

Laatste update: 18/9/2019

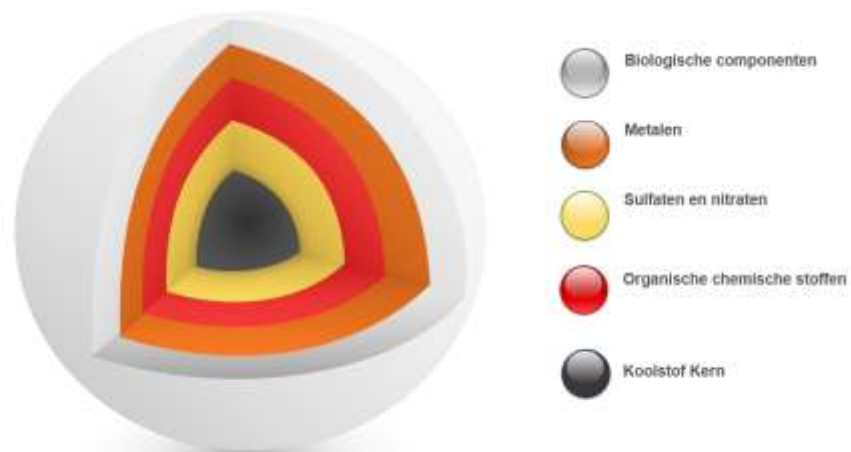
### Biomerkers, matrix en blootstellingstermijn die wordt gemeten:

Zwarte koolstof in de urine (urinaire koolstoflading)

### Wat is zwarte koolstof?

Zwarte koolstof (roet) is een belangrijke fractie van fijn stof ( $PM_{2.5}$ ), dat gevormd wordt tijdens onvolledige verbranding van fossiele brandstoffen, biobrandstoffen en biomassa zoals hout [1]. Fijn stof is een verzamelnaam voor alle kleine zwevende deeltjes in de lucht. In de wetenschap spreekt men over *particulate matter*, afgekort als PM. De deeltjes variëren sterk in grootte, samenstelling en oorsprong. Er wordt dan ook een indeling gemaakt op basis van de grootte van de deeltjes.  $PM_{10}$  en  $PM_{2.5}$  staan voor deeltjes die kleiner zijn dan 10 of 2,5 micrometer (1 micrometer = een duizendste van een millimeter). Fijnstofdeeltjes komen op verschillende manieren in de omgeving terecht [1].

Huidige studies tonen aan dat de koolstofkernen van de zwarte koolstofdeeltjes niet direct schadelijk zijn, maar dat deze kunnen werken als universele "drager" waaraan verschillende schadelijke stoffen zoals benzeen en metalen zich kunnen vasthechten (Figuur 1). Hierdoor fungeren de zwarte koolstofdeeltjes als het 'paard van Troje' waardoor schadelijke stoffen meegevoerd worden naar gevoelige delen van het menselijk lichaam, zoals de longen en de bloedcirculatie [2].



Figuur 1. Een schematische voorstelling van de samenstelling van een stofdeeltje bestaande uit een koolstof kern met hieromheen verschillende lagen (organische, anorganische en biologische componenten). In werkelijkheid zijn deze lagen niet als dusdanig te onderscheiden.

## Urinaire koolstoflading

Eerdere studies over fijn stof, waarvan zwarte koolstof een onderdeel vormt, hebben al een link aangetoond met een lager geboortegewicht [3], verzwakte cognitieve functie in kinderen [4, 5], verminderde cognitieve veroudering [6], verhoogd cardiovasculaire lijden [7, 8], respiratoire ziekten [9] en longkanker [10] in het volwassen leven.

Experimentele studies op dieren hebben al aangetoond dat een fractie van de ingeademde partikels zich kunnen verplaatsen naar het bloed [11] en zich zelfs vanuit de neus naar de hersenen kunnen een weg kunnen banen [12]. Om een goede inschatting te kunnen maken over de gezondheidseffecten van verbranding-gerelateerde fijn stof vervuiling, is er een manier nodig om de individuele blootstelling doorheen het leven in kaart te brengen. Tot voor kort was het niet mogelijk om deze verplaatsing van zwarte koolstofdeeltjes in het menselijk lichaam aan te tonen en te meten. Hierdoor was het zeer moeilijk om een inschatting te maken aan hoeveel zwarte koolstofdeeltjes een persoon werd blootgesteld.

De nieuwe meetmethode die werd ontwikkeld laat ons toe om de verplaatsing van zwarte koolstof in kaart te brengen, van opname in de longen tot in de bloedcirculatie om uiteindelijk terecht te komen in de urine bij afscheiding waarin de zwarte koolstof deeltjes gedetecteerd worden [13].

### Verwachte blootstellingswegen naar de mens:

---

Blootstelling van mensen aan fijn stof en dus ook aan zwarte koolstof zal voornamelijk gebeuren via inademing van de lucht waarin de deeltjes altijd aanwezig zijn. Hoe kleiner de deeltjes, hoe dieper deze kunnen doordringen in de longen. Uiteindelijk kunnen de kleinste deeltjes ook in de bloedsomloop en in de rest van ons lichaam terechtkomen [14].

### Adviezen om blootstelling aan zwarte koolstof te beperken:

---

De blootstelling aan fijn stof (waarvan zwarte koolstof een belangrijk onderdeel is) kan beperkt worden door de luchtkwaliteit in uw omgeving te verbeteren. Een gouden vuistregel die je blootstelling aan fijn stof bepaalt is de afstand van de bron tot uw neus. Hoe dichterbij de bron bent en hoe langer u wordt blootgesteld, hoe schadelijker voor uw gezondheid.

### Mogelijke Gezondheidsrisico's:

---

Zwarte koolstofdeeltjes kunnen tot diep in de longen doordringen en zelfs in de bloedbaan terechtkomen doordat ze zo klein zijn (grootte van 0.1 tot 0.3 micrometer). Afhankelijk van de concentratie van zwarte koolstof en daarop geabsorbeerde andere stoffen zoals benzeen en metalen zijn de gezondheidsrisico's verschillend [2]. De mogelijke gezondheidsrisico's die kunnen optreden zijn niet direct gelinkt aan zwarte

# Factsheet

## Urinaire koolstoflading

koolstof (een fractie van  $PM_{2.5}$ ), maar meer een indirecte link omdat gevaarlijke en schadelijke stoffen zich kunnen vasthechten aan zwarte koolstof om zo de longen en de bloedsomloop te bereiken [2].

### Hoog blootgestelde groep(en):

---

Algemene bevolking.

### Gevoelige groep(en):

---

De meest kwetsbare groepen zijn ouderen en personen met hart-, vaat- of longaandoeningen alsook kinderen in ontwikkeling [15].

Gevoeligheid aan luchtverontreiniging is het algemeen meer kenbaar bij jonge kinderen, ouderen en mensen met chronische longziekten. Huidige inzichten tonen aan dat er geen veilig blootstellingswaarde is.

### Perinatale blootstelling? (Placenta/moedermelk)

---

Tot voor kort waren er geen studies die de aanwezigheid van zwarte koolstofdeeltjes konden aantonen in de placenta. Eens studie gepubliceerd in Nature communications heeft aangetoond dat Zwarte koolstofdeeltjes wel degelijk kunnen accumuleren in de placenta en dat deze partikels zich kunnen verplaatsen van opname uit de lucht tot aan de foetus [16].

Deze studie geeft ons het eerste bewijs dat zwarte koolstofdeeltjes afkomstig vanuit de lucht terecht kunnen komen in de placenta en waardoor de foetus direct blootgesteld is aan deze deeltjes in de meest gevoelige periode van het leven. Het bewijs van de verplaatsing van zwarte koolstofdeeltjes in de placenta kan een mogelijke verklaring zijn voor de schadelijke effecten van lucht vervuiling op de ontwikkeling van de foetus.

### Richtwaarden voor interne blootstelling:

---

Tot vandaag zijn er geen richtwaarden voor interne blootstelling, aangezien het meten van de persoonlijke blootstelling aan zwarte koolstofdeeltjes een unieke, nieuwe methode betreft.

## Urinaire koolstoflading

### Vergelijkende metingen:

Het detecteren van zwarte koolstofdeeltjes is een nieuwe techniek. Hierdoor is het moeilijk om een vergelijking aan te tonen met internationale waarden. Reeds werd deze techniek wel gebruikt om zwarte koolstofdeeltjes te detecteren in de urine van schoolgaande jongens en meisjes met een leeftijd van 9 tot 12 jaar. De zwarte koolstofdeeltjes konden gedetecteerd worden in de urine en zijn een mogelijke merker voor de blootstelling aan zwarte koolstof in de lucht. Aangezien de meting hier gebeurt in een ander matrix dan de placenta is de vergelijking van de waarden moeilijk.

Reeds gemeten waarden in Vlaanderen/België:

Leeftijdsgroep	Geslacht	Matrix	Metaboliet	Waarde	Jaar
9 – 12 Jaar <sup>[13]</sup>	Jongens en meisjes	urine	Zwarte koolstofdeeltjes	Gemiddeld (SD) $98.2 \times 10^5$ ( $29.8 \times 10^5$ ) partikels/ml.	2012 - 2014

### Referenties

1. Vlaamse Milieumaatschappij. *Wat is Fijn stof*. [cited 2019 22/05/2019]; Available from: <https://www.vmm.be/lucht/fijn-stof/wat-is-fijn-stof>.
2. Cassee, F.R., et al., *Particulate matter beyond mass: recent health evidence on the role of fractions, chemical constituents and sources of emission*. *Inhalation toxicology*, 2013. **25**(14): p. 802-812.
3. Pedersen, M., et al., *Ambient air pollution and low birthweight: a European cohort study (ESCAPE)*. *Lancet Respir Med*, 2013. **1**(9): p. 695-704.
4. Sunyer, J., *The neurological effects of air pollution in children*. *Eur Respir J*, 2008. **32**(3): p. 535-7.
5. Saenen, N.D., et al., *Recent versus chronic exposure to particulate matter air pollution in association with neurobehavioral performance in a panel study of primary schoolchildren*. *Environ Int*, 2016. **95**: p. 112-9.
6. Colicino, E., et al., *Telomere Length, Long-Term Black Carbon Exposure, and Cognitive Function in a Cohort of Older Men: The VA Normative Aging Study*. *Environ Health Perspect*, 2017. **125**(1): p. 76-81.
7. Nawrot, T.S., et al., *Public health importance of triggers of myocardial infarction: a comparative risk assessment*. *Lancet*, 2011. **377**(9767): p. 732-40.
8. Brook, R.D., et al., *Particulate matter air pollution and cardiovascular disease: An update to the scientific statement from the American Heart Association*. *Circulation*, 2010. **121**(21): p. 2331-78.
9. Guerra, S., et al., *Relation between circulating CC16 concentrations, lung function, and development of chronic obstructive pulmonary disease across the lifespan: a prospective study*. *Lancet Respir Med*, 2015. **3**(8): p. 613-20.

## Urinaire koolstoflading

10. Raaschou-Nielsen, O., et al., *Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE)*. *Lancet Oncol*, 2013. **14**(9): p. 813-22.
11. Shimada, A., et al., *Translocation pathway of the intratracheally instilled ultrafine particles from the lung into the blood circulation in the mouse*. *Toxicol Pathol*, 2006. **34**(7): p. 949-57.
12. Oberdorster, G., et al., *Translocation of inhaled ultrafine particles to the brain*. *Inhal Toxicol*, 2004. **16**(6-7): p. 437-45.
13. Saenen, N.D., et al., *Children's Urinary Environmental Carbon Load. A Novel Marker Reflecting Residential Ambient Air Pollution Exposure?* *Am J Respir Crit Care Med*, 2017. **196**(7): p. 873-881.
14. Agency, U.S.E.P. *Health and Environmental Effects of Particulate Matter (PM)*. [cited 2019 22/05/2019]; Available from: <https://www.epa.gov/pm-pollution/health-and-environmental-effects-particulate-matter-pm>.
15. Vlaamse Milieumaatschappij. *Fijn stof en je gezondheid*. [cited 2019 22/05/2019]; Available from: <http://www.vmm.be/lucht/fijn-stof/fijn-stof-en-je-gezondheid>.
16. Bové, H., et al., *Ambient black carbon particles reach the fetal side of human placenta*. *Nature Communications*, 2019. **10**(1): p. 3866.