

## SAMENVATTING

Deze studie werd uitgevoerd in opdracht van AMINAL, Cel Milieu en Gezondheid, om de impact van de blootstelling aan PM<sub>2,5</sub> beter in te schatten. VITO en KULeuven hebben daarvoor de kennis over de gezondheidseffecten op lange termijn samengevat, en bijkomend epidemiologisch onderzoek over de effecten op korte termijn in Vlaanderen uitgevoerd. We hebben vervolgens deze Vlaamse en internationale kennis gebruikt om de impact van PM<sub>2,5</sub> en mogelijke beleidsruimte om hieraan te verhelpen zo optimaal mogelijk in te schatten. Hiervoor zijn een aantal eenvoudige luchtkwaliteitsscenario's uitgewerkt, echter zonder een uitgebreide analyse van kosten en baten van verschillende reductiemaatregelen na te streven. We hebben ook aangegeven in hoeverre het nu al mogelijk is de impact op sterfte in Vlaanderen te vertalen in maatschappelijke kosten. De resultaten zijn bruikbaar als argument om maatregelen door te voeren en in de communicatie met belanghebbenden. We formuleren tenslotte een aantal aanbevelingen om een coherent en domeinoverschrijdend beleid mogelijk te maken. In hoofdstuk 1 wordt het doel van deze studie nog verder toegelicht. Na een korte herhaling van de kenmerken van PM<sub>2,5</sub> in hoofdstuk 2, hebben we in hoofdstuk 3 de belangrijkste aspecten die bijdragen tot de problematiek van PM<sub>2,5</sub> toegelicht.

Er is de epidemiologische bewijslast, die niet zozeer afkomstig is van tijdreeksanalyses over de acute effecten van PM<sub>2,5</sub>, maar indirect af te leiden valt uit studies over PM<sub>10</sub> en vooral uit de lange termijn studies (hoofdstuk 3.1). Door het feit dat er nog niet voldoende lange tijdreeksen van PM<sub>2,5</sub> metingen beschikbaar zijn in Europa, zijn er tot nog toe weinig epidemiologische studies uitgevoerd. In Vlaanderen wordt PM<sub>2,5</sub> in 2005 in 10 meetstations permanent gemeten, waardoor hieraan verholpen wordt. We hebben een tijdreeksanalyse uitgevoerd van PM<sub>10</sub> en dagelijkse sterfte gemaakt, voor de periode 1997 – 2003 voor de eerste keer in Vlaanderen (hoofdstuk 4.1). De bevindingen kunnen een belangrijke motivatie en ondersteuning van een fijn stof beleid betekenen. De conclusie hiervan is dat de korte termijneffecten van luchtverontreiniging op sterfte sterk afhankelijk zijn van de buitentemperatuur, zelfs in ons gematigd klimaat. Indien tijdens de afgelopen 7 jaar de dagelijkse PM<sub>10</sub>-waarde gemiddeld niet hoger was dan 20 µg/m<sup>3</sup>, dan zou op basis van de gevonden associaties, 652 vroegtijdige sterfgevallen zijn voorkomen in Vlaanderen of 109 vroegtijdige sterfgevallen per miljoen inwoners. Dit aantal jaarlijkse vroegtijdige sterftes was echter ongelijk verdeeld over de seizoenen met de hoogste mortaliteit in zomer. Gemiddeld over het hele jaar vonden we een stijging van 0,6% in dagelijkse sterfte voor een stijging van de PM<sub>10</sub> met 10 µg/m<sup>3</sup>, wat precies overeenstemt met de sterkte van de associaties zoals gerapporteerd in de internationale literatuur. Het verdient aanbeveling om deze analyse te herhalen van zodra voldoende PM<sub>2,5</sub> metingen voorhanden zijn. In onze studie is ook duidelijk dat de associatie tussen mortaliteit en PM<sub>10</sub> niet lineair verloopt tijdens de koudere periode (oktober-maart). We toonden ook een sterkere associatie aan tijdens de warme periode van het jaar (april-september), waarbij we voor een stijging van de PM<sub>10</sub> concentratie met 10 µg/m<sup>3</sup> een stijging vonden van 1,3% in de totale mortaliteit. Deze seizoen- of temperatuurspecifieke risico's op sterfte zijn misschien te verklaren door de lagere achtergrondmortaliteit in de zomer, waardoor de groep van gevoelige personen groter is. Er zijn met andere woorden minder 'triggers' in de zomer aanwezig (bv. door infectieziekten), waardoor PM<sub>10</sub> een relatief grotere impact heeft op sterfte. Het is ook mogelijk dat de component-specifieke toxiciteit van PM<sub>10</sub> kan verschillen over het temperatuurbereik.

De kennis over deze toxiciteit van fijn stof is samengevat in hoofdstuk 3.2. Er zijn verschillende verdachte componenten, zoals zware metalen, bepaalde organische of

biologische componenten, die kunnen bijdragen tot de toxiciteit van fijn stof. Maar ook het (ultra-)fijne karakter van dit stof, het grote reactieve oppervlak en de mogelijkheid van opname in de bloedbaan zijn belangrijke elementen die nog verder onderzoek vereisen. Alle bovenstaande hypothesen verklaren nog steeds niet volledig de lange termijn effecten van PM<sub>2,5</sub>. Voornaamste conclusie blijft dat aërosoldeeltjes het ideale transportmiddel zijn om een aantal toxische componenten tot in de longen te brengen.

De grote aandacht voor de gevolgen van PM<sub>2,5</sub> op gezondheid is een gevolg van de lange termijn studies die in de Verenigde Staten werden uitgevoerd. Vooral de studie uitgevoerd door Pope en collega's, de American Cancer Society (ACS) studie, is een sterk argument om de impact van PM<sub>2,5</sub> op vervroegde sterfte ernstig te nemen. Deze studie is na grondige onafhankelijke review robuust en reproduceerbaar bevonden en schat dat de kans op voortijdig overlijden met 6% toeneemt bij een stijging van PM<sub>2,5</sub> met 10 µg/m<sup>3</sup>. Er zijn op dit ogenblik geen gelijkaardige studies uitgevoerd in Europa, met als gevolg dat bij beleidsvoorbereidende studies in Europa gebruik gemaakt wordt van deze Amerikaanse studie. In dit rapport zijn de argumenten voor en tegen het gebruik van de ACS studie voor de inschatting van de impact op sterfte in Europa of meer in het bijzonder in Vlaanderen tegen het licht gehouden in hoofdstuk 4.2. Onze conclusie is dat het gebruik van de ACS studie te verantwoorden is. Het is in deze problematiek, en in het licht van een toekomstig PM<sub>2,5</sub> beleid, belangrijker een onjuiste inschatting van het effect te hebben, rekening houdend met onzekerheid en sensitiviteit, dan om geen inschatting te maken. Deze epidemiologische en toxicologische argumenten worden verder ondersteund door de interventiestudies die bij een abrupte wijziging van de luchtkwaliteit een significante wijziging in gezondheidseffecten geconstateerd hebben.

We hebben in het kader van deze studie een model opgesteld om de lange termijn impacts van PM<sub>2,5</sub> te begroten (hoofdstuk 5). Hiermee hebben we een aantal analyses gemaakt, en om deze samen te vatten zijn de kerngetallen voor een tijdelijke verandering met 10 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>2,5</sub> herleid tot een stel vuistregels.

- Voor een risico van 6% op sterfte bij een verhoging van PM<sub>2,5</sub> met 10 µg/m<sup>3</sup> bedraagt de impact voor de bevolking in Vlaanderen ongeveer 600 verloren levensjaren per 100 000 inwoners en per jaar.
- Voor een risico van 4% op sterfte bij een verhoging van PM<sub>2,5</sub> met 10 µg/m<sup>3</sup> bedraagt de impact voor de bevolking in Vlaanderen ongeveer 400 verloren levensjaren per 100 000 inwoners en per jaar.
- De impact is quasi-lineair met het veronderstelde risico op sterfte, en met de concentratieverandering. De impact van 1 µg/m<sup>3</sup> PM<sub>2,5</sub> is met andere woorden ongeveer 10 keer kleiner dan de impact van 10 µg/m<sup>3</sup>.
- Voor een risico van 6% op cardiorespiratoire sterfte bij een verhoging van PM<sub>2,5</sub> met 10 µg/m<sup>3</sup> bedraagt de impact voor de bevolking in Vlaanderen ongeveer 300 verloren levensjaren per 100 000 inwoners en per jaar.
- Voor een risico van 8% op longkanker sterfte bij een verhoging van PM<sub>2,5</sub> met 10 µg/m<sup>3</sup> bedraagt de impact voor de bevolking in Vlaanderen ongeveer 150 verloren levensjaren per 100 000 inwoners en per jaar.

Het verlies aan levensverwachting voor de huidige bevolking, berekend op basis van dezelfde methode en assumpties die in CAFE werden gehanteerd, bedraagt ongeveer 13 maanden per persoon in Vlaanderen. Deze impact is een gevolg van een levenslange blootstelling aan een concentratie van 19,6 µg/m<sup>3</sup>. Op basis van berekeningen met BeleUROS schatten we in dat de bijdrage van de emissies in Vlaanderen in 2002 ongeveer 1,5 maanden per persoon

bedraagt. Op basis van modelberekeningen voor 2020 kunnen we stellen dat de impact van de emissies in Vlaanderen sterk vermindert, tot 0,5 maanden per persoon. De gezondheidswinst van de evolutie 2002 -2020 onder invloed van de huidige wetgeving bedraagt ongeveer 2,5 maanden per persoon in Vlaanderen.

Deze impact op sterfte door PM<sub>2,5</sub> wordt ook uitgedrukt in externe kosten (hoofdstuk 6). Deze kosten drukken de bereidheid tot betalen uit van een individu om het risico op sterfte door luchtverontreiniging te verminderen. Deze bereidheid tot betalen of 'willingness to pay' is op basis van Europese studies begroot op 50 000 € per verloren levensjaar. Voor een risico van 6% op sterfte bij een verhoging van PM<sub>2,5</sub> met 10 µg/m<sup>3</sup> bedraagt de impact voor de bevolking in Vlaanderen ongeveer 1 788 € per 100 000 inwoners en per jaar. Dit is begroot bij een verdisconteringspercentage van 0%. Bij een verdiscontering met 9% bedraagt deze externe kost nog ongeveer de helft. Deze kost is een uitdrukking van de individuele preferentie om risico's te vermijden, en daarom zeker relevant, maar wijkt af van de dagdagelijkse 'harde' kosten waarmee een maatschappij gewend is te rekenen. De duidelijk manifesteerbare herverdeling van de opbrengsten door vermindering van de PM<sub>2,5</sub> niveaus zijn vooral te vinden in de uitgespaarde kosten voor ziekte. Er zijn echter weinig studies die uitspraak doen over morbiditeitseffecten van PM<sub>2,5</sub>. Een voorlopige inschatting van de potentiële baat door het vermijden van nieuwe gevallen van chronische bronchitis wanneer de concentratie aan PM<sub>2,5</sub> met 1 µg/m<sup>3</sup> verlaagt gedurende een jaar, komt uit op een vermeden kost ter grootte van 1,5% van de gezondheidskosten voor COPD in België. Het zijn deze minderuitgaven die een duidelijke onderbouwing aan het beleid kunnen geven, en waarvoor meer gegevens moeten verzameld worden. Dit vereist duidelijke epidemiologische concentratie- of dosis-effect relaties, en een overzicht van ziektekosten per ziekte die geassocieerd is met luchtverontreiniging.

Kan Vlaanderen een rol spelen in het opbouwen van kennis? In Vlaanderen lopen een aantal initiatieven op toxicologisch en medisch vlak die bijdragen tot de internationale kennis over fijn stof. Internationaal wordt al veel onderzoek gedaan op medisch, epidemiologisch en toxicologisch vlak. Het is wenselijk deze kennis voor toepassing in Vlaanderen te blijven integreren en te benutten in het beleid. Stilaan ontstaat de behoefte om de gefragmenteerde kennis beter te beheersen en te benutten. Naar voorbeeld van de VS valt het te overwegen een databank op te stellen waarin gegevens worden samengebracht over de chemische samenstelling van pollutanten zoals (maar niet uitsluitend) PM<sub>2,5</sub>, concentraties, ruimtelijke spreiding, meteorologie en blootstelling, om deze op een systematische manier te gebruiken in toxicologische en epidemiologische studies. Het uiteindelijke doel moet de gerichte verbetering van luchtkwaliteit in functie van de volksgezondheid zijn. Een strategie op basis van de verzameling van data, moet zich vervolgens concentreren op volgende aspecten en vragen:

- Op toxicologisch medisch vlak:
  - o een onderzoek naar de toxiciteit van omgevingsluchtstalen,
  - o een onderzoek van componenten, al dan niet gegenereerd in laboratoria. Onderzoeken of bepaalde fracties van fijn stof meer schade toebrengen en of deze apart kunnen gereduceerd worden. In de meeste gevallen zijn deze componenten door reductiemaatregelen misschien niet te scheiden.
  - o een bron-specifiek onderzoek van de luchtmissiestalen.
- Op epidemiologisch / medisch vlak:
  - o de mechanismen die klinisch relevant zijn, dit wil zeggen die effecten in het lichaam die leiden tot ziekte.
  - o de eindpunten die een manifestatie zijn van deze mechanismen.

- Het afbakenen van de “population at risk”. Aansluitend op de discussie over hoe het risico afneemt en hoe de gezondheid of de gevoeligheid aan externe factoren zoals luchtverontreiniging vermindert, is het mogelijk dat de totale bevolking er baat bij heeft om op lange termijn een kleine winst aan levenskwaliteit te genieten. Is dit belangrijk in termen van monetaire of maatschappelijke baten? De groep van kinderen is sowieso belangrijk, en in de hypothese dat de impact geleidelijk opgebouwd via een verminderde weerstand (bv. een via een geleidelijk lagere FEV1 in situaties met pollutie ten opzichte van een situatie zonder blootstelling aan luchtverontreiniging) is het dus belangrijk om kinderen op te volgen en te beschermen. Tegelijk moet men nagaan of preventiemaatregelen voor gevoelige mensen hun risico vermindert, en of – bijvoorbeeld door binnen te blijven- het risico niet verschoven wordt naar schadelijke factoren in het binnenmilieu.
- Een verfijnde en gevarieerde blootstellingsanalyse, in reële omstandigheden, maar ook in gecontroleerde omstandigheden (fysieke inspanningstesten e.d.).
- Inspelen op acute situaties waar luchtkwaliteit door beïnvloed wordt (staking, brand, verkeersvrije dagen, grote infrastructuurwerken ...), en met behulp van statistische methodes de invloed van deze veranderingen kwantificeren als ondersteuning van het beleid. Dit is slechts mogelijk indien de basisdata permanent opgevolgd worden.
- Onderzoeken of het volstaat naast fijn stof, ozon als indicator voor de invloed van luchtkwaliteit op gezondheid op te volgen, en of het noodzakelijk is bv. SO<sub>2</sub> of NO<sub>2</sub> als aparte indicator te behouden.