan.be/databases/PVar.php?VC=MODWAGE&DB=MOD&lang=nl&XT=1&ND=> Freeman, A. Myrick III (2003), The Measurement of Environmental and Resource Values, 2nd edition, Resources for the Future Press, Washington DC

Gerlach, R. & Hofkes, M.W. (2000). Intergenerationele overdrachten van milieukapitaal, Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, Den Haag

Gilbert et al., Validité des données hospitalières pour leur exploitation en épidémiologie, Rapport AGORA N° SSTC/AG/10/031 .

Goelen E., De Brouwere K., Koppen G., Spruyt M. and Torfs R. (2007). Onderzoek naar de invloed van het voorkomen van milieugevaarlijke stoffen in de buitenlucht op de kwaliteit van de binnenomgeving. Deel 1: Kinderen. Studie uitgevoerd door VITO in opdracht van het Departement Leefmilieu, Natuur en Energie (2007/MIM/R/024)

Glorieux, I., J., Minnen & Vandeweyer J. (2005a). De tijd staat niet stil. Veranderingen in de tijdsbesteding van Vlamingen tussen 1999 en 2004. Publicatie beschikbaar op 05/11/2007: [www.tijdsonderzoek.be](http://www.tijdsonderzoek.be)

Glorieux, I., J., Minnen & Vandeweyer J. (2005b). Vlaanderen de klok rond – 2004. Enkele resultaten van het Vlaamse Tijdsbudgetonderzoek. Publicatie beschikbaar op 05/11/2007: [www.tijdsonderzoek.be](http://www.tijdsonderzoek.be)

Onderzoeksgroep TOR (2007). Tijdsbesteding in Vlaanderen. Online applicatie ontwikkeld door de onderzoeksgroep voor de studie van tijd, cultuur en samenleving. Website beschikbaar op 05/11/2007: [www.tijdsonderzoek.be](http://www.tijdsonderzoek.be)

Hajat S, Anderson HR, Atkinson RW and Haines A (2002). Effects of air pollution on general practitioner consultations for upper respiratory diseases in London. *Occupational and Environmental Medicine* 59:294-299

Hajat S, Haines A, Atkinson RW, Bremner SA, Anderson HR, Emberlin J (2001). Association between air pollution and daily consultations with general practitioners for allergic rhinitis in London, United Kingdom. *Am J Epidemiol*; 153: 704-14.

Hajat S, Haines A, Goubet S, Atkinson R, Anderson HR (1999). Association of air pollution with daily GP consultations for asthma and other lower respiratory conditions in London. *Thorax* 54: 597-605.

Hammitt, J.K. and Y. Zhou (2005), "The Economic Value of Air-Pollution-Related Health Risks in China: a contingent valuation study", *Environmental and Resource Economic*, forthcoming, available at <http://ideas.repec.org/a/kap/enreec/v33y2006i3p399-423.html>.

Hanley, N.; R. Mandy and R. Wright (2003), "Estimating the Monetary Value of Health Care: lessons from environmental economics", *Health Economics*, 12, p. 3-16.

Hanley, N.; R.E. Wright and V. Adamowicz (1998), "Using Choice Experiment to Value the Environment", *Environmental and Resource Economics*, 11(3), p. 413-428.

Havelaar, A. (2007), Methodological choices for calculating the disease burden and cost-of-illness of foodborne zoonoses in European countries, Report no. 07-002 (report funded as part of Med-Vet-Net Work Package 23), [http://www.medvetnet.org/pdf/Reports/Report\\_07-002.pdf](http://www.medvetnet.org/pdf/Reports/Report_07-002.pdf)

HEI 2001. "Airborne particles and health: HEI epidemiologic evidence". HEI Perspectives, June 2001. Health Effects Institute, Charlestown Navy Yard, 120 Second Avenue, Boston, MA 02129-4533. Available at <http://www.healtheffects.org/>

Hiltermann, TJN, Stolk J, Zee SC van der, Brunekreef B, de Bruijne CR, Fischer PH, Ameling CB, Sterk PJ, Hiemstra PS, Bree L van (1998). Asthma severity and susceptibility to air pollution. *European Respiratory Journal*, 11: 686-693.

T. P. Holmes and R. A. Kramer. 1995. "An Independent Sample Test of Yea-saying and Starting Point Bias in Dichotomous-Choice Contingent Valuation." *Journal of Environmental Economics and Management* **29**, 121-132

Hunt, A & R. Ortiz (2007) Review of revealed preference studies. Report for EC VERHI project at: <http://www.oecd.org/env/social/envhealth/verhi> Jenkins et al. (2001)

Hurd, Michael D. and Kathleen McGarry. 1997. "The Predictive Validity of Subjective Probabilities of Survival." *NBER Working Paper* No. W6193

Hunt, A. (2007). "Health valuation phase 1." Niet-gepubliceerde paper uitgevoerd ter stoffering van dit onderzoek

Hurley F, Hunt A, Cowie H, Holland M, Miller B, Pye S, Watkiss P. (2005a). Methodology for the Cost-Benefit Analysis for CAFE: Volume 2: Health Impact Assessment. Didcot. UK: AEA Technology Environment. Available: [http://europa.eu.int/comm/environment/air/cape/pdf/cba\\_methodology\\_vol2.pdf](http://europa.eu.int/comm/environment/air/cape/pdf/cba_methodology_vol2.pdf)

ISAAC, (1998) Worldwide variation in prevalence of symptoms of asthma, allergic rhinoconjunctivitis, and atopic eczema: ISAAC. The International Study of Asthma and Allergies in Childhood (ISAAC) Steering Committee., *Lancet* , 351, 1225-1232. in Don Porto Carero *et al.* (2002).



Jenkins, R.R., Owens, N., and Wiggins, L.B., (2001), "Valuing reduced risks to children: the case of bicycle safety helmets", *Contemporary Economic Policy*, Vol. 19, No. 3, p. 397-408.

Jones-Lee M.W., (1976). *The Value of Life: An Economic Analysis*. Martin Robertson, London.

Jones-Lee, M. W. (1991): Altruism and the Value of Other People's Safety. *Journal of Risk and Uncertainty* 4, 213-219.

Joyce, T., Grossman, M. & Goldman, F., (1986), "An Assessment of the Benefits of Air Pollution Control: the case of infant death", NBER Working Paper Series, 1928, available at [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=236868](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=236868)

Just J, Segala C, Sahraoui F, Priol G, Grimfeld A, Neukirch F. (2002). Short-term health effects of particulate and photochemical air pollution in asthmatic children. *European Respiratory Journal*, 20: 899-906.

Kahneman D. and A. Tversky (1974) Judgment under Uncertainty: Heuristics and Biases *Science* 27 September: Vol. 185. no. 4157, pp. 1124 – 1131

Kind en Gezin (onbekend). Het kind in Vlaanderen 2004. Publicatie beschikbaar op: 05/11/2007 [www.kindengezin.be](http://www.kindengezin.be) Kind en Gezin, Kinderopvang, Jaarverslag 2005,

[http://www.kindengezin.be/Images/jaarverslag2005RDM\\_tcm149-47270.pdf](http://www.kindengezin.be/Images/jaarverslag2005RDM_tcm149-47270.pdf)

Krupnick, A. Alberini, A, Cropper, M., Simon, N., O'Brien, B., Goeree, R. & Heintzelman, M. (2000) What Are Older People Willing to Pay to Reduce Their Risk of Dying? Resources For the Future. Boston

Kuchler, F. and Golan, E. (1999) "Assigning Values to Life: comparing methods for valuing health risks". *Agricultural Economic Report no. 784*, US Department of Agriculture.

Kunzli et al. (2000), Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment, *The Lancet*, Vol 356, pp 795-801

Leksell L and A Rabl 2001. "Air Pollution and Mortality: Quantification and Valuation of Years of Life Lost". *Risk Analysis*, vol.21 (5),

Liu, J.T., Hammitt, J.K., Wang, J.D., & Liu, J.L., (2000), "Mother's Willingness to Pay for Her Own and Her Child's Health: a contingent valuation study in Taiwan", *Health Economics*, 9, p. 319-326.

London Stationary Office. Department of health. Ad hoc group on the economic appraisal of the health effects of air pollution (1999). *Economic Appraisal of the health effects of air pollution*. ISBN 0 11 322272 6.

Maguire, K.B., Owens, N., & Simon, N.B., (2002), "Willingness to Pay to Reduce a Child's Pesticide Exposure: evidence from the baby food market", National Center for Environmental Economics NCEE Working Papers Series, 02-03, available at <http://yosemite.epa.gov/ee/epa/eed.nsf/webpages/Publications.html>.

Marin, A. & H. Psacharopoulos. (1982). "The Reward for Risk in the Labor Market Evidence from the United Kingdom and a Reconciliation with Other Studies," *Journal of Political Economy* 90(4), 827-853.

Markandya A, Hunt, A., & R. Ortiz (2004), "NewExt: Working Package 2 – Mortality Risk Valuation – Final Report", European Commission, DG Research, Brussels.

Masoli et al. (2004), Global Burden of Asthma, Developed for the Global Initiative for Asthma

Melse, J.M. en de Hollander, A.E.M. (2001), Environment and health within the OECD region: lost health, lost money, Background document to the OECD Environmental Outlook, RIVM report 402101 001, <http://rivm.openrepository.com/rivm/bitstream/10029/9466/1/402101001.pdf>

Moore, R., Mao, Y., Zhang, J. en Clarke, K. (1997), Economic Burden of Illness in Canada, 1993, published by authority of the Minister of Health, Catalogue No H21-136/1993E, [http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/ebic-femc93/pubinfo\\_e.html](http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/ebic-femc93/pubinfo_e.html)

Mount, T., Weng, W., Schulze, W., & Chesnut, L., (2000), "Automobile Safety and the Value of Statistical Life in the Family: valuing reduced risk for children, adults and the elderly", National Center for Environmental Economics NCEE Report, beschikbaar op:

<http://yosemite.epa.gov/ee/epa/erm.nsf/vwRepNumLookup/EE-0431?OpenDocument>

Nastis, S., & Crocker, T.D., (2003), "Pregnant's Mother's Valuation of Own and of Child Health", Paper presented at the U.S. EPA workshop's on Valuing Environmental Health Risks to Children, Washington, D.C., Oct. 20-21.

Nationaal Instituut voor de Statistiek, Federale Overlijdensregisters, ([http://statbel.fgov.be/figures/d364\\_nl.asp#1](http://statbel.fgov.be/figures/d364_nl.asp#1)).

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). (1993). Report of the NOAA panel on Contingent Valuation. In: Federal Register, Vol 58, no. 10, US, 4601-4614.

Navrud, S. (2001), "Valuing Health Impacts from Air Pollution in Europe", *Environmental and Resource Economics*, 20(4), p.305-329.

OECD, A System of Health Accounts, <http://www.oecd.org/Health/sha> .

Ostro B.D. (1987). Air pollution and morbidity revisited: A specification test. *J Environ Econ Manage* 14, 87-98.

Ostro B.D. and Rothschild S. (1989). Air pollution and acute respiratory morbidity: An observational study of multiple pollutants. *Environ Res* 50, 238-247

Ostro, B. Outdoor air pollution: Assessing the environmental burden of disease at national and local levels. Geneva, World Health Organisation, 2004 (WHO Environmental Burden of Disease Series, N° 5).

[http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/ebd5.pdf](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/ebd5.pdf)

Ostro B & Chestnut L (1998). Assessing the benefits of reducing Particulate Matter Air Pollution in the United States. *Environmental research* 76; 94-106.

Otterström, T, L. Gynther, & P. Vesa 1998: The willingness to pay for better air quality. In Finnish, Report SIHTI 130T, Ekono Energy, Espoo, Finland.

Pope CA, RT Burnett, MJ Thun, EE Calle, D Krewski, K Ito, & GD Thurston 2002. "Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution ". *J.Amer. Med. Assoc.*, vol.287(9), 1132-1141.

Prüss-Üstün, A., Mathers C., Corvalán, C.en Woodward A., Introduction and methods: assessing the environmental burden of disease at national and local level. Geneva, World Health Organisation, 2003.

(WHO Environmental Burden of Disease Series, N° 1).  
[http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/9241546204/en/index.html](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/9241546204/en/index.html)

Prüss-Üstün, A. en Corvalán, C., Preventing disease through healthy environments. Towards an estimate of the environmental burden of disease. Geneva, World Health Organisation, 2006.  
[http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/preventingdisease/en/index.html](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/preventingdisease/en/index.html)

Puddu, M. en Tafforeau, J. Astma en Luchtverontreiniging. Stand van zaken in België, elementen voor een gezondheidsbeleid. Afdeling Epidemiologie, 2003, Brussel, Wetenschappelijk Instituut Volksgezondheid, IPH/EPI Reports Nr 2003-012.

Rabl et. al. (2006) Final Report on the monetary valuation of mortality and morbidity risks from air pollution: Delivery n° 6.7 - RS 1b. EC NEEDS Research project. <http://www.needs-project.org/>

Rahmatian, M. (2002), "Valuing Reduced Morbidity: a case study of the Persian Gulf environmental damages", [http://www.iwlearn.net/publications/misc/caspianev\\_gulfdamage.pdf](http://www.iwlearn.net/publications/misc/caspianev_gulfdamage.pdf)

Ready, R.; S. Navrud; B. Day; R. Dubourg; F. Machado; S. Mourato; F. Spanninks and M.X.V.Rodriguez (2004a), "Contingent Valuation of Ill Health Caused by Pollution: testing for context and ordering effects", *Portuguese Economic Journal*, 3, p.145-156.

Ready, R.; S. Navrud; B. Day; R. Dubourg; F. Machado; S. Mourato; F. Spanninks and M.X.V.Rodriguez (2004b), "Benefit Transfer in Europe: how reliable are transfers between countries?", *Environmental and Resource Economics*, 29, p.67-82.

Rijksdienst voor Sociale Zekerheid, "Grijze brochure", [http://www.onssrszls.fgov.be/Onssrsz/NL/Statistics/Brochures/Grey/grey\\_home.htm](http://www.onssrszls.fgov.be/Onssrsz/NL/Statistics/Brochures/Grey/grey_home.htm) )

RIVM, EFTEC, NTUA, IIASA (2000), European Environmental priorities: an Environmental and Economic Assessment. Report to DGXI of the European Commission (under completion).

Rozan, A. and M. Willinger (1999), "Does the Knowledge of the Origin of the Health Damage Matter for WTP Estimates?", *Working Paper BETA*, available at <http://cournot2.u-strasbg.fr/users/beta/publications/1999/9904.pdf>

Rozan, A. (nd), "Air Pollution: the valuation of morbidity", available at <http://www.arirabl.com/PAPERS/Morbidity-Rozan-PollAtmos.pdf>

Sandy, R. & R.F. Elliott. (1996). "Unions and Risk: Their Impact on the Level of Compensation for Fatal Risk," *Economica* 63(250), 291-309.

Sandy, R., R.F. Elliott, W.S. Siebert, & X. Wei. (2001). "Measurement Error and the Effects of Unions on the Compensating Differentials for Fatal Workplace Risks," *Journal of Risk and Uncertainty* 23(1), 33-56.

SD Worx, Cijferboek Arbeidsverzuim 2006

SECUREX, Absenteïsme in België 2006, White Paper, Powered by ZebraZone, [http://www.zebrazone.be/ZebraZine/ZZineTXT/attach/WhitePaper\\_absenteisme\\_NL\\_2006.pdf](http://www.zebrazone.be/ZebraZine/ZZineTXT/attach/WhitePaper_absenteisme_NL_2006.pdf)

Siebert, W.S. & X. Wei. (1994). "Compensating Wage Differentials for Workplace Accidents: Evidence for Union and Nonunion Workers in the UK," *Journal of Risk and Uncertainty* 9(1), 61-76.

Shelling, T.C. (1986), *Economics and cigarettes*, Preventive Medicine 15, 549-560

Steunpunt WSE, Brutojaarloon in een voltijdsequivalente job naar leeftijd in België en de gewesten, 1995-2004, <http://www.steunpuntwav.be/view/nl/18767>

Stieb, D.M.; P. Civita; F.R. Johnson; A.H. Anis and R.C. Beveridge (2002), "Economic Evaluation of the Benefits of Reducing Acute Cardiorespiratory Morbidity Associated with Air Pollution", available at <http://www.biomedcentral.com/content/backmatter/1476-069X-1-7-b1.pdf>.

Tarricone, R., Review. Cost-of-illness analysis. What room in health economics? *Health Policy* 77 (2006) 51–63

Teeuwisse S. & Vanhove F. (2004). Immissieproblematiek ten gevolge van het verkeer. Studie uitgevoerd door TNO in samenwerking met Transport and Mobility Leuven in opdracht van AMINAL.

TNO (2004). Immissieproblematiek ten gevolge van verkeer: knelpunten en maatregelen. Rapport voor Aminoal (nu LNE) door TNO in samenwerking met Transport & Mobility Leuven.

Tolley G.; D. Kenkel and R. Fabian (1994), *Valuing Health for Policy: an economic approach*, Chicago: The University of Chicago Press.

Torfs R. (2003). Kwantificering van gezondheidsrisico's aan de hand van DALYs en externe gezondheidskosten. Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA, MIRA/2003/02, Vito.

Torfs R., Hurley F. en Rabl A. (2007) A set of concentration-response functions for NEEDS. Report for the Integrated project NEEDS (New Energy Externalities Developments for Sustainability) Funded in the Sixth Framework Program.

US Environmental Protection Agency, The Cost of Illness Handbook, <http://www.epa.gov/oppt/coi/>

US Environmental Protection Agency, Integrated Risk Information System (IRIS), <http://www.epa.gov/iris/>

Valent F, Little D, Tamburlini G, Barbone F. Burden of disease attributable to selected environmental factors and injuries among Europe's children and adolescents. Geneva, World Health Organization, 2004 (WHO Environmental Burden of Disease Series, No. 8).

[http://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/en/ebd8web.pdf](http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/en/ebd8web.pdf)

Van de Sande S, De Wachter D, Swartenbroeckx N, Peers J, Debruyne H, Moldenaers I, Lejeune B, Van Damme V, Ramaekers D, Leys M. Inventaris van databanken gezondheidszorg. KCE Reports vol.30A Brussel : Federaal Kenniscentrum voor de gezondheidszorg (KCE) ; Mei 2006.. Ref. D/2006/10.273/14.

Van de Sande S, De Wachter D, Swartenbroeckx N, Peers J et al. Inventaris van databanken gezondheidszorg - Supplement. KCE Reports vol.30 Suppl.. Brussel : Federaal Kenniscentrum voor de gezondheidszorg (KCE) ; Mei 2006. Ref. D/2006/10.273/16.

Viscusi, W.K. & Aldy, J.E. (2003) "The Value of a Statistical Life: a critical review of market estimates throughout the world", Working Paper 9487, *NBER Working Paper Series*, Cambridge.

Vlaams Agentschap Zorg en Gezondheid, Statistiek van de doodsoorzaken, <http://www.zorg-en-gezondheid.be/statistiek-doodsoorzaken.aspx>

Watkiss P., Holland, M., Hunt, A., Hurley, F. & S. Navrud (2005). Final Methodology Paper (Volume 1) for Service Contract for carrying out cost-benefit analysis of air quality related issues, in particular in the clean air for Europe (CAFE) programme.

Weiss, P., G. Maier, & S. Gerking. (1986). "The Economic Evaluation of Job Safety: A Methodological Survey and Some Estimates for Austria," *Empirica* 13(1), 53-67.

Welsh M. P. and G. L. Poe, Elicitation Effects in Contingent Valuation: Comparisons to a Multiple Bounded Discrete Choice Approach, *J. Environ. Econom. Management* **36**, 170-185 (1998).

Wieringa M.H., Weyler J.J., Nelen V.J., Van Hoof K.J., Van Bastelaer F.J., Van Sprundel M.P., Vermeire P.A. (1998) Prevalence of respiratory symptoms: marked differences within a small geographical area, *International Journal of Epidemiology* , 27, 630-635. in Don Porto Carero *et al.* (2002).

Woodruff TJ, Grillo J, Schoendorf KC: The relationship between selected causes of postneonatal infant mortality and particulate air pollution in the United States. *Environ Health Perspect* 1997, 105: 608-612. <http://ehp.niehs.nih.gov/members/1997/105-6/woodruff.html>

World Health Organisation. (1999). Health costs due to road traffic – related air pollution, An impact assessment project of Austria, France and Switzerland. Prepared for the WHO ministerial conference on environment and health. London June 1999. Ordernumber 801.633e.





CONCEPT