



Toelichting gebruik milieuprijzen in tool Schone Luchtakkoord

Voor de Specifieke Uitkering



CE Delft

Committed to the Environment

Toelichting gebruik milieuprijzen in tool Schone Luchtakkoord

Voor de Specifieke Uitkering

Delft, CE Delft, februari 2021

Publicatienummer: 21.200459.021

Luchtverontreiniging / Gezondheid / Emissies / Afname / Kosten / Baten / Prijsstelling / Maatschappelijke factoren / Economische factoren / Meetmethoden

Deze notitie is opgesteld door: Sander de Bruyn en Joukje de Vries

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 40 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



1 Inleiding

Het Schone Lucht Akkoord (SLA) heeft als ondertitel gekozen: ‘Gezondheidswinst voor iedereen in Nederland’. Het SLA kent dus een duidelijk maatschappelijk perspectief: het realiseren van gezondheidswinst. Dat is niet verwonderlijk omdat er vanuit Europa en de WHO steeds meer aandacht komt voor de negatieve effecten van luchtverontreiniging op de menselijke gezondheid. Zo heeft HEI (2018) becijferd dat luchtvervuiling, mondiaal gezien, de vier na belangrijkste doodsoorzaak is, alleen voorafgegaan door hoge bloeddruk, ongezond dieet, en roken. EEA (2020) heeft berekend dat luchtvervuiling met $PM_{2.5}$, NO_2 en O_3 in Nederland bijna 12.000 voortijdige overlijdens heeft veroorzaakt in 2018. Daarnaast is de ziektelast door luchtvervuiling ook aanzienlijk te noemen waarbij luchtvervuiling kan leiden tot COPD, verhoogd risico op astma en ziekenhuisopnames (CE Delft, 2020).

Vanuit het SLA kunnen gemeenten en provincies een aanvraag doen voor een specifieke uitkering (SPUK) voor maatregelen gericht op gezondheidswinst door directe emissieverlaging. Daarvoor dienen gemeenten en provincies een indicatieve berekening toe te voegen van de te bereiken emissiereductie van de belangrijkste luchtverontreinigende stoffen en van de vermeden negatieve gezondheidseffecten. Het achterliggende doel is om te kunnen beoordelen of de SPUK-aanvragen een kosteneffectieve besteding van middelen zijn. Dat wil zeggen dat de rijksbijdrage lager is dan de gezondheidswinst uitgedrukt in vermeden schadekosten.

In dit rapport beschouwen we de gezondheidsbaten van de vermindering van emissies naar lucht van stoffen op het gebied van fijnstofvorming en fotochemische smogvorming. Het gaat dan om de gezondheidsbaten van vijf stoffen:

- $PM_{10}/PM_{2.5}$;
- NO_x ;
- SO_2 ;
- NMVOC;
- NH_3 .

Daarnaast bestaan er ook nog toxische emissies, zoals benzenen of zware metalen, die (potentieel) kankerverwekkend zijn of tot andere gezondheidsschade leiden. Hoewel de schadelijkheid per kilogram uitstoot van deze stoffen dikwijls groter is dan de vijf hierboven beschouwde stoffen, zijn de emissies van deze stoffen veel lager, zodat de totale bijdrage aan de gezondheidskosten van deze stoffen ook kleiner is. Daarnaast is ook de bepaling van de schadekosten van deze stoffen aan meer wetenschappelijke onzekerheid onderhevig. Daarom worden deze stoffen niet beschouwd in deze notitie. Ook het SLA richt zich op vermindering van de concentraties fijnstof en NO_2 , conform het advies van de gezondheidsraad.

2 Milieuprijzen als gezondheidsbaten

Gezondheidsbaten van een verbeterde luchtkwaliteit kunnen worden weergegeven in diverse eenheden (RIVM, 2019): in aantal gevallen van verminderde sterfte, in gewonnen levensjaren zoals gebruikt in indicatoren zoals DALY (Disability Adjusted Life Years) of in monetaire termen. Het schatten van de gezondheidsbaten in monetaire termen is een complexe aangelegenheid waarin de keten van emissies tot gezondheidsbaten wordt opgedeeld met drie modellen:

- verspreidingsmodellen berekenen de route die emissies door het milieu afleggen en die leiden tot verhoogde concentraties in een bepaald gebied;
- concentratie-responsefuncties die de concentratie in een bepaald gebied koppelen aan gezondheidseffecten;



- waardering, waarin de gezondheidseffecten worden gewaardeerd en in een monetaire eenheid wordt uitgedrukt.

Het inschatten van gezondheidsbaten is daarmee een tijdrovende aangelegenheid met studies die meerdere jaren kunnen omvatten voor de gezondheidsbaten van een individuele stad (zie bijvoorbeeld Kings College, 2015, voor een studie naar gezondheidsbaten van schonere lucht in London).

Als een dergelijke uitgebreide studie niet mogelijk is, kan er ook met kengetallen worden gewerkt. Kengetallen geven een waardering voor een emissie door uit te gaan van gemiddelde waarden in verspreidingsmodellen, concentratie/responsefuncties en waardering. Het ‘Handboek Milieuprijzen’ van CE Delft (2017) omvat kengetallen voor meer dan 2.500 milieugevaarlijke stoffen en is door de Tweede Kamer aanbevolen om te worden gebruikt bij kosten-batenanalyses van het milieubeleid (Ministerie van I&M, 2017). De kengetallen uit het ‘Handboek Milieuprijzen’ geven de maatschappelijke waarde van emissies weer uitgedrukt in euro’s per kilogram vervuilende stof. Milieuprijzen geven daarmee de welvaartsverliezen weer die optreden als er één extra kilogram van de stof in het milieu terecht komt.

Voor de vijf stoffen die in deze studie worden beschouwd, zijn de volgende welvaartsverliezen bepaald in het ‘Handboek Milieuprijzen’:

- gezondheidsverlies: waaronder voortijdige sterfte, COPD, ziekenhuisopname, productiviteitsverlies, medicijngebruik, vermoeidheid;¹
- verlies aan biodiversiteit en natuur en daarmee samenhangende ecosysteemdiensten;
- verlies aan de kwaliteit van gebouwen en materialen.

Omdat het gezondheidsverlies veruit de grootste component voor deze vijf stoffen betreft, en omdat het SLA menselijke gezondheid als doelvariabele heeft gekozen, hebben we de milieuprijzen voor de vijf gekozen stoffen herberekend waarbij alleen de gezondheidseffecten zijn meegenomen.² Zoals in Tabel 1 te zien valt, is de milieuprijs voor deze vijf stoffen veruit voor het grootste deel bepaald door gezondheidskosten.

Tabel 1 - Gezondheidskosten en totale milieukosten (€₂₀₁₅/kg emissie)

Stof	Gezondheidskosten	Totale milieukosten ^
PM _{2,5}	€ 79,5	€ 79,5
PM ₁₀	€ 44,6	€ 44,6
NO _x	€ 22,8*	€ 25,2**
SO ₂	€ 24,0	€ 24,9
NH ₃	€ 25,9	€ 30,5
NMVOG	€ 1,94	€ 2,10

^ Bron: CE Delft, 2018.

* Gebaseerd op de onderwaarde voor gezondheidseffecten.

** Gebaseerd op de onderwaarde voor gezondheidseffecten en centrale waarde voor biodiversiteitseffecten.

¹ In totaal zijn in het ‘Handboek Milieuprijzen’ 16 gezondheidseffecten gewaardeerd, zie ook CE Delft, (2020b) voor een nadere toelichting.

² Deze informatie is niet te vinden in het ‘Handboek Milieuprijzen’ maar in deze studie berekend door uit te gaan van de berekeningen die voor het Handboek zijn uitgevoerd.

In het 'Handboek Milieuprijzen' worden centrale, onder- en bovenwaarden gerapporteerd voor de schadekosten van deze stoffen. Voor alle stoffen hebben we de centrale waarden meegenomen, behalve voor NO_x waarbij we zijn uitgegaan van de onderwaarde voor de waardering van de gezondheidseffecten. De reden om voor NO_x voor de onderwaarde te kiezen is gelegen in het feit dat in het Nederlandse 'Handboek Milieuprijzen' (CE Delft, 2017) nog niet de resultaten zijn meegenomen van de COMEAP-studie uit 2018 naar de gezondheidsschade door NO₂ (COMEAP, 2018). In de COMEAP-studie is een nadere precisering opgesteld voor de gezondheidseffecten van NO₂ en de potentiële dubbeltelling met gezondheidseffecten voor PM_{2.5} zoals die in de WHO (2013) zijn benoemd. Na het verschijnen van de COMEAP-studie schatten we thans de gezondheidseffecten voor NO_x lager in dan toen het 'Handboek Milieuprijzen' werd gepubliceerd. Zowel in het EU28 Handboek (CE Delft, 2018) als het European Handbook of External Costs (CE Delft et al., 2019) is daarom een lagere schatting voor de gezondheidseffecten van NO_x meegenomen. De onderwaarde voor NO_x uit het Nederlandse handboek ligt in lijn met deze vernieuwde schattingen en daarom adviseren we voor NO_x uit te gaan van de onderwaarde en voor de andere stoffen voor de centrale waarde.³

3 Nadere specificering gezondheidsbaten voor toepassing in het schone luchtakkoord

De in Tabel 1 genoemde milieukosten zijn voor een gemiddelde emissie op een gemiddelde locatie in Nederland in 2015. De schadelijkheid van luchtvervuilende emissies is echter geen constante, maar afhankelijk van de hoogte en locatie van uitstoot. Zo is uitstoot in dichtbevolkt gebied over het algemeen schadelijker dan uitstoot in dunbevolkte gebieden, met name als het gaat om emissies die laag bij de grond plaatsvinden, zoals in steden.

De schadelijkheid is voor elke van de vijf stoffen afhankelijk van de locatie van uitstoot, maar de variatie in schadelijkheid is het grootst voor PM₁₀/PM_{2.5}. In het Nederlandse 'Handboek Milieuprijzen' (CE Delft, 2017) is er voor PM_{2.5} een differentiatie ingevoerd voor emissies afkomstig van wegverkeer en voor industrie en elektriciteitscentrales met schoorstenen groter dan 100 meter. Zoals vermeld in het Handboek ging het bij de waardering voor verkeersemissies om voorlopige waarden die later zijn aangepast in het 'Handbook of External Costs of Transport' voor de Europese Commissie (CE Delft et al., 2019). In dit handboek is een inschatting gemaakt van de schadelijke effecten van transportemissies voor diverse Europese landen. De methodiek van dit handboek is gebaseerd op het Handboek Milieuprijzen, maar er zijn een aantal andere uitgangspunten gehanteerd (bijvoorbeeld de waardering van ziekte) waardoor de resultaten niet 1-op-1 te vertalen zijn.

³ Deze onderwaarde is opgesteld als volgt: voor fijnstofvorming en verzuring nemen we de centrale waarde uit het Handboek Milieuprijzen. Voor de effecten van NO₂ (geteld bij het thema smogvorming), gaat het 'Handboek Milieuprijzen' uit van een Relative Risk van 1,017 (CE Delft, 2017) voor mortaliteit na correctie voor de dubbeltelling. Na de COMEAP-studie (2018) hanteren we een andere berekeningswijze die uitgaat van een RR van afgerond 1,0076 (zie CE Delft, 2020a voor toelichting). Dit betekent dat de centrale waarde voor het thema smogvorming nog ruim 40% bedraagt (7,6/17) van de gerapporteerde centrale waarde uit het 'Handboek Milieuprijzen' op het thema smogvorming (dat was € 18,70 en wordt € 8,3. Als deze waarde wordt opgeteld bij de centrale waarden van fijnstofvorming (€ 14,5) en verzuring (€ 1,4) dan blijft er een totale milieuprijs over van € 24,2, oftewel vrijwel gelijk met de onderwaardering uit het 'Handboek Milieuprijzen' (dat was € 24,1). Gemakshalve adviseren we bedrijven en overheden daarom om gebruik te maken van de onderwaarde voor NO_x.



Daarnaast is er ook in tal van studies, zoals Defra (2020), UBA (2019) en Humbert et al. (2011) gekeken naar de gezondheidsschade van emissies op verschillende hoogte. Een nadeel van deze literatuur is evenwel dat dit berekeningen betreffen voor de situatie in, respectievelijk, het Verenigd Koninkrijk, Duitsland en de Verenigde Staten, waarbij emissies zich anders verspreiden dan in de Nederlandse situatie.

In overleg met de opdrachtgever en de planbureaus is besloten dat het op dit moment aan te bevelen is om uit te gaan van de gemiddelde waardes uit het 'Handboek Milieuprijzen' en deze te verbijzonderen voor emissies op lage uitstoothoogte (0 tot 2 meter, voornamelijk wegverkeer) op basis van de cijfers uit het 'Handboek External Costs of Transport'. In Bijlage 0 staat beschreven hoe wij dat hebben gedaan. Daarnaast bestond er de wens om voor PM_{2.5} ook rekening te houden met de effecten van emissies op gemiddelde hoogte (2-20 meter), zoals emissies van verwarmingstoestellen in de gebouwde omgeving en verkeersemissies op grotere hoogte (zoals bij cruiseschepen). Op basis van andere studies Defra, (2020); UBA, (2019); Humbert et al., (2011) en initiële modelberekeningen van het RIVM zien wij dat er een gemiddelde relatie van ongeveer 0,7 bestaat tussen schadelijkheid van verkeersemissies op 1 meter hoogte en uitstoot op 10 meter hoogte. Om deze reden stellen wij voor om de schadelijkheid van PM₁₀/PM_{2.5}-emissies voor een uitstoothoogte op 0,7 van de verkeersemissies vast te stellen.

De voorgestelde waarden worden weergegeven in Tabel 2, waarbij we voor uitstoot op de hoogte 20-100 meter zijn uitgegaan voor de gemiddelde waarden uit het 'Handboek Milieuprijzen', voor uitstoot op >100 meter hoogte voor de waarde voor elektriciteitscentrales uit het 'Handboek Milieuprijzen' en voor de andere hoogten de berekeningen hebben uitgevoerd, zoals in Bijlage 0 bepaald.

Tabel 2 - Gezondheidskosten voor PM_{2.5}-emissies (€₂₀₁₅/kg emissie) afhankelijk van plaatsgrootte en uitstoothoogte

Uitstoothoogte Aantal inwoners	0-2 meter	2-20 meter	20-100 meter	>100 meter
<50.000	83,6	79,5	79,5	36,6
50.000-150.000	103,3	79,5	79,5	36,6
150.000-300.000	147,9	103,5	79,5	36,6
300.000-500.000	223,8	156,7	79,5	36,6
>500.000	378,9	265,2	79,5	36,6

Aan de hand van inflatiecorrectie (Geharmoniseerde Consumenten Prijsindex van het CBS) zijn de waarden uit 2015 omgerekend naar de geldwaarde uit het jaar 2020.

Benadrukt moet worden dat deze waarden inherent onzeker zijn. De onzekerheid spitst zich met name toe op twee terreinen:

1. De waarde voor NO_x is op dit moment vastgesteld zonder rekening te houden met de grote variatie die er in schadelijkheid kan ontstaan afhankelijk van de vraag of de uitstoot in stedelijke omgeving plaatsvindt of in landelijke omgeving waar de jaarlijks gemiddelde concentratie van NO₂ zich meestal onder de 20 µg/m³ plaatsvindt. Ook zal in praktijk de hoogte van de uitstoot invloed hebben op de totale schadelijkheid. Het bleek in het kader van de huidige opdracht niet mogelijk te zijn om de schadelijkheid van NO₂ verder te differentiëren zonder nieuwe aanvullende berekeningen uit te voeren.

2. De waarde voor fijnstof is daarbij ook indicatief. Veel hangt namelijk af van de vraag of het fijnstof blijft hangen of dat het verwaaid en/of neerslaat. Dat hangt niet alleen af van het weer, maar ook van het soort bebouwing waarin het fijnstof al dan niet kan blijven 'hangen'. Zonder een specifiek verspreidingsmodel te hanteren voor elke bron van emissie in Nederland blijft het moeilijk om de precieze impact van een emissie op een locatie in Nederland in te schatten.

Het kan de aanbeveling verdienen om in een later stadium een preciezere inschatting te maken van de locatiespecifieke schadelijkheid van NO₂ en fijnstof die varieert tussen de uitstoothoogte van diverse soorten bronnen.⁴

4 Tool om de gezondheidsbaten te berekenen

Met de waarden uit het voorgaande hoofdstuk kunnen we bepalen wat de gezondheidsbaten zijn van emissieverlagendemaatregelen. Daartoe hebben we een tool ontwikkeld.

De tool bestaat uit vier bladen:

1. Een voorblad.
2. De tool.
3. Berekeningen.
4. Bronnen.

De bladen 'Tool' en 'Berekeningen' lichten we hierna toe.

4.1 Tool

Op het blad 'Tool' kan de gebruiker de bespaarde emissies per jaar invullen, en aangeven op welke locatie en welke hoogte de emissies worden bespaard. Vervolgens worden de resultaten, namelijk de gezondheidsbaten, op hetzelfde tabblad getoond. Om de gebruiker te helpen is dit blad voorzien van een invulinstructie. Deze is ook te vinden in Tekstbox 1. De invulinstructie geeft nadere details om de informatie goed in te vullen en te interpreteren.

Eerst kunnen vier keuzes gemaakt worden over de eigenschappen van het project, namelijk:

1. Of de gebruiker gegevens heeft voor PM_{2,5} of PM₁₀.
2. Op welke hoogte de emissies plaatsvinden (schoorsteenhoogte).
3. Hoeveel inwoners de stad of plaats heeft waar het project plaatsvindt.
4. Hoe lang er emissies zullen worden bespaard.

Vervolgens kan de gebruiker voor vijf stoffen aangeven hoeveel emissies van die stof worden bespaard per jaar.

De resultaten geven de gezondheidsbaten weer, zowel per stof als in totaal. Dit wordt zowel per jaar berekend als over de periode die de gebruiker zelf heeft aangegeven. In het geval dat de emissies over meerdere jaren worden bespaard, worden de toekomstige besparingen verdisconteerd met een discontovoet van 2,25% conform de aanbevelingen van de Werkgroep Discontovoet.

⁴ Naast uitstoothoogte kan ook de temperatuur en snelheid van uitstoot een rol spelen in de verspreiding van emissies.

Tekstbox 1 - Invulinstructie bij de rekentool

Invulinstructie

1. Eigenschappen van het project

De volgende keuzes gaan om informatie over het project waarmee emissies worden bespaard.

a. Besparingen voor PM₁₀ of PM_{2.5}.

U kunt kiezen of u de bespaarde emissies PM_{2.5} of PM₁₀ wilt invullen. Als u beide beschikbaar heeft, kiest u voor PM_{2.5}.

b. Emissiehoogte

Geef hier aan op welke hoogte de emissies worden uitgestoten. Het gaat hierbij bijvoorbeeld om de schoorsteenhoogte. Indien het gaat om meerdere schoorstenen neemt men een gemiddelde schoorsteenlengte.

c. Aantal inwoners

Geef hier aan hoeveel inwoners de stad of plaats heeft waar het project plaats vindt. Het gaat hierbij nadrukkelijk om de bevolkingsomvang van de stad of het dorp, in tegenstelling tot de omvang van de administratieve gemeente of provincie.

d. Termijn

Geef hier aan voor hoeveel jaren er sprake is van verminderde emissies. Bij meer dan 20 jaar gaan we uit van de gezondheidsbaten over de eerste 20 jaar van de levensduur.

2. Bespaarde emissies

Voor elk van de stoffen die hier aangegeven staat kunt u hier de bespaarde emissies invullen in kilogram per jaar. Weet u het niet, of is een stof niet van toepassing, vul dan een 0 in.

3. Totale gezondheidsbaten

Hier vindt u de berekende totale gezondheidsbaten van de door u ingevulde bespaarde emissies, zowel per jaar als voor de periode die u eerder heeft aangegeven.

4. Gezondheidsbaten per stof

Hier vindt u de berekende gezondheidsbaten per stof waarvoor u de bespaarde emissies heeft ingevuld.

4.2 Berekeningen

Het blad 'Berekeningen' geeft de gebruikte milieuprijzen, inname fracties, en berekeningen weer om tot de totale gezondheidsbaten te komen.

Eerst geven we de gebruikte milieuprijzen weer, welke afkomstig zijn van het 'Handboek Milieuprijzen' (CE Delft, 2017) en de omrekeningen zoals in Hoofdstuk 3 beschreven. Dit geeft de gezondheidskosten in euro's weer voor één kilogram van de betreffende stof.

Vervolgens geven we een overzicht van de gedifferentieerde milieuprijs voor fijnstof. Deze milieuprijzen zijn gedifferentieerd naar de emissiehoogte en naar de omvang van de stad of plaats waarin de emissies worden bespaard.

De laatste tabel geeft de berekening van de totaal bespaarde emissies per stof weer. Deze worden vervolgens ook weergegeven op het tabblad 'Tool'.

5 Illustratief voorbeeld

In dit hoofdstuk geven we een illustratief voorbeeld voor het gebruik van de gezondheidsbatentool door middel van een casus.

De casus gaat over het aanleggen van een voorziening voor walstroom in een hypothetische Nederlandse haven waar elk jaar 30 cruiseschepen aanleggen die ieder 10 uur in de haven blijven liggen. Elk van deze cruiseschepen heeft ook een walstroomaansluiting. Het plan is om één walstroomvoorziening in de haven te installeren, waar elk van deze cruiseschepen gebruik van kan maken. Hierdoor worden emissies bespaard, omdat de walstroom minder vervuילend is dan de hulpmotoren van de cruiseschepen die op dit moment gebruikt worden als het schip in de haven ligt. De bespaarde emissies kunnen we vervolgens gebruiken om de gezondheidsbaten uit te rekenen in de tool.

In Tabel 3 is de berekening van deze hypothetische casus weergegeven. Uitgaande van 30 schepen die op jaarbasis de haven aandoen, een ligduur van 10 uur en een geschat elektriciteitsverbruik van 700 kW per uur, kan worden berekend wat het totale energieverbruik is van de walstroomunit. Met behulp van emissiefactoren voor NO_x en $\text{PM}_{2.5}$, voor zowel de walstroom als de hulpmotor die anders zou worden gebruikt, geven we de potentieel bespaarde emissies weer. De emissiefactoren, uitgedrukt in grammen uitstoot per kWh, zijn gepubliceerd in een rapport van CE Delft, evenals het energieverbruik per uur van een cruiseschip (CE Delft, 2020c). Met het aantal aangegeven schepen en aanlegtijd, komen we tot een emissiebesparing van bijna 16.000 kg NO_x , en ruim 400 kg $\text{PM}_{2.5}$.

De rest van de berekening kan worden gedaan met de tool. Daarin maken we eerst de keuze voor $\text{PM}_{2.5}$, een uitstoothoogte van 2 tot 20 meter, en een levensloop van meer dan 20 jaar. Bij de bespaarde emissies vullen we NO_x - en $\text{PM}_{2.5}$ -emissies in die in Tabel 3 zijn berekend. De overige stoffen laten we leeg. Verder laten we de berekening van de gezondheidsbaten zien voor een haven in een plaats met meer dan 500.000 inwoners en een plaats met minder dan 50.000 inwoners. Bij de totale gezondheidsbaten over de levensduur gaan we uit van een levensduur van 20 jaar en worden de jaarlijkse baten verdisconteerd met een rentevoet van 2,25% conform de recente aanbeveling van de Werkgroep Discontovoet (2020)

Met deze input komen we tot een jaarlijkse gezondheidsbaat van € 424.208 tot € 507.260, afhankelijk van de omvang van de stad waar de haven zich bevindt. Het grootste deel hiervan bestaat uit gezondheidsbaten door bespaarde NO_x -emissies, omdat de hulpmotoren van cruiseschepen erg veel NO_x -emissies uitstoten. Over de gehele levensduur van het walstroompunt kunnen de gezondheidsbaten oplopen tot € 6.924.302 in een kleine stad of plaats, en tot € 8.279.953 in de grootste steden.

Bij een eenmalige subsidie van € 1,5 miljoen voor de aanleg van het walstroompunt kan de subsidie binnen vier jaar worden terugverdiend met de opgebrachte gezondheidsbaten, in de kleinste plaatsen (€ 1,5 mln./€ 424.208). Met een levensloop van minstens 4 jaar kan een dergelijke subsidie zo goed mogelijk terugverdiend worden door middel van bespaarde welvaartskosten op het gebied van gezondheid. In grotere steden kan de investering nog sneller worden terugverdiend.

Tabel 3 - Illustratieve berekening gezondheidsbaten bij aanleg van walstroom

Bespaarde emissies		
Gegevens hypothetische haven		
Aantal schepen	30	
Gemiddelde aanlegtijd	10 uur	
Energieverbruik per uur per schip	7.000 kWh	
Totale energieverbruik	2,1 miljoen kWh/jaar	
NO_x-emissies		
Met hulpmotor (8 g/kWh)	16.800 kg	
Met walstroom (0,46 g/kWh)	966 kg	
Bespaarde NO _x -emissies	15.834 kg	
PM-emissies		
Met hulpmotor (0,22 g/kWh)	462 kg	
Met walstroom (0,022 g/kWh)	46 kg	
Bespaarde PM-emissies	416 kg	
Gezondheidsbaten		
Project eigenschappen		
Data voor PM _{2.5} of PM ₁₀ ?	PM _{2.5}	
Uitstoothoogte	2-20 meter	
Duur emissiebesparing	Meer dan 20 jaar	
Aantal inwoners	Zie bandbreedte hieronder	
Gezondheidsbaten per jaar		
	<50.000 inwoners	>500.000 inwoners
PM _{2.5}	€ 35.570	€ 118.622
NO _x	€ 388.638	€ 388.638
Totaal	€ 424.208	€ 507.260
Gezondheidsbaten over levensduur (netto contante waarde)		
	<50.000 inwoners	>500.000 inwoners
PM _{2.5}	€ 580.602	€ 1.936.253
NO _x	€ 6.343.700	€ 6.343.700
Totaal	€ 6.924.302	€ 8.279.953

Literatuur

- CE Delft, 2017. Handboek Milieuprijzen 2017 : Methodische onderbouwing van kengetallen gebruikt voor waardering van emissies en milieu-impacts. Delft, CE Delft.
- CE Delft, 2018. Environmental Prices Handbook EU28 version : Methods and numbers for valuation of environmental impacts. Delft, CE Delft.
- CE Delft, 2020a. Further explanation of methods used for monetizing impacts from air pollution Delft, CE Delft.
- CE Delft, 2020b. Health costs of air pollution in European cities and the linkage with transport. Delft, CE Delft.
- CE Delft, 2020c. Stimulering van walstroomb. Delft, CE Delft.
- CE Delft, INFRAS, TRT & Ricardo, 2019. Handbook on the external costs of transport version 2019. Brussels, European Commission.
- COMEAP, 2018. Associations of long-term average concentrations of nitrogen oxide with mortality. Chilton, Committee on the Medical Effects of Air Pollutants (COMEAP).
- Defra. 2020. *Guidance Air quality appraisal: damage cost guidance Updated 1 July 2020* [Online]. London: Department of Environment, Food and Rural Affairs (Defra). Available: <https://www.gov.uk/government/publications/assess-the-impact-of-air-quality/air-quality-appraisal-damage-cost-guidance> [Accessed].
- Humbert, Marshall, Shaked, Spadaro, Nishioka, Preiss, McKone, Horvath & Jolliet, 2011. Intake Fraction for Particulate Matter: Recommendations for Life Cycle Impact Assessment. *Environmental Science and Technology*, 45, 4808-4816.
- Ministerie van I&M, 2017. Milieubeleid; Brief regering d.d. 4 september 2017; Werkwijzer voor maatschappelijke kosten-batenanalyses op het gebied van milieu, kst-28663-70. Den Haag, Tweede Kamer der Staten-Generaal.
- UBA, 2019. Methodenkonvention 3.0 zur Ermittlung von Umweltkosten - Kostensätze Stand 02/2019. Dessau Roßlau, Umweltbundesamt (UBA).
- Werkgroep Discontovoet, 2020. Rapport Werkgroep discontovoet 2020. Den Haag, Ministerie van Financiën.
- WHO, 2013. Health risks of air pollution in Europe - HRAPIE project. Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. Geneva, World Health Organization (WHO).



A Differentiatie van waarden voor PM_{2.5} en PM₁₀

Uitgangspunt zijn de waarden zoals die zijn gerapporteerd voor Nederland in het 'Handbook of External Costs of Transport' voor PM_{2.5}. Tabel 4 geeft deze waarden. In het 'Handbook of External costs of Transport' is echter met een hogere waarde voor een verloren levensjaar (VOLY) gerekend dan in het Nederlandse Handboek. Als we de PM_{2.5} gezondheidskosten lineair schalen met het verschil in VOLY krijgen we een onderverdeling in gezondheidschade van PM_{2.5}-emissies door het wegverkeer die consistent is met de waardering uit het 'Handboek Milieuprijzen'.

Tabel 4 - Herberekening van waarden uit het 'Handboek External Costs of Transport' voor PM_{2.5} uitgestoten door het wegverkeer naar de VOLY-waarde

	VOLY	Metropolitan*	City**	Rural***
<i>Eenheid</i>	€	€/kg PM _{2.5}	€/kg PM _{2.5}	€/kg PM _{2.5}
Handbook External Costs Transport	84.606	458	148	101
Herberekende waarde Handboek Milieuprijzen	70.000	378,9	122,5	83,6

* Metropolitan geldt voor steden >0,5 miljoen inwoners. Urban geldt voor alle steden die kleiner zijn dan dat. In de praktijk komt dit neer op steden van meer dan 50.000 inwoners, conform de definitie van steden in OECD. Rural geldt voor emissies in buitengebieden en kleinere dorpen.

Het valt op dat er een grote spreiding zit, met name tussen de waarden voor 'Metropolitan' en 'City'. Dat komt omdat er een groot verschil zit in inwonertal: terwijl de categorie 'Metropolitan' geldt voor steden groter dan 500.000 inwoners, geldt de categorie 'City' voor alle steden tussen 50.000 en 500.000 inwoners.

Om een meer gedifferentieerde onderverdeling te maken hebben we gekeken naar de gemeentegrootte in inwonertal volgens het CBS. We hebben de inwoners van Nederland onderverdeeld in vijf grootteklassen van steden. De bijbehorende inwoners zijn voor het jaar 2019 en afkomstig van CBS. De milieuprijs per stedegrootte op basis van Tabel 4 is weergegeven in Kolom 3. Kolom 4 bevat een berekening wat de totale schade zou zijn als elke inwoner 1 kg PM_{2.5} zou uitstoten rekening houdend met het verschil in schadelijkheid naar woonplaats. Vervolgens hebben we gekeken of we de tussenwaarde van € 122,50 per kg emissie voor de gemeenten tussen de 50.000 en 500.000 inwoners konden onderverdelen naar gemiddeld inwonertal (zoals gegeven in de laatste kolom). Op deze geschaalde waarde is een correctiefactor toegepast van 0,97 voor de tussenklassen om de totalen aan elkaar gelijk te krijgen.

Tabel 5 geeft de uitkomst van deze som.

Tabel 5 - Toedeling van de schadekosten uit de categorie 'City' over diverse grootteklassen van steden in

Stedegrootte	Inwonertal (CBS, 2019)	Milieuprijs verkeer	€mio schade (kg*cap)	Geschaalde milieuprijs	Mio schade (kg*cap)	Gemiddelde inwoners per gemeente
	1	2 (€/kg ₂₀₁₅)	1x2=3	4 (€/kg ₂₀₁₅)	1x3=5	
Meer dan 500.000	2.045.416	€ 378,9	775,0	€ 378,90	775,0	681.805
300.000 tot 500.000	352.866	€ 122,5	43,2	223,8	79,0	352.866
150.000 tot 300.000	2.511.280	€ 122,5	307,6	147,9	371,5	179.377
50.000 tot 150.000	5.179.615	€ 122,5	634,5	103,3	534,9	77.308
Minder dan 50.000	7.192.986	€ 83,6	601,3	€ 83,60	601,3	26.641
Totaal	17.282.163		2.361,7		2.361,7	

De geschaalde prijs is vervolgens toegepast in de tool voor de emissies op een uitstoothoogte van 0-2 meter.

Voor emissies met een uitstoothoogte van 2-20 meter is verondersteld dat deze 0,7 bedragen van de verkeeremissies. Bij het gebruik van deze factor zouden de gezondheidskosten per kg emissies voor emissies in dorpen en steden onder de 150.000 inwoners onder de gemiddelde waarde voor $PM_{2.5}$ uitkomen – hetgeen het vreemde resultaat zou opleveren dat emissies in schoorstenen tot 20 meter dan lager gewaardeerd zouden worden dan emissies in schoorstenen hoger dan 20 meter. Daarom hebben we in deze gevallen het gemiddelde cijfer genomen.

Voor de gezondheidsschade van emissies van PM_{10} is verondersteld dat lineair kunnen worden geschaald met de gemiddelde schadekosten voor PM_{10} ten opzichte van $PM_{2.5}$ voor alle uitstootcategorieën uit Tabel 5.