

Chemkar PM₁₀

De samenstelling van fijn stof in Vlaanderen onder de loep

De Vlaamse Milieumaatschappij stelt de resultaten van het eerste grootschalige onderzoek naar de samenstelling van fijn stof in Vlaanderen voor. Het rapport "Chemkar PM10: Chemische karakterisatie van fijn stof in Vlaanderen 2006-2007" toont aan dat het grootste deel (41%) van fijn stof bestaat uit secundaire anorganische componenten die gevormd worden door de uitstoot van gassen stikstofoxide (NO), stikstofdioxide (NO₂), zwaveldioxide (SO₂) en ammoniak (NH₃). Op de tweede en derde plaats komen respectievelijk de heterogene groep van de organische massa (20%) en bodemstof (14%). Het rapport bevestigt de vermoedens dat er kleine, maar belangrijke lokale verschillen zijn in de samenstelling van fijn stof. Vooral verkeer en industrie beïnvloeden deze verschillen. Daarnaast geven de metingen aan dat het directe effect van de landbouw (opwaaiend bodemstof) in het verleden mogelijk overschat werd, maar dat het indirecte effect van veeteelt (door de uitstoot van ammoniak) waarschijnlijk een belangrijke rol speelt. Voor elementaire koolstof (roet), de meest schadelijke fractie, worden de grootste lokale verschillen waargenomen. Dit geeft aan dat gerichte, lokale maatregelen een groot gezondheidseffect kunnen hebben.

Eerste grootschalig onderzoek in Vlaanderen

Niettegenstaande de samenstelling van het stof in belangrijke mate de schadelijkheid bepaalt, is de aandacht van de (Europese) wetgeving nog steeds vooral gericht op (het meten van) de totale hoeveelheid fijn stof, beter bekend als PM₁₀ of het nog fijnere PM_{2,5}. Het bepalen van de samenstelling van fijn stof wordt echter meer en meer een noodzaak. In eerste instantie is het van belang om een beeld te krijgen van de huidige situatie op verschillende locaties. Daarnaast kan kennis van de samenstelling vaak nuttig zijn bij het **identificeren van bronnen** en helpen om een onderscheid te maken tussen natuurlijk en antropogeen stof en tussen primair en secundair stof. Verder is er ook de vraag vanuit de medische wereld naar meer gegevens over de exacte samenstelling van fijn stof. Want enkel wanneer er op ruime schaal voldoende gegevens beschikbaar zijn, kan men de verbanden tussen de verschillende componenten en hun schadelijke effecten gaan onderzoeken. Tot slot zijn gegevens over de samenstelling ook van groot belang voor het verbeteren van modelberekeningen.

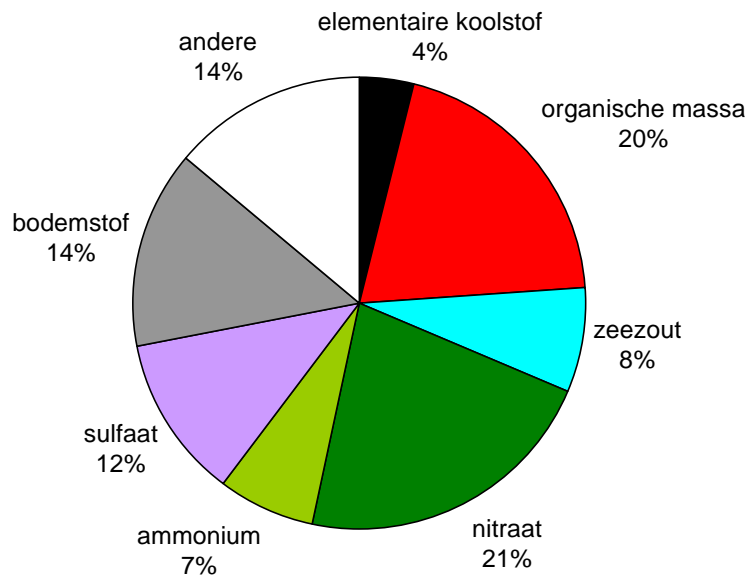
In het verleden werd al onderzoek uitgevoerd naar de samenstelling van fijn stof in Vlaanderen, maar deze metingen werden steeds op een beperkt aantal locaties en gedurende korte periodes uitgevoerd. Met het *Chemkar PM₁₀* project werd **voor de eerste keer een grootschalig onderzoek** uitgevoerd. Een jaar lang werd om de zes dagen de samenstelling van PM₁₀ bepaald op zes locaties: **Houtem, Zelzate, Borgerhout, Mechelen, Aarschot en Hasselt**. De meetlocaties werden gekozen om een zo groot mogelijke variatie in type omgeving en geografische ligging te bekomen.

Het uitvoeren van de monsterneming, de coördinatie en dataverwerking van het project lag volledig in handen van de Vlaamse Milieumaatschappij. Voor de analyses werd beroep gedaan op twee onderzoeksgroepen met internationale faam van de **Universiteit Gent** en de **Universiteit Antwerpen**, respectievelijk onder leiding van prof. Willy Maenhaut en prof. René Van Grieken. Daarnaast werden ook nog extra analyses uitgevoerd door het **Institute for Reference Materials and Measurements (IRMM)** in Geel, dat deel uitmaakt van het Europese Joint Research Center. Dit instituut beschikt over geavanceerde instrumenten waarmee ondermeer de isotopische samenstelling onderzocht kan worden. Daarenboven werden de metingen ook gesynchroniseerd met een pilootproject van het departement Leefmilieu, Natuur en Energie waarbij de effecten van fijn stof werden onderzocht aan de hand van biologische testen.

Gemiddelde samenstelling van fijn stof in Vlaanderen

Aan de hand van de metingen kon het overgrote deel (86%) van de massa fijn stof verklaard worden. Gemiddeld zijn de vijf 'in massa' belangrijkste fracties:

- | | | |
|--|-------|----------------------------------|
| 1. Secundaire anorganische ionen (=nitraat, sulfaat en ammonium) | ⇒ 41% | (12,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
| 2. Organische massa | ⇒ 20% | (6,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
| 3. Bodemstof | ⇒ 14% | (4,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
| 4. Zeezout | ⇒ 8% | (2,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
| 5. Elementaire koolstof (roet) | ⇒ 4% | (1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) |



Figuur 1: Gemiddelde samenstelling qua massa van PM_{10} in Vlaanderen

Het grootste deel van de massa bestaat uit secundaire anorganische ionen. In tegenstelling tot primaire componenten worden de secundaire componenten **niet rechtstreeks als stof uitgestoten**, maar pas tot stof gevormd nadat ze in de atmosfeer als gassen (stikstofoxiden, zwaveldioxide en ammoniak) worden uitgestoten. De belangrijkste bronnen voor deze gassen zijn transport, industrie en veeteelt.

De tweede groep, de organische massa, is een heel complexe groep met verschillende bronnen en zowel primaire als secundaire componenten. De samenstelling en vorming van deze groep wordt nog steeds niet volledig begrepen, maar men neemt wel aan dat ondermeer verbrandingsprocessen hierbij een belangrijke rol spelen.

De derde groep, bodemstof, ontstaat door het opwaaien van bodemdeeltjes door wind, verkeer of bouwwerken. Deze deeltjes behoren vooral tot de grovere fractie van PM_{10} .

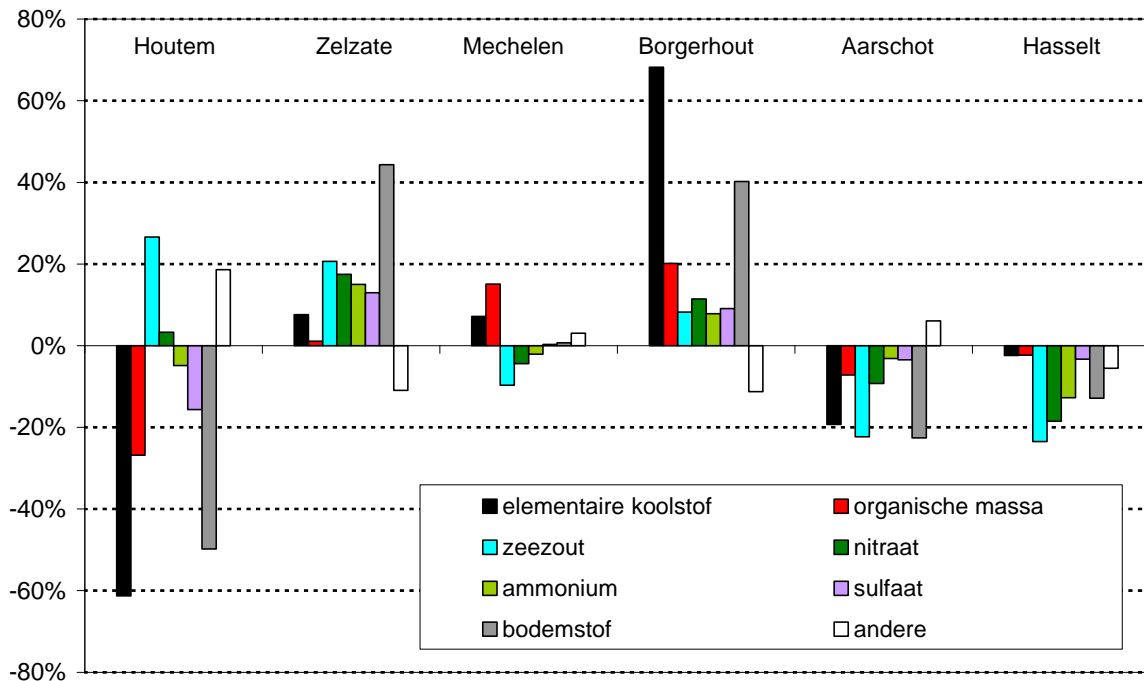
Zeezout staat qua belang in massa op de vierde plaats en ontstaat bij het verdampen van druppels zeewater. Deze deeltjes, die ook vooral tot de grovere fractie behoren, kunnen vervolgens met maritieme lucht meegevoerd worden tot honderden kilometers van de kust. Zeer typisch voor deze component is dat zijn bijdrage sterk afneemt op smogdagen. Dat zeezout gemiddeld toch goed is voor 8% hebben we in Vlaanderen te danken aan de overheersende maritieme winden, die de eigen Vlaamse vervuiling vooral verdunnen en naar het buitenland transporteren. **Zeezout kan dus beschouwd worden als de kleine prijs in massa fijn stof die we moeten betalen voor het sterk zuiverende effect van de maritieme lucht.** De bijdrage van 8% moet trouwens ook nog genuanceerd worden aangezien de metingen aantonen dat een deel van het zeezout door reactie met salpeterzuur (HNO_3 , dat afkomstig is van menselijke activiteiten) wordt omgezet naar natriumnitraat. De bijdrage van het 100% natuurlijke zeezout wordt verderop besproken.

Op de vijfde plaats staat elementaire koolstof, een component die eigenlijk staat voor roet. De metingen tonen aan dat deze verbinding vrij goed correleert met koper (dat vooral vrijkomt door slijtage van remschijven) wat een sterke indicatie is dat **(diesel)verkeer doorgaans de belangrijkste bron** is. Onderzoek uit het buitenland toont aan dat de bijdrage van houtverbranding in de wintermaanden ook belangrijk kan zijn, maar dit moet in Vlaanderen verder onderzocht worden.

Deze resultaten geven het belang in massa weer, maar zeggen op zich niks over het gezondheidseffect van de verschillende fracties. Zo wordt in wetenschappelijke kringen aangenomen dat het **elementaire koolstof (roet)**, dat qua massa in Vlaanderen pas op de vijfde plaats staat, **de meest schadelijke fractie** is. Het schadelijke effect van deze component is waarschijnlijk te wijten aan de zeer kleine deeltjes (die in aantal zeer belangrijk zijn) en het feit dat ze doorgaans een coating van vermoedelijk schadelijke, organische verbindingen hebben (bv. polyaromatische koolwaterstoffen). Van de andere fracties is er nog heel wat onduidelijkheid over de effecten, maar niemand kan met zekerheid zeggen dat bepaalde fracties onschadelijk zijn.

Lokale verschillen in de samenstelling van fijn stof

Ondanks de gelijkenissen tussen de verschillende meetlocaties (die te verwachten zijn binnen een kleine regio als Vlaanderen) kunnen er toch ook duidelijk verschillen van meetplaats tot meetplaats worden waargenomen.



Figuur 2: Relatieve verschillen in gemiddelde concentratie ten opzichte van het gemiddelde voor alle stations

Zo worden de grootste relatieve verschillen waargenomen voor elementaire koolstof. **De concentratie in Borgerhout blijkt gemiddeld maar liefst vier keer hoger te zijn dan in Houtem.** Dit toont aan dat de roetproblematiek een vrij lokaal probleem is dat nauw samenhangt met de hoeveelheid verkeer. **Ook voor bodemstof zijn de verschillen vrij groot,** de gemiddelde concentratie in Borgerhout en Zelzate zijn namelijk drie keer hoger dan in het landelijke Houtem. Het feit dat de laagste waarden voor bodemstof gemeten worden in Houtem (waar de meetplaats omgeven is door akkerland) geeft aan dat de primaire bijdrage van de landbouw aan PM₁₀ klein zou kunnen zijn.

Hoewel men zoals verwacht de hoogste concentratie zeezout vindt in Houtem, en deze bijdrage afneemt verder het binnenland in, is het toch opvallend dat in **Hasselt gemiddeld nog 2/3 van de zeezoutconcentratie in Houtem** wordt gemeten. De metingen tonen tegelijk dat het zeezout in Hasselt duidelijk verouderd is (door reactie met salpeterzuur) in vergelijking met het zeezout in Houtem.

Voor de ammoniumzouten (ammoniumnitraat en -sulfaat), zijn de 'relatieve' verschillen kleiner, maar wegen ze in absolute massa wel door. Vrij opvallend is dat de gemiddelde som van deze groep in **Zelzate maar liefst 3,6 µg/m³ hoger is dan in Hasselt**, wat mogelijk in verband staat met de invloed van ammoniakemissies door intensieve veeteelt. Zelzate is namelijk windafwaarts gelegen van de zeer intensieve veeteelt in West-Vlaanderen.

Daarnaast worden ook voor heel wat elementen, en met name **voor de zware metalen, grote relatieve verschillen waargenomen**. Zo werden meerdere keren **zeer hoge pieken van arseen waargenomen in Borgerhout**, een fenomeen dat op de andere meetplaatsen nooit voorkwam. IJzer en lood bleken vooral in Zelzate en Borgerhout hoger dan elders terwijl chroom en zink gemiddeld het hoogst waren in Hasselt.

Hoewel voor vrijwel alle elementen de laagste concentraties in Houtem werden gemeten, bleken nikkel en vooral vanadium er wel duidelijk aangerijkt. Dit gegeven is hoogstwaarschijnlijk het gevolg van de **olieverbranding door de petrochemische industrie in Duinkerke**.

Bijkomende metingen en berekeningen

In een apart hoofdstuk van het rapport worden nog enkele specifieke zaken onder de loep genomen. Zo kan er ondermeer berekend worden dat 100% natuurlijk zeezout in Vlaanderen gemiddeld voor minder dan vier overschrijdingen van de PM₁₀ daggrenswaarde zorgt per jaar, per locatie. Er blijkt ook dat de invloed van zeezout op smogdagen, zoals verwacht, beduidend lager is dan gemiddeld. Naast de berekening van de aftrek, die door de Europese wetgeving toegelaten wordt, worden ook verschillende principiële argumenten tegen de aftrek van zeezout vermeld. Verder worden de chemische analyses van enkele **filters uit de Waaslandtunnel** behandeld. Hierbij werden PM₁₀ concentraties tussen 150 en 400 µg/m³ gemeten. De allerhoogste waarden bleken (na chemische analyse) deels veroorzaakt door strooizout. Desondanks was het opvallend dat **elementaire en organische koolstof vele malen hoger waren dan in de gemiddelde buitenlucht**, respectievelijk 22 en 15 keer.

Bij de analyses van de isotopenverhoudingen van koolstof en stikstof konden interessante variaties worden waargenomen die vooralsnog niet verklaard kunnen worden. Verder onderzoek is gepland. Bij vergelijking van de PAKs concentraties (die op drie van de zes plaatsen gemeten werden) bleek dat de lichtere PAKs goed correleerden met elementaire koolstof en koper wat ook aangeeft dat wegverkeer waarschijnlijk de belangrijkste bron is voor deze verbindingen. De zwaardere (en vermoedelijk carcinogene) PAKs konden niet direct aan een bepaalde bron gekoppeld worden.

Implicaties voor het beleid

Hoewel het eerste Chemkar project voornamelijk wetenschappelijk relevante informatie bevat die het onder meer mogelijk maakt om modellen te verbeteren of bepaalde natuurlijke bijdragen te berekenen, zijn de resultaten ook relevant voor het beleid.

Uit de resultaten blijkt dat elementaire koolstof (roet) hoofdzakelijk gelinkt is aan verkeer. De grote verschillen in concentraties tussen het stedelijke achtergrondstation in Borgerhout en het landelijke station in Houtem geven aan dat een **gerichte aanpak van deze (potentieel) meest schadelijke fractie zeer belangrijk** is. Naast de algemene technische maatregelen om de verkeersemisies te verlagen, kan hierbij ondermeer ook gedacht worden aan lokale maatregelen zoals (algemene) snelheidsbeperkingen, grote 'low emission' zones of zelfs verkeersvrije gebieden in steden. Het is ook zo goed als zeker dat de roetconcentraties in drukke streetcanyons nog een pak hoger zullen zijn dan op de stedelijke achtergrondlocaties. Naast het effect van dergelijke maatregelen op de roetemisies valt te verwachten dat er simultaan ook aanzienlijke reducties in opwaaiend straatstof (een component die in massa toch vrij belangrijk is), zullen optreden. Het belang van opwaaiend stof en andere niet-uitlaat emissies (bv. koper door slijtage van remschijven, zink door slijtage van banden,...) dat blijkt uit de studie geeft ook aan dat de **milieuwinst van schonere motoren voor een deel teniet zal gedaan worden** bij een toenemende hoeveelheid verkeer.

Wat het aanpakken van de gemiddelde PM₁₀-massaconcentraties en het aantal overschrijdingen van de EU-daggrenswaarde van 50 µg/m³ betreft, lijkt **een algemene reductie van de precursoren NO_x, SO₂ en NH₃ van groot belang** om de grootste fractie, de secundaire anorganische ionen terug te dringen. Dit is des te meer het geval, daar de sectoren die verantwoordelijk zijn voor deze emissies (verkeer, industrie, veeteelt,...) waarschijnlijk ook voor een aanzienlijk deel bijdragen aan de emissies

van precursoren die leiden tot de organische fractie in het fijn stof. De vastgestelde verschillen in ammoniumnitraat voor de onderscheiden meetplaatsen lijken ook in verband te staan met de verschillen in intensiteit van de veeteelt, wat mogelijk impliceert dat reducties in uitstoot van ammoniak (NH₃) een belangrijk effect zouden kunnen hebben op de totale fijnstofconcentraties, iets wat ook al in de literatuur gesuggereerd werd.

Toekomstig onderzoek

Omdat dit eerste project heeft aangetoond dat chemische karakterisatie een duidelijke meerwaarde heeft, zijn er al twee nieuwe Chemkar projecten gestart. In een eerste nieuw project wordt sinds eind oktober 2008 **op vijf hotspots** (Oostrozebeke, Roeselare, Zwevegem, Evergem en Zwijndrecht) en twee achtergrondlocaties (Aarschot en Moerkerke-Damme) PM₁₀ bemonsterd met het oog op chemische analyse. In het tweede nieuwe project wordt sinds het begin van 2009 **naast PM₁₀ ook PM_{2,5}** onderzocht op een landelijke (Retie) en een stedelijke (Borgerhout) achtergrondlocatie. Hierbij zullen zeven dagen op zeven filters worden bemonsterd, waarbij er één dag op zes voorzien is voor chemische analyse. Enkel voor PM_{2,5} in Retie zullen (in het kader van de nieuwe EU-richtlijn) alle filters geanalyseerd worden. De beschikbaarheid van de andere filters maakt het wel mogelijk om bij uitzonderlijke gebeurtenissen (bv. ernstige smogepisodes, vermoeden van Saharastof,...) bijkomende analyses te laten uitvoeren.

Het rapport "Chemkar PM₁₀ : Chemische karakterisatie van fijn stof in Vlaanderen 2006-2007" en meer info over de activiteiten van de Vlaamse Milieumaatschappij zijn beschikbaar op www.vmm.be .

Info:

Afdeling Lucht, Milieu en Communicatie

Immissie Meetnetten Lucht

03 / 244 12 32

Dr. Jordy Vercauteren

Ir. Christina Matheussen

Dr. Edward Roekens