

Achtergrondnota Natuurwaardeverkenner

Regulerende diensten, luchtkwaliteit, kwantificering afvang fijn stof en monetaire waardering

Leo De Nocker, Vito-RMA, 2013

1. Kwantificering :

Samengevat.

Het aantal nieuwe studies met nieuwe informatie is beperkt. Er zijn wel nieuwe toepassingen. Deze bevestigen de orde van grootte van kengetallen gehanteerd in Liekens et al, 2009. Ze bevestigen dat de aannames die hiervoor gehanteerd zijn eerder voorzichtig zijn gekozen. We kijken hierbij enkel naar studies die het effecten inschatten van bestaande parken in grootstedelijke gebieden of grootschalige bebossing in regio's.

- Nederland: Een nieuwe studie voor Nederland hanteert voor het inschatten van het effect van vegetatie op luchtkwaliteit in Nederland (landelijk) kengetallen die twee maal zo hoog zijn, maar de totale inschatting wordt als zeer onzeker gekwalificeerd (Oosterbaan, 2011 in Melman, 2011). De kengetallen zijn opgesplitst voor de meest voorkomende habitattypes, incl. landbouw. Deze studie hanteert ook hogere kengetallen voor naaldbos dan voor loofbos, in aansluiting met de literatuur.

Tabel XXX : afvangfactoren in kg/ha.jaar voor verschillende vegetatietypes op basis van recente literatuur

Studie	Afvangfactor voor PM 10 in kg/ha, jaar		
	Oosterbaan 2011	Tiwary , 2009	Liekens, 2009
Naaldbos	127	Tot 2330	44
Loofbos	73	110	44
Riet	50		22
Grasland	36	30	18
landbouwgewas	12		6

Zie tekst voor meer detail

Hein, 2011, schat de afvang van PM10 in de hoge Veluwe (gemengd habitat, met voornamelijk naaldbos (42 %) en heide (42 %) in op 37 kg/ha/jaar. Als we het effect van de hoge Veluwe inschatten op basis van de kengetallen van Oosterbaan, 2011, of Liekens 2009 dan zou dit neerkomen op respectievelijk 76 kg/ha.jaar en 30 kg/ha.jaar.

- US : Studies voor de verenigde staten (Nowak, 2006) en Nowak, 2010) schatten het effect in op luchtverontreiniging van de parken in de steden van de US (een vijftigtal) op basis van gedetailleerde modellen. Het kengetal voor de afvang van fijn stof per ha in de (gemiddelde voor alle US stedelijke parken) is 26 tot 36 kg/ha/jaar , voor respectievelijk Nowak 2006 en Nowak 2010.

In deze studies voor de US worden ook de effecten voor 4 andere pollutanten meegenomen (O3, NO2, SO2, CO).

In deze studies wordt de waarde van de afvang ingeschat op basis van kg afgevangen stof x kengetallen voor externe kosten per pollutant.

In het geheel is het effect op fijn stof 30 % van het totale effect (uitgedrukt in gewicht) en 25 % op basis van de monetaire waarde van deze ecosysteemdienst.

- UK: Er zijn verschillende studies die het effect bestuderen van (vrij) grootschalige aanleg van bossen op luchtkwaliteit (Tiway, 2009; Bealy, 2007 en Hewit, 2010 (geciteerd in RIVM, 2011).

Al deze studies bevestigen dat grootschalige herbebossing effect heeft op luchtkwaliteit in een groter gebied. Dit bevestigt dat parken en natuurgebieden de luchtkwaliteit in de regio verbeteren, en dat we de afgevangen hoeveelheden kunnen beschouwen als vermeden emissies voor het inschatten van effecten op blootstelling en volksgezondheid. Dit weerlegt de aannames in Powe (2004) die enkel effecten meerekent in het natuurgebied zelf, en dus tot lagere resultaten komt.

De studie van Tiway, 2009 bestudeert met het UFORE model naar het effect van 357 ha gemengd grasland en bos op luchtkwaliteit in Londen (gebied van 100 km²). De afvangfactoren zijn weergegeven in tabel XXX. Het cijfer voor naaldbomen is voor Douglasspar (P. menziesii). Voor een gemengd scenario (75 % grasland, 20 % loofbomen, 5 % naaldbomen) is de afvangfactor 170 kg/ha.jaar. Deze afvangfactoren voor gras en loofbos zijn vergelijkbaar met deze van Oosterbaan 2011.

In de UK NEA krijgt het effect van vegetatie op luchtkwaliteit maar beperkte aandacht, op basis van literatuur. In het hoofdstuk rond ecosysteemdiensten van bossen worden de schattingen overgenomen op basis van Powe, 2004 (Quine, 2011). Dit zijn heel lage schattingen (0.2 £ ha.jaar) omdat zij enkel het effect op gezondheid van mensen die in de beboste gebieden wonen meenemen. In het hoofdstuk over waardering (Bateman, 2011) wordt er wel op gewezen dat de baten substantieel kunnen zijn, maar dat dit verder onderzoek verdient (Bateman, 2011)

Interpretatie en discussie

Onzekerheden: de bovenvermelde studies hanteren allen ongeveer dezelfde uitgangspunten m.b.t. effect van vegetatie en depositiesnelheden, en leiden dus tot vergelijkbare resultaten (Tiway, 2009).

Een studie van RIVM kijkt ook naar andere type studies (RIVM, 2011). Hierbij gaat veel aandacht naar studies die kijken naar het effect van vegetatie op lokale luchtverontreiniging in street canyons met verkeer, waarbij naast afvang door vegetatie ook het effect is meegerekend van het effect van vegetatie op lokale windsnelheden en verspreiding van pollutanten waarbij vegetatie tot lokale verhoging van luchtverontreiniging kan leiden. In dat kader zijn er ook experimenten gebeurd, maar de resultaten hiervan kunnen niet gebruikt worden om de modellen die gehanteerd worden voor grootschalige bebossing te valideren of te weerleggen.

Besluit:

De nieuwe studies bevestigen de orde van grootte van de kengetallen voor afvang van fijn stof uit Liekens, 2009, gebaseerd op Oosterbaan 2006, en geven aan dat zij eerder een voorzichtige schatting van dat effect zijn. Op basis van de onzekerheden in de schattingen en het feit dat de schattingen zijn

gebaseerd op buitenlandse studies concluderen we dat de cijfers uit Liekens 2009 een goede basis vormen om dit effect in te schatten.

De studies bevestigen dat we de afvang van fijn stof mogen beschouwen als negatieve emissies om de effecten op volksgezondheid en gerelateerde baten in te schatten.

Voor een maximum schatting kunnen we de cijfers vermenigvuldigen met 2 (op basis Oosterbaan 2011) en maal 4 voor het potentieel effect van andere pollutanten (op basis Novak, 2011)(bovengrens)

2. Waardering :

Luchtverontreiniging, vooral door fijn stof, leidt tot grote effecten op volksgezondheid, zowel m.b.t. meer ziektes (klachten rond luchtwegen en hart en vaataandoeningen) en een kortere levensverwachting. Voor Vlaanderen zijn deze effecten uitgebreid beschreven en ingeschat in het kader van milieurapportering, Mira, VMM (Torfs, 2006). Deze effecten zijn gerelateerd aan concentraties van fijn stof in de omgevingslucht. Aangezien vegetatie dit fijn stof afvangt, en de concentraties in de omgevingslucht verminderd, mogen we in navolging van de literatuur aannemen dat vegetatie die gezondheidseffecten beperkt (Nowak, 2006; Hein 2011).

Deze gezondheidseffecten leiden tot een verlies aan welvaart in de vorm van toegenomen ziektekosten (hospitalisatie, medicatie), verlies aan productiviteit op het werk en thuis, en lijden door ziekte en vervroegde sterfte. Deze kosten zijn ingeschat op basis van Europees en Vlaams onderzoek en data, eveneens in het kader van Mira, VMM (De Nocker, 2010), voortbouwend op Torfs, 2006. Deze kosten zijn ingeschat op basis van de maatschappelijke kost (externe kost) van de uitstoot van 1 kg fijn stof. Deze schattingen maken onderscheid tussen de omvang van de deeltjes (deeltjes kleiner dan 2.5 μm ($\text{PM}_{2.5}$) hebben een groter effect op de volksgezondheid dan groffe deeltjes ($\text{PM}_{\text{coarse}} = \text{PM}_{2.5-10}$)), en waar ze worden uitgestoten (emissies laag bij de grond en in stedelijke omgeving hebben een groter effect).

Als we de afvang van fijn stof beschouwen als vermeden emissies kunnen we dit waarderen op basis van de kengetallen voor externe kosten van emissies (Nowak, 2006). We moeten dan nog verder bijkomende inschattingen maken van de omvang van de deeltjes. De kleinere deeltjes zijn meer schadelijk, hebben hoger aandeel in luchtverontreiniging maar worden minder afgevangen door vegetatie. In lijn met recente studies over lokale effecten van vegetatie op luchtkwaliteit hanteren we hiertoe de volgende aannames (Vos P., 2012)

- aandeel $\text{PM}_{2.5}$ in omgevingslucht = 60 %
- efficiëntie afvang $\text{PM}_{2.5}$ in vergelijking met $\text{PM}_{2.5-10}$: 20 %
- resultaat: aandeel $\text{PM}_{2.5}$ in afvang = $(0,6*0,2)/(0,6*0,2+0,4*1) = 23 \%$

We nemen verder aan dat de emissies uit lage schouwen (bijv. van huizen) de beste proxy vormen voor vermeden emissies door vegetatie in natuurgebieden. De milieuschadeprijzen van deze uitstoot van 1 kg fijn stof zijn 150 €/kg voor $\text{PM}_{2.5}$ en 25 €/kg voor $\text{PM}_{\text{coarse } 2.5-10}$. (De Nocker et al, 2010)

De waarde van de afvang van 1 kg PM_{10} door vegetatie is

$$= (0.23 \cdot 150) + (0.77 \cdot 25) = 54 \text{ €/kg PM 10}$$

Deze waarde is bijna twee maal zo hoog als deze gehanteerd in Liekens, 2009 (30 €/kg).

Interpretatie en discussie

We nemen hierbij aan dat de dosis-effect relaties voor het inschatten van gevolgen van luchtverontreiniging door fijn stof ook van toepassing zijn voor dat wat wordt afgevangen in natuurgebieden. Deze aanname is redelijk omdat die dosis-effect relaties zijn afgeleid van variaties in concentraties in de lucht (variatie in de tijd en tussen steden) en de hoeveelheid vegetatie en blad spelen ook een rol in die variatie. Het is anderzijds mogelijk dat heel specifieke fracties van dat fijn stof de grootste effecten op gezondheid, en dat vegetatie deze fracties beter of minder afvangt dan de gemiddeld.

3. Literatuur:

Bateman, Ian J., David Abson, Nicola Beaumont, Amii Darnell, Carlo Fezzi, Nick Hanley, Andreas Kontoleon, David Maddison, Paul Morling, Joe Morris, Susana Mourato, Unai Pascual, Grischa Perino, Antara Sen, Dugald Tinch, Kerry Turner and Gregory Valatin (2011), *Economic Values from Ecosystems; In : The UK National Ecosystem Assessment Technical Report*. UK National Ecosystem Assessment, UNEP-WCMC, Cambridge

Bealey, W.J., A.G. McDonald, E. Nemitz, R. Donovan, U. Dragosits, T.R. Duffy, D. Fowler (2007) Estimating the reduction of urban PM 10 concentrations by trees within an environmental information system for planners, *Journal of Environmental Management* 85, 44–58.

Hein, L. (2011). Economic Benefits Generated by Protected Areas : the Case of the Hoge Veluwe Forest , the Netherlands. *Ecology and Society*, 16(2).

Hewitt, 2010, UrbanTreesBrochure , university of Lancaster,
<http://www.es.lancs.ac.uk/people/cnh/UrbanTreesBrochure.pdf>

McDonald, A. G. ; Bealey, W. J. ; Fowler, D. ; Dragosits, U. ; Skiba, U. ; Smith, R. I. ; Donovan, R. G. ; Brett, H. E. ; Hewitt, C. N. ; Nemitz, E. (2007); Quantifying the effect of urban tree planting on concentrations and depositions of PM10 in two UK conurbations. In: *Atmospheric Environment*, Vol. 41, No. 38, 12.2007, p. 8455-8467.

Nowak, D. J., Crane, D. E., & Stevens, J. C. (2006). Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry & Urban Greening*, 4(3-4), 115–123.
doi:10.1016/j.ufug.2006.01.007

Nowak, D. J. G. . . (2010a). *Air Quality Effects of Urban Trees and Parks* (p. 48). Research report from National Recreation and Park Association Retrieved from <http://www.nrpa.org>

Nowak, David J.; Stein, Susan M.; Randler, Paula B.; Greenfield, Eric J.; Comas, Sara J.; Carr, Mary A.; Alig, Ralph J. (2010b). *Sustaining America's urban trees and forests: a Forests on the Edge report*. Gen. Tech. Rep. NRS-62. Newtown Square, PA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 27 p

Oosterbaan A. Michel Kiers, Landelijke kaart "potentiële fijnstofinval door groene vegetaties", (Alterra Wageningen UR), in Melman, T. C. P. en C. M. van der H. (2011). *Ecosysteemdiensten in Nederland: verkenning betekenis en perspectieven. Achtergrondrapport bij Natuurverkenning 2011*. Wageningen.

Quine Chr., Christine Cahalan, Alison Hester, Jonathan Humphrey, Keith Kirby, A. M. & G. V. (2011). Woodlands. *The UK National Ecosystem Assessment Technical Report. UK National Ecosystem Assessment* (pp. 241–294). UNEP-WCMC, Cambridge.

Tiwary, A, Danielle Sinnett, Christopher Peachey, Zaid Chalabi, Sotiris Vardoulakis, Tony Fletcher, Giovanni Leonardi, Chris Grundy, Adisa Azapagic, Tony R. Hutchings (2009) An integrated tool to assess the role of new planting in PM 10 capture and the human health benefits: A case study in London, *Environmental Pollution* 157, 2645–2653.

Vos, P, persoonlijke mededeling, Vito, 2012.

Wesseling, J; van der Zee, W; van Overveld, A. (2011). *Het effect van vegetatie op de luchtkwaliteit Update 2011*. bilthoven. doi:Rapport 680705019/2011

4. Bijlagen

Nog enkele Details en bijkomende info .

1. De voornaamste studie op dit vlak is de verkenning van ecosysteemdiensten voor het omgevingsbeleid wordt afvang van pollutanten door vegetatie als onzeker omschreven, maar wordt wel een vingeroefening gedaan naar mogelijke toepassing voor afvang van fijn stof (PM 10)(Oosterbaan, 2011 in Melman, 2011). De kwantificering is op basis van de afvangfactoren uit Oosterbaan 2006, die zijn doorgerekend naar invang in kg/ha.jaar in functie van het landgebruik (zie tabel)

Tabel 8.1.1 Basiscijfers voor invang van fijnstof (kg/ha,jr) voor verschillende begroeiingen. Invang berekend op basis van een gemiddelde hoeveelheid aanwezige fijnstof in de atmosfeer van 35 µg/m³.

	Naaldbos	Loofbos	Riet	Grasland	Landbougewas (ca. 2m)
Totaal (kg/ha/jaar)	126,93	72,85	49,67	36,42	12,25

Onderstaande tabel geeft aan hoe deze basiskenngetallen worden toegepast voor de verschillende landgebruiken

Tabel 8.1.2. Toegekende waarden voor fijnstofinvang aan op de LGN-kaart voorkomende grondgebruiksvormen.

Grondgebruik	Waarde fijnstofinvang	Opmerkingen
Gras	36.42	
Akkerbouwgewassen	12.25	
Glastuinbouw	onbekend	
Boomgaard	54	gemiddelde van gras en loofbos
Bollen	12.25	
Loofbos	72.85	
Naaldbos	126.93	
Zoet en zout water	onbekend	
Stedelijk bebouwd gebied	onbekend	
Bebouwing in buitengebied	onbekend	
Loofbos in bebouwd gebied	72.85	
Naaldbos in bebouwd gebied	126.93	
Bos met dichte bebouwing	18	1/4 van loofbos
Gras in bebouwd gebied	36.42	
Kale grond in bebouwd buitengebied	onbekend	
Hoofdwegen en spoorwegen	onbekend	
Bebouwing in agrarisch gebied	onbekend	
Kwelders	36.42	als grasland
Open zand in kustgebied	onbekend	

Grondgebruik	Waarde fijnstofinvang	Opmerkingen
Open duinvegetatie	36.42	als grasland
Gesloten duinvegetatie	36.42	als grasland
Duinheide	36.42	als grasland
Open stuifzand	36.42	als grasland
Heide	36.42	als grasland
Matig vergraste heide	36.42	idem
Sterk vergraste heide	36.42	idem
Hoogveen	36.42	idem
Bos in hoogveengebied	72.85	als loofbos
Overige moerasvegetatie	36.42	als grasland
Rietvegetatie	36.42	als grasland
Bos in moerasgebied	72.85	als loofbos
Veenweidegebied	36.42	als grasland
Overig open begroeid natuurgebied	36.42	als grasland
Kale grond in natuurgebied	onbekend	

Deze kengetallen in kg/ha jr. zijn allen ongeveer dubbel zo hoog dan deze in Liekens, 2009. Bij gebrek aan documentatie is geen gedetailleerde vergelijking mogelijk. Ze illustreren wel dat in Liekens et al de aannames (bijv. aantal bomen per ha) voorzichtig zijn gekozen teneinde overschattingen te voorkomen.

2. Nowak (2006) hanteert een gedetailleerd model om het effect van bomen op luchtkwaliteit in 55 Amerikaanse steden in te schatten en monetair te waarderen. De studie besluit dat vegetatie een aanzienlijke bijdrage kan leveren aan de luchtkwaliteit, ook al is de bijdrage lager dan 1 %. De studie maakt berekeningen voor effecten op 5 polluenten (PM10, O3, NO2, SO2, CO). De gehanteerde factoren voor kwantificering zijn niet onmiddellijk te vergelijken met de factoren uitgedrukt in kg/ha.jaar. De waardes in kg/ha.jaar lopen erg uiteen tussen steden in functie van vegetatie, windsnelheden, luchtverontreiniging etc. Nowak meldt een gemiddelde van 108 kg/ha.jaar voor alle polluenten samen. Fijn stof (PM10) heeft hierin een aandeel van 30 %, wat betekent dat de totale afvang van PM10 overeenkomt met 33 kg/ha.jaar. In Nowak (2010) is de gemiddelde afvang van bomen in steden (parken) ingeschat op 89 kg/ha (voor alle polluenten samen). Als we het aandeel van PM10 inschatten op basis van Nowak (2006) dan komt dit neer op 26 kg/ha.jaar. De effecten van het geheel van parken op luchtkwaliteit is minder dan 1 % voor deze polluenten. Voor specifieke regio's met veel groen kan het effect op luchtverontreiniging wel groter zijn dan 10 % (Nowak, 2010).

De afvang wordt verder gemonetariseerd op basis van voor de US gangbare kengetallen voor waardering van externe effecten. We merken op dat de waarde per ton pollutant laag is in vergelijking met Vlaanderen, wat deels kan verklaard worden door bevolkingsdichtheden maar mogelijk ook door verschillen in aannames. PM10 draagt bij aan 25 % van de totale waarde van de afvang van polluenten. De totale waarde van de afvang van polluenten komt neer op 100 \$/ha.jaar,

waarvan 25 % voor PM 10. Voor alle bomen in US urbane parken komt dit neer op een waarde van 380 miljard \$/jaar.

De totale bijdrage aan Fijn stof is

Table 3. Air pollution removal and value for all urban trees in the coterminous United States

Pollutant	Removal (t)	Value (\$ × 10 ⁶)
O ₃	305,100 (75,000–390,200)	2,060 (506–2635)
PM ₁₀	214,900 (84,000–335,800)	969 (378–1514)
NO ₂	97,800 (42,800–119,100)	660 (289–804)
SO ₂	70,900 (32,200–111,100)	117 (53–184)
CO	22,600 na	22 Na
Total	711,300 (256,600–978,800)	3828 (1,249–5158)

Estimates are given for ozone (O₃) and particulate matter less than 10 μm

In RIVM, 2011 wordt ter vergelijking de waardes uit recente studie van Nowak omgerekend naar gram per boom, voor de stad Chicago. Dit komt neer op 140 gram voor een boom met diameter van 30-45 cm en ligt in de lijn van de waardes uit Oosterbaan.