

Princetonlaan 6
Postbus 80015
3508 TA Utrecht

www.tno.nl

T +31 30 256 42 56
F +31 30 256 44 75
wegwijzer@tno.nl

TNO-034-UT-2010-01108_RPT-ML

Verbetering en onderbouwing van de emissiekenmerken van individueel en collectief geregistreerde bronnen

Datum	10 juni 2010
Auteur(s)	Ir. R. Dröge Ir. J.H.J. Hulskotte Ir. A.J.H. Visschedijk Ing. B.I. Jansen Ir. D.C. Heslinga
Opdrachtgever	Planbureau voor de Leefomgeving Bilthoven T.a.v. de heer J. Aben Postbus 303 3720 AH BILTHOVEN
Projectnummer	034.84291/01.01
Aantal pagina's	111 (incl. bijlagen)

Alle rechten voorbehouden. Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de Algemene Voorwaarden voor onderzoeksopdrachten aan TNO, dan wel de betreffende terzake tussen de partijen gesloten overeenkomst.

Het ter inzage geven van het TNO-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

© 2010 TNO

Inhoudsopgave

1	Inleiding	5
2	Individueel geregistreerde emissiebronnen	7
2.1	Introductie.....	7
2.2	Methode.....	7
2.2.1	Selectie van bedrijven.....	7
2.2.2	Contact met bedrijven.....	8
2.2.3	Verwerking van de gegevens.....	9
2.3	Resultaten	14
3	Collectief geregistreerde emissiebronnen	17
3.1	Introductie.....	17
3.2	Methode.....	17
3.3	Resultaten per LED sector	17
	1100: Industrie - Voedings- en genotmiddelen.....	19
	1300: Industrie - Chemie	23
	1400: Industrie - Bouwmaterialen	27
	1500: Industrie - Basismetaal.....	31
	1700: Industrie - metaalbewerking	35
	1800: Industrie - overig.....	37
	2100: Energie - Productie	41
	2200: Energie - Winning en distributie.....	43
	3100: Verkeer - Wegverkeer, verbranding en slijtage	45
	3210: Verkeer - Mobiele werktuigen, landbouw	47
	3220: Verkeer - Mobiele werktuigen, bouw	49
	3230: Verkeer - Mobiele werktuigen, overig.....	51
	3600: Verkeer - Luchtvaart.....	53
	3700: Verkeer - Railverkeer.....	57
	3850: Verkeer - Scheepvaart, visserij	59
	3860: Verkeer - Scheepvaart, binnenscheepvaart.....	61
	3871: Verkeer - Scheepvaart, zeescheepvaart op NCP.....	63
	3872: Verkeer - Scheepvaart, binnengaatse zeescheepvaart.....	65
	3873: Verkeer - Scheepvaart, stilliggende zeeschepen	67
	3880: Verkeer - scheepvaart, recreatievaart.....	69
	4110: Landbouw - Veehouderij, stallen.....	71
	4130: Landbouw - Veehouderij, beweiding.....	75
	4140: Landbouw - Veehouderij, mestaanwending	75
	4200: Landbouw - Aanwending kunstmest	75
	4300: Landbouw - Kassenverwarming	77
	4600: Landbouw - Overig.....	81
	5100: Afvalverwerking	85
	6100: Handel, Diensten en Overheid - RWZI's	87
	6200: Handel, Diensten en Overheid - Winning en distributie drinkwater.....	89
	6400: Handel, Diensten en Overheid - Overig.....	91
	7100: Bouw.....	99
	8100: Consumenten - Vuurhaarden	101
	8200: Consumenten - Overig.....	105
4	Conclusie	109
5	Ondertekening	111

1 Inleiding

Voor het modelleren van luchtkwaliteit worden door het Planbureau voor de Leefomgeving verspreidingsmodellen zoals OPS ingezet. Hierbij dienen de ruimtelijk verdeelde emissies uit de Emissieregistratie als invoer. Het blijkt dat met name op lokale schaal de modelresultaten zeer gevoelig zijn voor de effectieve emissiehoogte.

Om de modelresultaten te verbeteren, moet de effectieve emissiehoogte zo nauwkeurig mogelijk worden bepaald. Hiervoor heeft het Planbureau voor de Leefomgeving opdracht gegeven aan TNO om de emissiekenmerken van individuele en collectieve bronnen te verbeteren. Het doel van dit project was het realiseren van een database waarin voor alle emissiebronnen een goede emissiekenmerk beschikbaar is. Deze emissiekenmerken bevatten informatie over uitwerphoogte en warmte inhoud per bron.

Dit rapport beschrijft de activiteiten die zijn uitgevoerd door TNO voor het schatten van de directe uitwerphoogte en warmte emissies voor de individuele en collectieve emissies. Het bepalen van de emissiekenmerken voor individueel geregistreerde puntbronnen wordt in hoofdstuk 2 beschreven en voor de collectieve bronnen in hoofdstuk 3. De bijgeleverde database omvat alle data ten behoeve van de verspreidingsmodellen.

2 Individueel geregistreerde emissiebronnen

2.1 Introductie

De emissies van de individueel geregistreerde bedrijven werden tot nu toe gelokaliseerd op één coördinaat per gesommeerde emissie van het bedrijf. Deze emissies komen echter vrij uit diverse processen op verschillende hoogtes en locaties.

In dit hoofdstuk is uitgewerkt hoe de emissiekenmerken per bedrijf zijn bepaald.

2.2 Methode

Voor het bepalen van de emissiekenmerken per bedrijf is contact opgenomen met de bedrijven zelf. Allereerst is bepaald van welke bedrijven emissiekenmerken geformuleerd moeten worden. Bedrijven zonder emissies van relevante stoffen zijn niet meegenomen in de selectie. Ook zijn bedrijven, die eenmalig zijn geregistreerd en in toekomstige jaren niet meer terug zullen komen in de ER, niet meegenomen in de selectie. Op deze manier is een selectie gemaakt van de bedrijven waarvan de emissies worden meegenomen in de verspreidingsmodellering. Met deze bedrijven is contact opgenomen en de gegevens zijn verwerkt. In het vervolg van dit hoofdstuk is dit in meer detail uitgewerkt.

2.2.1 *Selectie van bedrijven*

De selectie van bedrijven is gebaseerd op de bedrijven die zijn opgenomen in de ERI in een of meer jaren in de periode 2004-2006. Alleen bedrijven die emissies van SO₂, NO_x, NH₃, PM₁₀, PM_{2,5}, CO of benzeen hebben gerapporteerd in het eMJV zijn meegenomen in de selectie. Dit zijn in totaal 486 bedrijven. Echter, bedrijven waarvan de emissies eenmalig zijn bepaald (buiten het eMJV om) zijn niet meegenomen in deze selectie, omdat de emissies van deze bedrijven in de toekomst niet meer individueel worden opgenomen in de emissieregistratie. In totaal blijven er 397 bedrijven over.

Deze lijst met bedrijven is in een later stadium nog aangepast, omdat voor de nieuwste GCN kaarten de emissies uit 2007 zijn gebruikt. De volgende bedrijven zijn toegevoegd:

- Bedrijven die in 2007 voor het eerst een MJV hebben ingediend (14 bedrijven).
- Bedrijven die wel individueel zijn opgenomen in de Emissieregistratie via een aparte registratie en niet via het eMJV, waaronder op- en overslag bedrijven (22 bedrijven)
- Bedrijven die in 2007 NMVOS hebben gerapporteerd, maar geen van de andere stoffen welke hierboven werden genoemd (17 bedrijven).
- Bedrijven die intussen gesloten zijn, maar over 2007 nog wel een eMJV hadden ingediend (3 bedrijven)

Verder zijn er bedrijven uiteindelijk niet opgenomen, omdat deze na 2006 geen eMJV meer hebben ingediend en niet relevant waren voor het maken van de GCN kaarten (9 bedrijven).

In totaal zijn de emissiekenmerken van 444 bedrijven bepaald, waarvan 397 bedrijven een brief hebben gekregen. Van de overige bedrijven zijn de

emissiekaracteristieken op andere wijze bepaald (zoals omschreven in de komende paragrafen).

2.2.2 *Contact met bedrijven*

Eind november is de eerste lichting brieven gestuurd naar 379 bedrijven. Deze bedrijven hebben een eMJV ingediend en zijn niet de grootste bedrijven in de lijst. Naast een toelichting en een verzoek om medewerking, was aan deze brief een aantal bijlagen toegevoegd. Per bedrijf is een lijst toegevoegd met de installaties die zij in het MJV hebben gerapporteerd, de emissiepunten zoals deze rond 1995 in de ERI bekend waren en een invultabel voor het emissiepercentage per schoorsteen. Deze tabellen zijn gebruikt bij verdere communicatie over de schoorstenen die de bedrijven hebben staan.

Na twee weken is gestart met het telefonisch contact met de bedrijven. De bedrijven is gevraagd toe te lichten welke schoorstenen bij de MJV installaties horen. Indien er meerdere schoorstenen bij een MJV installatie horen, dan is de bedrijven gevraagd om een verdeling van de emissies over de emissiepunten. Verder is gevraagd om een hoogte en warmte inhoud.

Eind januari is er een brief gestuurd naar 18 grote bedrijven. In tegenstelling tot de kleinere bedrijven, hebben deze bedrijven geen bijlagen gekregen. Deze bedrijven is gevraagd of zij deze informatie al voor andere doeleinden beschikbaar hebben, zoals voor de vergunningverlening of voor eigen modellen van de luchtkwaliteit. Hierna zijn ook deze bedrijven telefonisch benaderd.

Het bereiken van de bedrijven en het verkrijgen van de informatie bleek veel tijd te kosten. Soms was er bijvoorbeeld wel contact geweest en een toezegging de informatie toe te sturen, maar bleef dit uit. In Tabel 1 wordt weergegeven in hoeverre de bedrijven zijn bereikt en informatie van hen is verkregen.

Zoals omschreven in paragraaf 2.2.1 is de selectie met 56 bedrijven uitgebreid en met 9 bedrijven verminderd. Deze extra bedrijven zijn niet per brief benaderd, maar hiervoor is direct een inschatting van de emissiekaracteristieken gemaakt. Deze bedrijven zijn ook in Tabel 1 opgenomen.

Tabel 1: Contact met bedrijven

Contact	Absoluut	Procentueel
Informatie geheel of deels van bedrijf gekregen	132	29,7%
Contact gehad, maar informatie volgt niet	101	22,7%
Weigert	15	3,4%
Juiste persoon niet bereikt	86	19,4%
Gesloten	10	2,3%
Direct eigen schatting	100	22,5%
Totaal	444	100,0%

2.2.3 *Verwerking van de gegevens*

Alle informatie over schoorstenen is verwerkt in een lijst met karakteristieken (coördinaten, hoogte en warmte inhoud). Met behulp van de emissiecijfers uit het eMJV is een procentuele verdeling van de emissies over de schoorstenen berekend. Hiervoor zijn de emissiecijfers van 2007 gebruikt, om een zo recent mogelijke situatie van het bedrijf op te nemen in de emissiekarakteristieken. In het eMJV worden geen emissies van PM_{2,5} gerapporteerd, maar deze worden in de ER berekend als percentage van PM₁₀, waarbij het gebruikte percentage afhankelijk is van de emissiebron. Daarom is besloten om voor PM_{2,5} eenzelfde procentuele emissieverdeling aan te houden als voor PM₁₀.

Niet altijd kon alle informatie worden verkregen. Sommige bedrijven wilden niet meewerken of waren moeilijk bereikbaar en andere bedrijven konden niet op alle vragen antwoord geven. Vooral de warmte inhoud was voor veel bedrijven onbekend. Soms kon een schatting gemaakt worden met behulp van de temperatuur en het debiet. In andere gevallen is de warmte inhoud geschat met behulp van de energie uit de brandstof, het aantal draaiuren en een aanname van het rendement van de ketel.

Bedrijven waarvan helemaal geen gegevens zijn binnengekomen zijn door TNO geschat. Hierbij is gebruik gemaakt van de installaties in het MJV en de emissiepunten zoals deze rond 1995 bekend waren in de ERI (individuele emissieregistratie). Indien nodig werden aannamen gedaan. In het vervolg van dit hoofdstuk is weergegeven welke prioriteit is aangehouden bij de bepaling van de emissiehoogte en de warmte inhoud en is weergegeven welke aannamen hierbij zijn gedaan. In Tabel 2 en Tabel 6 is aangegeven op welke manier voor hoeveel bedrijven de emissiekarakteristieken zijn bepaald.

2.2.3.1 *Bepaling emissiehoogte en coördinaten*

Het bepalen of schatten van de emissiehoogte en de coördinaten kan op meerdere manieren. Om de kwaliteit van de berekende cijfers zo hoog mogelijk te houden, is de volgende prioriteit van methodiek toegepast. In Tabel 2 wordt bij iedere methodiek aangegeven voor hoeveel bedrijven dit is gebruikt.

1. Opgave van het bedrijf

Veel bedrijven hadden informatie over de hoogte van de emissiepunten beschikbaar. De opgave van de bedrijven is direct overgenomen (na controle op waarschijnlijkheid van de getallen). Indien de hoogte van de schoorsteen in het eMJV is genoemd, dan kon deze hoogte worden gebruikt (indien nodig). Ook de coördinaten zijn door de bedrijven opgegeven (ofwel door deze opnieuw op te geven, of door de oude ERI coördinaten te bevestigen).

2. Cijfers uit de ERI van 1995

Indien bedrijven niet wilden meewerken, of er geen contact kon worden gelegd, is de emissiehoogte bepaald met behulp van de cijfers uit de ERI. De naam van de installatie in het eMJV is vergeleken met de naam van de installatie of schoorsteen in de ERI. Indien deze namen gelijk waren, is de emissiehoogte uit de ERI overgenomen. Ook de coördinaten zijn overgenomen uit de ERI.

3. Cijfers uit de ERI van 1995, gecombineerd met een schatting

Het was niet in alle gevallen mogelijk om alle installaties terug te vinden in de ERI van 1995. In dat geval is allereerst de emissiehoogte overgenomen van de installaties die wel terug te vinden waren in de ERI. Voor de overige installaties is de volgende prioriteit aangehouden:

- Indien de installatie een verwarming betreft, is aangehouden dat de uitlaat van deze verwarming boven op het dak staat met een hoogte van ongeveer 10 meter.
- Indien de genoemde emissies in het eMJV stofemissies betreft die vrijkomen bij aanvoer van grondstoffen (laden en lossen), dan is een hoogte van 5 meter aangehouden.
- In overige gevallen is een gemiddelde emissiehoogte aangehouden van de emissiepunten waarvan de hoogte uit de ERI is overgenomen.

4. Schatting van de emissiehoogte

In sommige gevallen kon de emissiehoogte niet verkregen worden bij de bedrijven en was deze informatie ook niet beschikbaar in de ERI. In dat geval is een eigen schatting gemaakt van de emissiehoogte. Hierbij is de volgende prioriteit aangehouden:

- Indien de installatie een verwarming betreft, is aangehouden dat de uitlaat van deze verwarming boven op het dak staat met een hoogte van ongeveer 10 meter.
- Indien de genoemde emissies in het eMJV stofemissies betreft die vrijkomen bij aanvoer van grondstoffen (laden en lossen, met vrachtwagen of vrachtschip), dan is een hoogte van 5 meter aangehouden.
- In overige gevallen is de emissiehoogte aangehouden die in de bijbehorende bijschatting wordt gebruikt (zie hoofdstuk 3, LED codes 1100 t/m 2200).

De coördinaten van deze emissiepunten zijn bepaald met behulp van kaarten. In de meeste gevallen zijn de coördinaten van het midden van het bedrijf gebruikt.

Tabel 2: Aantal bedrijven waarbij de emissiehoogte en de coördinaten volgens de verschillende methodieken is bepaald. De getallen komen overeen met de prioriteitenlijst zoals hierboven benoemd.

Methodiek	Aantal bedrijven	
	Absoluut	Procentueel
1	153	34,5%
2	191	43,0%
3	30	6,8%
4	70	15,8%
Totaal	444	100,0%

2.2.3.2 *Bepaling warmte inhoud*

Het bepalen of schatten van de warmte inhoud kan op meerdere manieren. Om de kwaliteit van de berekende cijfers zo hoog mogelijk te houden, is de volgende prioriteit van methodiek toegepast.

1. Opgave van het bedrijf (in MW)

Enkele bedrijven hadden informatie over de warmte inhoud van de afgassen. De opgave van bedrijven is direct overgenomen (na controle op waarschijnlijkheid van deze cijfers aan de hand van brandstofverbruik)

2. Opgave van het bedrijf van debiet en temperatuur

Indien er geen informatie bekend is over de warmte inhoud van de afgassen, is deze berekend met behulp van gegevens van het bedrijf over debiet en temperatuur. De warmte inhoud is berekend met onderstaande formule.

$$Q_w = \rho \times C_p \times V_n \times (T_g - T_a)$$

Waarin:

Q_w = Warmte inhoud (MW)

ρ = Dichtheid omgevingslucht (1,293 kg/m³)

C_p = Specifieke warmte van de omgevingslucht (1000 J/kg.K)

V_n = Afgasdebiet (Nm³/sec)

T_g = Afgastemperatuur (K)

T_a = Omgevingstemperatuur (288 K)

Met de ingevulde constanten levert dit de volgende formule op:

$$Q_w = 0,0013 \times V_n \times (T_g - 288)$$

3. Aanname temperatuur en debiet op basis van onderstaande tabellen

In sommige gevallen was er geen informatie beschikbaar over debiet en temperatuur. In dat geval is met behulp van de productie van het bedrijf een schatting gemaakt van het debiet en van de temperatuur (zie Tabel 3). Indien bekend was dat er een nareiniging was gebruikt, is de temperatuur gecorrigeerd voor deze nareiniging (zie Tabel 4). Met deze cijfers is de warmte inhoud berekend.

Tabel 3: Debiet en temperatuur indien er geen sprake is van nareiniging (door Herman Kok (TNO), gebaseerd op ERI data)

Proces	Afgasdebiet per ton productie (m ³ /ton)	Temperatuur, ongereinigd (°C)
Glasfabriek	5.000	300
Glasvezelfabriek	20.000	150
Cementoven	1.000	100
Destillatie aardolie	10.000	250
Cokesfabriek	300	80
Gieterijen	5.000	50
Droger (olie/vet)	1.000	80
Sproeidroger (zuivel)	2.000	80
Meeldroger	1.000	30
Zetmeeldroger	10.000	50
Veevoederdroger	20.000	100
Pulpdroger	5.000	150
Cacao branden/malen	7.000	300
Koffiebranden	15.000	450
Kolenverbranding	10.000	120
Roetbereiding	2.500	200
Zoutdroger	4.000	50
Afvalverbranding	5.000	60-100
Keramiek ovens	5.000	
Smeltoven		60-100
Roosteroven		300

Tabel 4: Aangepaste temperatuur door nareiniging (gebaseerd op ERI data)

Techniek	Proces	Emissietemperatuur (°C)
Wasser	Algemeen	20 - 80
	Na heropwarming rookgassen	100 - 200
Doekfilter	Algemeen	20 - 120
	Speciale materialen	200 - 400
Keramisch filter	Algemeen	400 - 800
Elektrofilter	Algemeen	20 - 400
	bij hoge druk	tot 900

4. Aanname debiet op basis van het aardgasverbruik

Van sommige bedrijven was niets bekend over de productie, of deze sector kwam niet voor in Tabel 3. In dat geval is een schatting gemaakt van het debiet met behulp van het brandstofverbruik en de aanname dat 1 m³ aardgas zorgt voor ongeveer 10 m³ afgas. Gecombineerd met de temperatuur uit Tabel 3, Tabel 4 of Tabel 5 kan de warmte inhoud berekend worden.

Tabel 5: Temperatuur en warmteverlies van diverse ketels en ovens (gebaseerd op ERI data)

Ketel	Emissietemperatuur (°C)	Warmteverlies via schoorsteen (%)
Stoomketel, standaard	125	10%
Stoomketel, hoge druk	300	10%
Thermische olietketel	300	20%
CV ketel	125	10%
Boiler	125	10%
Dieselmotor	250	30%
WKK	85	15%
Fakkel	> 1000	100%

5. Schatting met behulp van brandstofverbruik, stookwaarde en warmte verlies

Indien helemaal niets bekend is over het bedrijf, is een schatting gemaakt met behulp van het brandstofgebruik en het warmte verlies van een ketel, zoals in onderstaande formule. Aannamen voor het warmte verlies zijn samengevat in Tabel 5.

$$Q_w = \left(\frac{B \times H \times c}{t} \right) \times E$$

Waarin:

B = Brandstofverbruik (m³/jaar of ton/jaar)

H = Stookwaarde (GJ/m³ of GJ/ton)

c = Conversiefactor voor omrekening van GJ naar kWh (¹/_{3,6})

t = Draaiuren per jaar (uur)

E = Warmte verlies (%)

6. Schatting van de warmte inhoud

In sommige gevallen kon de warmte inhoud niet verkregen worden bij de bedrijven en was deze informatie ook niet beschikbaar in de ERI. In dat geval is een eigen schatting gemaakt van de warmte inhoud. Hierbij is uitgegaan van de warmte inhoud die in de bijbehorende bijschatting wordt gebruikt (zie hoofdstuk 3, LED codes 1100 t/m 2200).

Tabel 6: Aantal bedrijven waarbij de warmte inhoud volgens de verschillende methodieken is bepaald. De getallen komen overeen met de prioriteitenlijst zoals hierboven benoemd.

Warmte inhoud	Aantal bedrijven	
	Absoluut	Procentueel
1	56	12,6%
2	68	15,3%
3	14	3,2%
4	232	52,3%
5	35	7,9%
6	39	8,8%
Totaal	444	100,0%

2.3 Resultaten

Het resultaat is een lijst met emissiepunten, met bijbehorende karakteristieken (coördinaten, hoogte, warmte inhoud) en een emissiefractie per stof per emissiepunt. Hiervoor zijn de gegevens gebruikt die door 125 bedrijven zijn opgeleverd. TNO heeft voor 319 bedrijven zelf een schatting gemaakt.

Tabel 7: Combinatie van de bepaling van de emissiehoogte en de warmte inhoud (zoals in Tabel 2 en Tabel 6: De getallen komen overeen met de prioriteitenlijst zoals hierboven benoemd.

Hoogte	Warmte inhoud	Aantal bedrijven	
		absoluut	Procentueel
1	1	56	12,6%
	2	61	13,7%
	3	0	0,0%
	4	28	6,3%
	5	7	1,6%
	6	1	0,2%
2	1	0	0,0%
	2	5	1,1%
	3	13	2,9%
	4	144	32,4%
	5	14	3,2%
	6	15	3,4%
3	1	0	0,0%
	2	2	0,5%
	3	0	0,0%
	4	22	5,0%
	5	5	1,1%
	6	1	0,2%
4	1	0	0,0%
	2	0	0,0%
	3	1	0,2%
	4	38	8,6%
	5	9	2,0%
	6	22	5,0%
Totaal		444	100,0%

3 Collectief geregistreerde emissiebronnen

3.1 Introductie

Dit hoofdstuk beschrijft de bepaling van de directe uitworphoogte en warmte inhoud voor de *collectief* geregistreerde emissies. Deze emissiekenmerken zijn per LED sector uitgewerkt. De LED sector indeling wordt toegepast bij luchtkwaliteitsmodellering voor bijvoorbeeld het opstellen van GCN kaarten.

3.2 Methode

Onder iedere LED sector valt een aantal emissieoorzaken. Bij het schatten van de bronkenmerken per LED sector zijn de onderliggende emissieoorzaken en de bijbehorende bronkenmerken in ogenschouw genomen. Indien een emissiebron duidelijk domineert, dan zijn de emissiekenmerken van die bron overgenomen voor de gehele LED sector. Indien meerdere bronnen een significante bijdrage leveren, dan is een gewogen gemiddelde gebruikt. De warmte inhoud is alleen opgenomen, indien deze hoger is dan 10kW.

Per LED sector en stof is bepaald welke emissieoorzaken en welk emissietotaal bij de sector horen. Dit is gebeurd op basis van de collectief geregistreerde emissies in de ER2007 dataset, met emissiecijfers voor het jaar 2005. Deze dataset gaat nog uit van de oude indeling van emissieoorzaken. Vervolgens is voor iedere stof bepaald welke emissieoorzaken een significante bijdrage leveren aan de emissies (minimaal 0,1% van het nationaal totaal van de niet-individuele emissies). Deze emissieoorzaken worden vervolgens als basis gebruikt voor de bepaling van emissiekenmerken per stof. Voor stoffen die binnen geen enkele emissieoorzaak een significante bijdrage leveren, wordt de default waarde voor de betreffende LED code gebruikt. Deze default waarde komt overeen met de voor de overige stoffen bepaalde emissiekenmerken. Het bepalen van de emissiekenmerken is afhankelijk van de emissiebronnen. Bij de industriële categorieën is gebruik gemaakt van de gegevens die van de individueel geregistreerde bedrijven in die sector zijn verkregen (zie hoofdstuk 2), of van ERI data uit 1995.

3.3 Resultaten per LED sector

Per LED sector zijn de emissiekenmerken bepaald. In Tabel 8 staat een lijst van de LED sectoren en de bijbehorende emissiekenmerken die in dit project zijn bepaald. In de rest van dit hoofdstuk wordt per LED sector uitgewerkt welke emissieoorzaken hieronder vallen, welke een significante bijdrage leveren en welke informatie is gebruikt om tot goede emissiekenmerken te komen. De in de tabellen voorkomende lege cellen geven aan dat betreffende broncategorie, stofcombinatie niet voorkomt.

Tabel 8: Emissiekenmerken per LED categorie, Hoogte (in m) en Warmte inhoud (in MW). Indien een stof niet relevant is voor een bepaalde LED categorie (<0,1% van het totaal van de collectief geregistreerde bronnen), dan is de default waarde opgenomen.

LED	Bron	SO ₂		NO _x		NH ₃		PM ₁₀		PM _{2,5}		CO		C ₆ H ₆	
		H	W	H	W	H	W	H	W	H	W	H	W	H	W
1100	Alle	15	0,34	15	0,34	50	1,22	22	0,92	22	0,92	15	0,34	15	0,34
1300	Alle	12	0,13	12	0,175	12	0,13	11	0,10	11	0,10	12	0,13	12	0,175
1400	Alle	24	0,59	17	0,44	24	0,59	10	0	10	0	24	0,59	10	0,28
1500	Alle	12	0,04	13	0,05	13	0,05	15	0	15	0	13	0,05	14	0,06
1700	Alle	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0
1800	Alle	22	0,28	22	0,28	22	0,28	10	0	10	0	22	0,28	22	0,28
2100	Alle	40	0,22	40	0,22	40	0,22	40	0,22	40	0,22	40	0,22	40	0,22
2200	on shore	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15	5	0,15
2200	off shore	50	0,15	50	0,15	50	0,15	50	0,15	50	0,15	50	0,15	50	0,15
3100	Alle	2,5	0,02	2,5	0,02	2,5	0,02	2,5	0,02	2,5	0,02	2,5	0,02	2,5	0,02
3210	Alle	3,5	0,2	3,5	0,2	3,5	0,2	3,5	0,2	3,5	0,2	3,5	0,2	3,5	0,2
3220	Alle	4	0,35	4	0,35	4	0,35	4	0,35	4	0,35	4	0,35	4	0,35
3230	Alle	0,3	0	0,3	0	0,3	0	0,3	0	0,3	0	0,3	0	0,3	0
3600	idle, apu/gpu, take-off	6	a)	6	a)	6	a)	6	a)	6	a)	6	a)	6	a)
3600	approach/ climb-out	6-450	a)	6-450	a)	6-450	a)	6-450	a)	6-450	a)	6-450	a)	6-450	a)
3700	alle	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2	5	0,2
3850	alle	7	0,375	7	0,375	7	0,375	7	0,375	7	0,375	7	0,375	7	0,375
3860	alle	4,5	0,15	4,5	0,15	4,5	0,15	4,5	0,15	4,5	0,15	4,5	0,15	4,5	0,15
3871	alle	33	2,4	33	2,4	33	2,4	33	2,4	33	2,4	33	2,4	33	2,4
3872	alle	23	2,0	23	2,0	23	2,0	23	2,0	23	2,0	23	2,0	23	2,0
3873	alle	20	0,35	20	0,35	20	0,35	20	0,35	20	0,35	20	0,35	20	0,35
3880	alle	0	0,005	0	0,005	0	0,005	0	0,005	0	0,005	0	0,005	0	0,005
4110	alle	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0	5	0
4130	alle	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0
4140	alle	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0
4200	alle	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0	0,5	0
4300	alle	8	0,4	8	0,4	8	0,4	8	0,4	8	0,4	8	0,4	8	0,4
4600	alle	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0
5100	alle	3,5	0,5	3,5	0,5	20	0	3,5	0,5	3,5	0,5	3,5	0,5	20	0
6100	alle	10	0,375	10	0,375	10	0,375	10	0,375	10	0,375	10	0,375	10	0,375
6200	alle	8	0,014	8	0,014	8	0,014	8	0,014	8	0,014	8	0,014	8	0,014
6400	alle	4	0	11	0,014	6	0	4	0	4	0	11	0,014	6	0
7100	alle	4,5	0	4,5	0	4,5	0	4,5	0	4,5	0	4,5	0	4,5	0
8100	alle	10	0	11	0	9	0	9	0	9	0	9	0	9	0
8200	alle	1	0	1	0	1	0	2,6	0	2,6	0	1	0	1	0

a) Zie omschrijving LED 3600 voor meer details.

1100: Industrie - Voedings- en genotmiddelen

Onder LED 1100 valt een aantal emissieoorzaken, welke zijn weergegeven in Tabel 9. Tevens is in Tabel 9 per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 9: Bijdrages per stof van de onder LED 1100 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
SBI 15.1: Slachterijen en vleesw, procesemissies				0,05%	0,01%		
SBI 15.4: Prod. olien en vetten, procesemissies				0,27%	0,07%		
SBI 15.5: Zuivelindustrie, Procesemissies			0,03%	0,19%	0,05%		
SBI 15.5: Zuivelindustrie, procesemissies, diffuus vrijkomend PM10				0,03%	0,02%		
SBI 15.6: Meelproductie ex.zetm., procesemissies				1,43%	0,36%		
SBI 15.6: Meelproductie ex.zetm., procesemissies, diffuus vrijkomend PM10				0,00%	0,00%		
SBI 15.7: Veevoederindustrie, procesemissies				2,70%	0,67%		
SBI 15.7: Veevoederindustrie, procesemissies, diffuus vrijkomend PM10				0,14%	0,07%		
SBI 15.8: Overige voedingsmid., procesemissies				0,01%	0,00%		
SBI 15.8: Overige voedingsmid., procesemissies, diffuus vrijkomend PM10				0,05%	0,02%		
SBI 15/16: Voed.&genotmidd.ind., procesemissies			0,15%				
SBI 15/16: Voed.&genotmidd.ind., verbrandingsemisies	0,41%	0,30%		0,11%	0,10%	0,12%	0,22%

De emissies binnen de LED categorie 1100 zijn op te splitsen in twee groepen, namelijk de procesemissies (inclusief de diffuse emissies) en de verbrandingsemisies. Bij de verbrandingsemisies komen vooral emissies van SO₂, NO_x, CO en C₆H₆ vrij. De overige stoffen (NH₃, PM₁₀ en PM_{2,5}) komen vooral vrij bij procesemissies.

Uitworphoogte en warmte inhoud

Verbrandingsemisies

De verbrandingsemisies zijn verantwoordelijk voor de SO₂, NO_x, CO en C₆H₆ emissies binnen LED 1100. Ook zorgt de verbranding voor een klein deel van de fijn stof emissie. Echter, de procesemissies leveren een grotere bijdrage aan de emissie van fijn stof. De bijschatting van de verbrandingsemisies van de voedings- en genotmiddelenindustrie wordt vooral berekend voor de sectoren vlees, olie, zuivel, drank en tabak.

De hoogte van de schoorstenen van de individueel geregistreerde bedrijven binnen deze sector varieert van 7 tot 50 meter hoogte, met een gemiddelde van 18 meter en een mediaan van 15 meter hoogte. Omdat de individueel geregistreerde bedrijven groter zijn dan de bedrijven in de bijschatting, wordt voorgesteld om de mediane waarde te gebruiken voor de stoffen SO₂, NO_x, CO en C₆H₆ (15 meter).

De warmte die vrijkomt uit verbranding ligt bij de individueel geregistreerde bedrijven tussen 1 en 12500 kW, met een gemiddelde van 1800 kW en een mediaan van 340 kW. Omdat het in de bijschatting vooral de kleinere bedrijven betreft, wordt voorgesteld om hiervoor de mediaan van 340 kW aan te houden.

Procesemissies van fijn stof

Voor de bijschatting van de procesemissies van PM₁₀ en PM_{2,5} in de voedings- en genotmiddelenindustrie is een aantal oorzaken belangrijk, namelijk de veevoederindustrie (zowel procesemissies als diffuse emissies), meelproductie (proces), productie van oliën en vetten (proces) en zuivelindustrie (proces). Hieronder volgt per sector een omschrijving (uit: Kimmel, 2000):

- De procesemissies van de veevoederindustrie ontstaan door de verwerking van voornamelijk droge grondstoffen. Hieronder vallen onder andere het zeven, malen, mengen en persen (pelletiseren). Daarnaast komt bij diffuse processen in deze sector ook fijn stof vrij door handelingen in de proceshallen en werkruimtes, zoals intern transport, aan- en afvoer van grondstoffen en producten en daarnaast door stof veroorzaakt in de processen, zoals zeven, malen en mengen.
- De emissies die vrijkomen bij het proces van de meelproductie ontstaan voornamelijk bij het malen en drogen van de grondstoffen en producten.
- De procesemissies die vrijkomen bij het produceren van oliën en vetten ontstaan onder andere bij de op- en overslag van de zaden en bonen, het persen en de verwerking/afvoer van de restanten
- Bij de zuivelindustrie ontstaan procesemissies voornamelijk door het drogen van wei en de productie van melkpoeder. Het drogen gebeurt in droogtorens, waarbij het fijn stof vrijkomt uit de reinigingsinstallaties die staan nageschakeld.

De grootste hoeveelheid van de fijn stof emissies uit bovenstaande processen komt vrij via procesemissies in de veevoederindustrie en bij de meelproductie. Uit de emissiekenmerken van de individueel geregistreerde bedrijven komt naar voren dat er vrij weinig emissiehoogtes bekend zijn voor stofemissies uit processen. Om deze reden is ook gekeken naar de ERI (1995) informatie van bedrijven in deze sector. Stofemissies uit processen vinden plaats op een hoogte van 5 tot 100 meter, met een mediaan bij 22 meter en een gemiddelde op 25 meter. Deze getallen zijn gebaseerd op de hoogte van stofemissies in 1995 vanuit 240 emissiepunten in de voedings- en genotmiddelenindustrie. Voorgesteld wordt om een hoogte van 22 meter aan te houden voor de fijn stof emissies.

In de veevoederindustrie komen de meeste stofemissies vrij bij het drogen van groenvoer. Met een gemiddelde temperatuur van 100 °C (op basis van ERI (1995) en Kok en Van Harmelen, 2002) en een debiet van gemiddeld 30.000 m³/uur (op basis van brandstofverbruik en geschatte aantal draaiuren) kan de volgende warmte worden berekend:

$$Q_w = 0,0013 \times (30000 / 3600) \times ((100 + 273) - 288) = 0,92 MW$$

Bij de meelproductie komen stofemissies o.a. vrij bij het verwerken en drogen van de grondstoffen en producten. Bij het verwerken (o.a. malen van de grondstoffen) komt bijna geen warmte vrij. Bij het drogen ligt dit echter hoger. Omdat de veevoederindustrie echter de grootste bron is, wordt voorgesteld om een warmte inhoud van 920 kW aan te houden.

Procesemissies van ammoniak

Voor de bijschatting van NH_3 in de voedings- en genotmiddelenindustrie is het productieproces van suiker de belangrijkste bron. In het proces dienen de aanwezige stikstofverbindingen zoveel mogelijk verwijderd te worden. Dit gebeurt voornamelijk door het carbonisatieproces en door het verdampingsproces, hierbij komt de stikstof als ammoniak vrij.

Van de individueel geregistreerde bedrijven uit hoofdstuk 2 van de studie liggen de emissiepunten voor ammoniak op een hoogte van 15 tot 75 meter, met een gemiddelde op 45 meter en een mediaan bij 50 meter. Echter, deze cijfers zijn gebaseerd op de emissiepunten van 3 bedrijven, met elk één of meer emissiepunten voor ammoniak, waardoor de conclusies uit deze cijfers een grote onzekerheid hebben. Daarom is ook gekeken naar de informatie in de ERI (1995). Hiervan ligt de emissiehoogte tussen de 25 en 100 meter, met een gemiddelde en mediaan op 50 meter. Voorgesteld wordt om de mediaan van 50 meter aan te houden.

Van de individueel geregistreerde bedrijven uit hoofdstuk 2 van de studie hebben de emissiepunten voor ammoniak een warmte inhoud van 0,23 tot 8,45 MW, met een gemiddelde op 2,29 MW en een mediaan bij 0,37 MW. Echter, deze cijfers zijn gebaseerd op de emissiepunten van 3 bedrijven, met elk één of meer emissiepunten voor ammoniak, waardoor de conclusies uit deze cijfers een grote onzekerheid hebben. Daarom is ook naar de informatie in de ERI (1995) gekeken. Hiervan ligt de temperatuur tussen de 90 en 150 °C, met een gemiddelde op 122 °C en een mediaan op 105 °C. Verder ligt het debiet tussen 3.825 m³/uur en 200.000 m³/uur, met een mediaan op 100.000 m³/uur. Voor ieder record van deze ERI data kan een warmte inhoud berekend worden. Deze varieert van 0,003 MW - 7,6 MW, met een gemiddelde van 2,66 MW en een mediaan van 1,66 MW.

Voor de bepaling van de gemiddelde warmte inhoud in deze sector is gekeken naar de warmte inhoud van de individueel geregistreerde bedrijven uit hoofdstuk 2 van de studie en naar de warmte inhoud gebaseerd op de cijfers uit de ERI (1995). De warmte inhoud van deze records tezamen varieert van 0,003 MW - 8,45 MW, met een gemiddelde van 2,7 MW en een mediaan van 1,22 MW. Voorgesteld wordt om deze mediane waarde aan te houden voor de emissiekenmerken van ammoniakemissies in deze sector.

Samenvatting LED categorie 1100

In Tabel 10 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 10: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
SO ₂	15	340
NO _x	15	340
NH ₃	50	1.220
PM ₁₀	22	920
PM _{2,5}	22	920
CO	15	340
C ₆ H ₆	15	340
Default	15	340

Literatuur

ERI (1995). Detail informatie van individueel geregistreerde bedrijven en emissiepunten in de ERI van 1995. Emissieregistratie Individueel.

Kimmel, J.P.F. (2000). Diffuse emissies van fijn stof door (semi-)industriële activiteiten, Eindrapport in opdracht van Ministerie VROM, Haskoning Ingenieurs en Architecten, 2000.

Kok, H.J.G. en van Harmelen, A.K. (2002). Bestaande mogelijkheden voor verdergaande nageschakelde stofverwijdering bij groenvoerdrogerijen. TNO rapport R2002/657.

1300: Industrie - Chemie

Onder LED 1300 valt een aantal emissieoorzaken, welke zijn weergegeven in Tabel 11. Tevens is in Tabel 11 per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 11: Bijdrages per stof van de onder LED 1300 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
SBI 24.1: Overige chem.grondst., verbrandingsemissies		0,24%		0,00%	0,01%	0,05%	0,47%
SBI 24.12: Overige chem.grondst.,industrie, procesemissies vervaardiging van kleur- en verfstoffen	0,00%			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SBI 24.13: Overige chem.grondst.,industrie, procesemissies		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,05%	0,00%
SBI 24.13: Overige chem.grondst.,industrie, procesemissies, alg.	0,06%		0,02%	0,03%	0,04%	0,10%	0,00%
SBI 24.142: Overige chem.grondst.,industrie, procesemissies	0,00%	0,01%	0,00%	0,01%		0,03%	0,08%
SBI 24.2: Chem.bestr.m.industrie, procesemissies vervaardiging van landbouwchemicaliën			0,00%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%
SBI 24.2-24.6: Chem. producten industrie, verbrandingsemissies	0,00%	0,03%		0,00%	0,00%	0,01%	0,01%
SBI 24.3: Verfproductie, procesemissies, vervaardiging verf, lak, inkt en mastiek				0,01%	0,01%	0,00%	
SBI 24.62: Overige chem.pr.industrie, procesemissies vervaardiging van lijm- en plakmiddelen			0,00%				
SBI 24.66: Overige chem.pr.industrie, procesemissies vervaardiging van overige chemische producten n.e.g.				0,71%	0,80%		
SBI 24.7: Chemische vezelindustrie, verbrandingsemissies		0,00%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

De bijschatting van emissies uit de chemische industrie bevat slechts enkele emissieoorzaken die relevant geacht worden. Per stof is steeds 1 belangrijke emissieoorzaak aan te wijzen.

- NO_x en benzeen komen vrij bij verbrandingsemissies bij de vervaardiging van basischemicaliën (SBI 24.1).
- Stofemissies (PM₁₀ en PM_{2,5}) komen vrij bij de overige chemische industrie (SBI 24.66). Dit is een emissiepost met alle overige stofemissies die niet eerder genoemd zijn.
- Koolstofmonoxide komt vrij bij de overige anorganische basischemicaliën industrie (SBI 24.13).

Uitworphoogte en warmte inhoud

Voor de bepaling van de emissiekenmerken is gebruik gemaakt van de gegevens van de individueel geregistreerde bedrijven, welke in hoofdstuk 2 van dit onderzoek zijn benaderd. Omdat de MJV-plichtige chemische bedrijven erg groot zijn vergeleken met de bedrijven in de bijschatting, wordt hierbij alleen gebruik gemaakt van de gegevens van de kleinere bedrijven (met een emissie van maximaal 15.000 kg NO_x).

Verbrandingsemissies

De emissies van NO_x en benzeen binnen de chemische industrie worden veroorzaakt door verbrandingsprocessen. Binnen de (kleine) individueel geregistreerde bedrijven ligt de emissiehoogte tussen de 5 en 30 meter, met een gemiddelde van 15 meter en een mediaan van 12 meter hoogte. Voorgesteld wordt om een hoogte van 12 meter aan te houden.

De warmte inhoud voor deze groep bedrijven ligt tussen de 100 en 1.700 kW, met een gemiddelde van 340 en een mediaan van 175 kW. Voorgesteld wordt om een warmte inhoud van 175 kW aan te houden.

Procesemissies van fijn stof

De stofemissies worden voornamelijk veroorzaakt door procesemissies in de overige chemische industrie (SBI 24.66). Omdat dit een restpost is met stofemissies uit diverse bronnen, kan een gemiddelde genomen worden van de emissiepunten waar fijn stof uit komt van de individuele chemiebedrijven. De hoogte van de emissiepunten varieert van 1 tot 30 meter, met een gemiddelde van 12,5 meter en een mediaan van 11 meter. Voorgesteld wordt om de mediaan van 11 meter aan te houden.

De warmte inhoud van de emissiepunten varieert van 0 tot 600 kW, met een gemiddelde van 100 kW en een mediaan van 0 kW. Binnen diverse processen komen fijn stof emissies vrij met een warmte inhoud. Een mediane warmte van 0 kW lijkt daarom een onderschatting te zijn. Daarom wordt voorgesteld om het gemiddelde van 100 kW aan te houden.

Procesemissies van koolstofmonoxide

Koolstofmonoxide komt vrij bij de overige anorganische basischechemicaliën industrie (SBI 24.13). Hoewel verbrandingsemissies onder SBI 24.1 worden gerapporteerd, is het mogelijk dat onder SBI 24.13 ook enige verbrandingsemissies berekend worden. Er kan een schatting gemaakt worden van de emissiehoogte door de individueel geregistreerde bedrijven te bekijken. Echter, als alleen de kleine bedrijven worden meegenomen, dan blijven er maar 2 relevante emissiepunten over. Dit zijn te weinig emissiepunten om een betrouwbare schatting te doen. Als alle bedrijven worden meegenomen, dan ligt de emissiehoogte tussen 0 en 80 meter, met een gemiddelde van 33 en een mediaan van 32 meter. Deze gemiddelde emissiehoogte lijkt aan de hoge kant te zijn voor de niet-MJV-plichtige chemiebedrijven. Zoals eerder genoemd, wordt binnen deze emissieoorzaak ook verbrandingsemissies bepaald. Om die reden wordt voorgesteld om een emissiehoogte van 12 meter aan te houden, gelijk aan de emissiehoogte van NO_x en benzeen.

De warmte inhoud van de aldus geselecteerde bedrijven ligt tussen 0 en 21.000 kW (waarbij de hoogste waarden worden veroorzaakt door fakkels), met een gemiddelde van 1.100 kW en een mediaan van 130 kW. Deze mediane warmte inhoud is

vergelijkbaar met de warmte inhoud van de kleinere bedrijven. Ook is deze warmte inhoud van dezelfde orde grootte als de warmte inhoud van de andere stoffen in deze sector. Daarom wordt voorgesteld om de mediaan van 130 kW aan te nemen.

Samenvatting LED categorie 1300

In Tabel 12 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

De stoffen SO₂ en NH₃ hebben geen significante emissie binnen deze LED categorie. Voor stoffen die binnen geen enkele emissieoorzaak een significante bijdrage leveren, wordt de default waarde voor de betreffende LED code gebruikt. Deze default waarde komt overeen met de voor de overige stoffen bepaalde emissiekenmerken. De meeste emissies komen vrij bij SBI 24.13. Daarom wordt voorgesteld om als default waarde de emissiekenmerken van CO aan te houden (welke gebaseerd is op de emissiekenmerken van SBI 24.13).

Tabel 12: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
NO _x	12	175
PM ₁₀	11	100
PM _{2,5}	11	100
CO	12	130
C ₆ H ₆	12	175
Default	12	130

1400: Industrie - Bouwmaterialen

Onder LED 1400 valt een aantal emissieoorzaken, welke zijn weergegeven in Tabel 13. Tevens is in Tabel 13 per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 13: Bijdrages per stof van de onder LED 1400 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
SBI 26.1: Bouwmat.+glasindustrie, procesemissies	0,00%		0,01%	0,03%	0,04%	0,00%	
SBI 26.4: Bouwmat.+glasindustrie, procesemissies vervaardiging van produkten voor de bouw uit gebakken klei overige industrie	1,26%	0,13%				0,34%	
SBI 26.6: Cement en beton industrie, procesemissies, feitelijk verbranding	0,00%			0,00%	0,00%	0,00%	
SBI 26.8: Bouwmat.+glasindustrie, procesemissies vervaardiging van overige niet-metaalhoudende minerale produkten n.e.g. overige industrie			0,06%			0,01%	
SBI 26: Bouwmat.+glasindustrie, procesemissies,diffuus vrijkomend PM10				2,54%	1,30%		
SBI 26: Bouwmat.+glasindustrie, verbrandingsemisies	0,02%	0,12%		0,01%	0,01%	0,04%	0,13%

Uitworphoogte en warmte inhoud

Diffuus vrijkomende procesemissies in de bouwmaterialen- en glasindustrie

Binnen LED 1400 is de belangrijkste bron voor fijn stof (zowel PM₁₀ als PM_{2,5}) het diffuus vrijkomend fijn stof. Dit fijn stof wordt veroorzaakt door een aantal handelingen. Allereerst worden grondstoffen aangevoerd, producten afgevoerd en vindt opslag plaats. De vaak natuurlijke en steenachtige grondstoffen worden vaak mechanisch verwerkt tot kleiner materiaal alvorens bewerkt te worden tot (eind)producten. Daarnaast vindt bij de vervoersbewegingen op het terrein opwaaing van stof plaats (Kimmel, 2000). De grootste bron binnen de bouwmaterialen industrie zijn de productiebedrijven voor basisgrondstoffen (zoals cement en beton). Deze sector is verantwoordelijk voor 831 ton diffuse stofemissies per jaar, vergeleken met een totaal van 1.035 ton diffuse stofemissies per jaar voor de gehele sector (Kimmel, 2000).

Emissies binnen deze emissiebron vinden plaats in de hal en verlaten de hal door ventilatie (natuurlijk of door afzuiging). De ventilatie vindt meestal plaats aan de bovenkant van het gebouw. Voorgesteld wordt om een emissiehoogte van 10 meter aan te houden.

Bij diffuse stofemissies komt geen warmte vrij. Voorgesteld wordt om een warmte inhoud van 0 kW aan te houden.

Procesemissies bij de vervaardiging van producten uit gebakken klei

De emissies van NO_x, SO₂ en CO komen vrij als procesemissie bij de productie van bakstenen. Deze emissies komen vrij tijdens het bakproces van de bakstenen (Huizinga, e.a., 1995).

In de selectie van individueel geregistreerde bedrijven (in hoofdstuk 2 van dit onderzoek) bevinden zich bijna geen baksteenbedrijven. Daarom is gebruik gemaakt van informatie van baksteenbedrijven uit de ERI (1995). In deze selectie van bedrijven ligt de hoogte van de schoorsteen van de ovens tussen de 13 en 42 meter, met een gemiddelde van 26 meter en een mediaan van 24 meter. Voorgesteld wordt om een emissiehoogte van 24 meter aan te houden.

De temperatuur van de schoorsteen van de ovens van de geselecteerde bedrijven ligt tussen de 50 en 500 graden, met een mediaan op 250 graden. Het afgasdebiet ligt tussen 2.100 en 73.400 m³/uur, met een mediaan op 7.000 m³/uur. De warmte inhoud kunnen we berekenen met onderstaande formule.

$$Q_w = 0,0013 \times (7000 / 3600) \times ((250 + 273) - 288) = 0,59 MW$$

Verbrandingsemissies

De verbrandingsemissie binnen LED 1400 is een belangrijke bron voor emissies van NO_x en benzeen. Het grootste deel van deze verbrandingsemissies komt vrij bij de baksteenproductie. Daarnaast veroorzaakt ook de cement en beton industrie een redelijke bijdrage. Ook van deze sectoren bevinden zich bijna geen bedrijven in de individuele selectie van hoofdstuk 2 van dit onderzoek. Daarom is gebruik gemaakt van de baksteen bedrijven en cement en beton producenten uit de ERI (1995). In deze selectie van bedrijven ligt de hoogte van de schoorsteen van de ovens tussen de 4 en 28 meter, met een gemiddelde van 11 meter en een mediaan van 10 meter. Voorgesteld wordt om een emissiehoogte van 10 meter aan te houden.

De temperatuur van de schoorsteen van de ovens van deze bedrijven ligt tussen de 81 en 261 graden, met een mediaan op 117 graden. Het afgasdebiet ligt tussen 2.500 en 28.300 m³/uur, met een mediaan op 7.585 m³/uur. De warmte inhoud kunnen we berekenen met onderstaande formule.

$$Q_w = 0,0013 \times (7585 / 3600) \times ((117 + 273) - 288) = 0,28 MW$$

Samenvatting LED categorie 1400

De emissie van NO_x komt vrij uit twee processen, namelijk verbrandingsemissies en emissies tijdens baksteenproductie. Van beide processen is de bijdrage aan het nationale totaal ongeveer even hoog (zie Tabel 13). Voorgesteld wordt om een gemiddelde van de emissiehoogte en warmte inhoud te gebruiken voor NO_x. Dit houdt in dat een gemiddelde emissiehoogte van 17 meter en een gemiddelde warmte inhoud van 0,44 MW wordt gebruikt. In Tabel 14 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Ammoniak heeft geen significante emissie binnen deze LED categorie. Voor stoffen die binnen geen enkele emissieoorzaak een significante bijdrage leveren, wordt de default waarde voor de betreffende LED code gebruikt. Deze default waarde komt overeen met

de voor de overige stoffen bepaalde emissiekenmerken. De meeste emissies komen vrij als procesemissie door productie van niet-metaalhoudende minerale producten (SBI 26.8). Voor deze sector zijn geen emissiekenmerken bepaald. In de meest vergelijkbare sector (met de meeste emissies van diverse andere stoffen) komen emissies vrij als procesemissie door vervaardiging van gebakken klei (SBI 26.4). Daarom wordt voorgesteld om als default waarde de emissiekenmerken van SO₂ en CO aan te houden (welke gebaseerd is op de emissiekenmerken van SBI 26.4).

Tabel 14: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
SO ₂	24	590
NO _x	17	440
PM ₁₀	10	0
PM _{2,5}	10	0
CO	24	590
C ₆ H ₆	10	280
Default	24	590

Literatuur

ERI (1995). Detail informatie van individueel geregistreerde bedrijven en emissiepunten in de ERI van 1995. Emissieregistratie Individueel.

Kimmel, J.P.F. (2000). Diffuse emissies van fijn stof door (semi-)industriële activiteiten, Eindrapport in opdracht van Ministerie VROM, Haskoning Ingenieurs en Architecten, 2000.

Huizinga, K., Verburgh, J.J., Matthijssen, A.J.C.M. en Coenen, P.H.W.G. (1995). SPIN document Grofkeramische Industrie. Samenwerkingsproject Procesbeschrijvingen Industrie Nederland. RIVM rapportnummer 736301112.

1500: Industrie - Basismetaal

Onder LED 1500 valt een aantal emissieoorzaken, welke zijn weergegeven in Tabel 15. Tevens is in Tabel 15 per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 15: Bijdrages per stof van de onder LED 1500 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
SBI 27.1/27.3: Basismetaalindustrie, verwerking en vervaardiging ijzer en staal, procesemissies, diffuus vrijkomend PM10				0,86%	0,86%		
SBI 27.2: Basismetaalindustrie, procesemissies vervaardiging van stalen buizen overige industrie				0,00%	0,00%	0,00%	
SBI 27.4: Basismetaalindustrie, procesemissies	0,19%		0,00%	0,09%	0,09%	0,91%	0,00%
SBI 27.5: Basismetaalindustrie, procesemissies gieten van ijzer en staal	0,03%	0,00%	0,00%	0,04%	0,01%	0,77%	0,27%

De bijschatting van emissies uit de basismetaalindustrie bevat slechts enkele emissies die relevant geacht worden. Per stof zijn de volgende relevante bronnen aan te wijzen.

- SO₂ en CO komen o.a. vrij bij de procesemissies in de non-ferro industrie (SBI 27.4). Verder komt CO ook vrij bij procesemissies gieten van ijzer en staal (SBI 27.5)
- Stofemissies (PM₁₀ en PM_{2,5}) komen vrij als diffuse emissies in de basismetaalindustrie (SBI 27.1/27.3).

Per bron wordt hieronder de hoogte en de warmte inhoud van de emissies uitgewerkt.

Uitworphoogte en warmte inhoud

Voor de bepaling van emissiekenmerken is gebruik gemaakt van de gegevens van de individueel geregistreerde bedrijven, welke in hoofdstuk 2 van dit onderzoek zijn benaderd. Corus valt ook in deze categorie maar is niet meegenomen bij de bepaling van de emissiekenmerken van de bedrijven in de bijschatting, omdat Corus door zijn omvang niet representatief is voor de kleinere bedrijven in de bijschatting.

Diffuus vrijkomende emissies bij de vervaardiging van ijzer en staal

In de basismetaalindustrie komt fijn stof voornamelijk vrij door verwerking en vervaardiging van ijzer en staal. Bij het verwerken en vervaardigen van ijzer en staal komen stofemissies vrij uit opslag en transport van de grondstoffen, zoals erts en kolen. Verder vindt er stofemissie plaats bij het bewerken (o.a. mengen, zeven, snijden en slijpen) van de grondstoffen en het metaal (Kimmel, 2000).

Emissies binnen deze emissiebron vinden plaats in de hal en verlaten de hal door ventilatie (natuurlijke ventilatie of door afzuiging). De ventilatie vindt meestal plaats aan de bovenkant van het gebouw. In de metaalindustrie is vaak sprake van relatief hoge werkruimtes (Kimmel, 2000). Daarom wordt voorgesteld om een emissiehoogte van 15 meter aan te houden.

Bij diffuse stofemissies komt geen warmte vrij. Voorgesteld wordt om een warmte inhoud van 0 kW aan te houden.

Procesemissies bij het gieten van ijzer en staal

Procesemissies uit 'het gieten van ijzer en staal' zijn verantwoordelijk voor een deel van de CO emissie en daarnaast voor C₆H₆ emissies. Dit omvat niet alleen procesemissies, maar ook een deel verbrandingsemisies, aangezien de verbrandingsemisies niet als aparte emissieoorzaak zijn benoemd.

Binnen de groep individueel geregistreerde bedrijven die in hoofdstuk 2 van het onderzoek zijn benaderd, bevindt zich ook een aantal bedrijven welke ijzer en staal gieten. Dit zijn allemaal relatief kleine bedrijven. De schoorsteen hoogte van deze bedrijven varieert van 13 tot 35 meter hoogte, met een gemiddelde van 15 en een mediaan van 14 meter hoogte. Voorgesteld wordt om een hoogte van 14 meter aan te houden.

De warmte inhoud van deze bedrijven varieert van 0 tot 1.000 kW, met een gemiddelde van 230 kW en een mediaan van 60 kW. Voorgesteld wordt om een warmte inhoud van 60 kW aan te houden.

Procesemissies in de basismetaalindustrie

De procesemissies in de basismetaalindustrie zijn vooral belangrijk voor de emissie van SO₂ en CO. Dit omvat dit niet alleen procesemissies, maar ook een deel verbrandingsemisies, aangezien de verbrandingsemisies niet als aparte emissieoorzaak zijn benoemd. Emissies in deze emissieoorzaak komen vooral uit de secundaire non-ferro industrie.

Binnen de groep individueel geregistreerde bedrijven die in hoofdstuk 2 van het onderzoek zijn benaderd, bevindt zich ook een aantal non-ferro bedrijven. Dit zijn allemaal relatief kleine bedrijven. De schoorsteen hoogte van deze bedrijven varieert van 0 tot 60 meter hoogte, met een gemiddelde van 15 en een mediaan van 12 meter hoogte. Voorgesteld wordt om een hoogte van 12 meter aan te houden.

De warmte inhoud van deze bedrijven varieert van 0 tot 910 kW, met een gemiddelde van 100 kW en een mediaan van 40 kW. Voorgesteld wordt om een warmte inhoud van 40 kW aan te houden

Samenvatting LED categorie 1500

Emissies van CO komen vooral vrij uit twee processen, namelijk bij het gieten van ijzer en staal en in de non-ferro industrie. Omdat de bijdrage aan de totale emissie vergelijkbaar is met elkaar, wordt voorgesteld om voor de emissiehoogte en warmte inhoud van de CO emissies een gemiddelde te nemen van deze twee processen. In Tabel 16 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

NO_x en NH₃ hebben geen significante emissie binnen deze LED categorie. Voor stoffen die binnen geen enkele emissieoorzaak een significante bijdrage leveren, wordt de default waarde voor de betreffende LED code gebruikt. Deze default waarde komt overeen met de voor de overige stoffen bepaalde emissiekenmerken. Indien we de emissieoorzaak van diffuus vrijkomend PM₁₀ buiten beschouwing laten, omdat dit alleen PM₁₀ betreft, dan houden we 2 emissieoorzaken over met significante emissies

van de andere stoffen. Dit zijn de emissieoorzaken voor SBI 27.4 en SBI 27.5. Daarom wordt voorgesteld om voor de default karakteristieken een gemiddelde van deze twee emissieoorzaken aan te houden.

Tabel 16: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
SO ₂	12	40
PM ₁₀	15	0
PM _{2,5}	15	0
CO	13	50
C ₆ H ₆	14	60
Default	13	50

Literatuur

Kimmel, J.P.F. (2000). Diffuse emissies van fijn stof door (semi-)industriële activiteiten, Eindrapport in opdracht van Ministerie VROM, Haskoning Ingenieurs en Architecten, 2000.

1700: Industrie - metaalbewerking

Onder LED 1700 valt een aantal emissieoorzaken, welke zijn weergegeven in Tabel 17. Tevens is in Tabel 17 per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 17: Bijdrages per stof van de onder LED 1700 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
SBI 28: Metaalproductenindustr. (excl. machinebouw), verbrandingsemissies	0,02%	0,06%		0,00%	0,01%	0,08%	0,03%
SBI 28-36 (excl. 35.1): Metalelektro, procesemissies, overige processen				0,70%	0,36%		
SBI 28-36 (excl. 35.1): Metalelektro, procesemissies, diffuus vrijkomend PM10				0,63%	0,32%		
SBI 29: Machinebouw, verbrandingsemissies	0,00%	0,03%		0,00%	0,00%	0,01%	0,01%
SBI 30: Kantoormachines, computers, verbrandingsemissies		0,00%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SBI 31: Overige elektrische apparaten, verbrandingsemissies	0,00%	0,01%		0,00%	0,00%	0,00%	0,01%
SBI 32: Radio, tv, communicatieapp., verbrandingsemissies	0,00%	0,02%		0,00%	0,00%	0,01%	0,01%
SBI 33: Verv.med.appar.+instr., verbrandingsemissies		0,00%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SBI 34: Auto-industrie, verbrandingsemissies	0,02%	0,01%		0,00%	0,00%	0,00%	0,01%
SBI 35: Overige vervoersmiddelen, verbrandingsemissies	0,00%	0,01%		0,00%	0,00%	0,01%	0,00%

De enige relevante emissie binnen de metaalbewerkingindustrie is die van fijn stof. Deze komt vrij bij procesemissies en diffuse emissies.

De diffuse emissies zijn bepaald voor de metaalproductenindustrie (SBI 28) en de machines/apparaten industrie (SBI 29). De metaalproductenindustrie levert de hoogste emissie op met 147 ton/jaar, terwijl de emissie van de machines/apparaten industrie slechts iets lager is met 110 ton/jaar. Deze emissies worden veroorzaakt door een groot aantal activiteiten, zoals (Kimmel, 2000):

- Verspanende bewerkingen (zagen, slijpen, snijden, draaien en frezen)
- Stralen
- Lassen
- Werken met vormzand

De procesemissies van fijn stof worden ook berekend voor activiteiten als lassen, stralen en slijpen. Deze emissies worden afgezogen.

Uitworphoogte en warmte inhoud

Emissies binnen deze emissiebron vinden plaats in de hal en verlaten de hal door ventilatie (natuurlijke ventilatie of door afzuiging). De ventilatie vindt meestal plaats aan de bovenkant van het gebouw. Voorgesteld wordt om een emissiehoogte van 10 meter aan te houden.

Bij bovengenoemde activiteiten komt weinig tot geen warmte vrij. Voorgesteld wordt om een warmte inhoud van 0 kW aan te houden.

Samenvatting LED categorie 1700

In Tabel 18 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

SO₂, NO_x, NH₃, CO en benzeen hebben geen significante emissie binnen deze LED categorie. Voor stoffen die binnen geen enkele emissieoorzaak een significante bijdrage leveren, wordt de default waarde voor de betreffende LED code gebruikt. Deze default waarde komt overeen met de voor de overige stoffen bepaalde emissiekenmerken. Emissies van deze processen komen vrij als verbrandingsemissie. Aangezien er slechts weinig emissie vrijkomt door verbranding in deze sector, zullen er niet veel hoge schoorstenen gebruikt worden. De meeste emissies komen net boven het dak vrij. Daarom wordt voorgesteld om voor deze emissies een default waarde aan te houden welke vergelijkbaar is met de karakteristieken van de fijn stof emissies.

Tabel 18: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
PM ₁₀	10	0
PM _{2,5}	10	0
Default	10	0

Literatuur

Kimmel, J.P.F. (2000). Diffuse emissies van fijn stof door (semi-)industriële activiteiten, Eindrapport in opdracht van Ministerie VROM, Haskoning Ingenieurs en Architecten, 2000.

1800: Industrie - overig

Onder LED 1800 valt een aantal emissieoorzaken, welke zijn weergegeven in Tabel 19. Tevens is in Tabel 19 aangegeven wat de bijdrage per stof van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 19: Bijdrages per stof van de onder LED 1800 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
SBI 17.21: Vervaardiging van katoenen of katoenachtige weefsels, procesemissies	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SBI 17.3: Textielveredeling, procesemissies			0,00%			0,00%	
SBI 17.51: Textiel&kledingindustrie, procesemissies			0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	
SBI 17/18: Textiel&kledingind., verbrandingsemisies	0,02%	0,02%		0,01%	0,01%	0,01%	0,00%
SBI 17: Vervaardiging v.textiel, procesemissies, diffuus vrijkomend PM10				0,30%	0,15%		
SBI 19: Lederindustrie, verbrandingsemisies		0,00%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SBI 20: Hout en meubelind., verbrandingsemisies	0,02%	0,04%		0,00%	0,00%	0,02%	0,39%
SBI 20: Hout en meubelindustrie, procesemissies,diffuus vrijkomend PM10				1,00%	0,51%		
SBI 21.1, 21.2: Papier- en kartonindustrie, verbrandingsemisies	0,00%	0,01%		0,00%	0,00%	0,00%	
SBI 21.1: Papier en papierwaren			0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
SBI 21.2: Papier en papierwaren, industrie, procesemissies vervaardiging van verpakkingsmiddelen en overige papier- en kartonwaren						0,01%	
SBI 21: Papier en papierwaren, industrie, procesemissies,diffuus vrijkomend PM10				0,94%	0,48%		
SBI 22: Grafische industrie, verbrandingsemisies		0,03%		0,00%	0,00%	0,01%	0,01%
SBI 25.1: Rubberindustrie, procesemissies, diffuus vrijkomend PM10				0,05%	0,03%		
SBI 25.2: Kunststofproduktenind., procesemissies,diffuus vrijkomend PM10				0,11%	0,05%		
SBI 25: Rubber- en plasticproducten, verbrandingsemisies	0,00%	0,02%		0,00%	0,00%	0,01%	0,01%
SBI 36: Verv.meubels+ov.goed.neg, verbrandingsemisies	0,01%	0,05%		0,00%	0,00%	0,02%	0,24%

De grootste relevante emissie binnen de overige industrie is die van fijn stof. Het fijn stof komt vrij als diffuus PM₁₀ en wordt veroorzaakt door vele kleine activiteiten.

Hieronder vallen onder andere (uit: Kimmel, 2000):

- **Textielindustrie**
In de wollenstoffenfabriek: openen wolbalen, wolmengen, schoonmaken machines en vegen, spinnen, scheren. In de juteweaverij: sterken, scheren, kalanderen, weven, stofzuigen via een centrale stofzuiger voorzien van doekenfilter en terugblaas in de hal. Deze emissies komen vrij in relatief grote hallen.
- **Hout en meubelindustrie**
Bewerking van het hout zoals zagen, schaven, schuren, boren. Ook schoonmaken van het te behandelen oppervlak en het legen van filterzakken. Deze emissies komen vaak vrij in kleine gebouwen.
- **Papierindustrie**
Versnijden en vermalen, drogen, oprollen, snijden, verpakken coaten, bedrukken. De emissies komen vrij in grote bedrijfsruimten.
- **Kunststofindustrie**
Voorbewerken van kunststofstukken (m.n. talk, vulmiddel (roet) en kleurstoffen). Verder schuren, slijpen, zagen, stansen, snijden, etc. Ook schoonmaken van werk- en vloeroppervlakken.

De overige industrie draagt ook in relevante mate bij aan de emissie van benzeen. Deze stof komt vooral vrij bij verbrandingsemissies in de hout- en meubelindustrie (SBI20 en SBI36).

Uitworphoogte en warmte inhoud

Diffuus vrijkomende procesemissies

Emissies binnen deze emissiebron vinden plaats in de hal en verlaten de hal door ventilatie (natuurlijk of door afzuiging). De ventilatie vindt meestal plaats aan de bovenkant van het gebouw. Voorgesteld wordt om een emissiehoogte van 10 meter aan te houden.

Bij diffuse stofemissies door bovengenoemde activiteiten komt geen warmte vrij. Voorgesteld wordt om een warmte inhoud van 0 kW aan te houden.

Verbrandingsemissies in de hout- en meubelindustrie

Er zijn emissiekenmerken van de individueel geregistreerde bedrijven bepaald tijdens het eerste deel van dit project (zie hoofdstuk 2). Daarnaast bevat de ERI (1995) ook emissiekenmerken van 10 bedrijven. Echter, de uitkomst van de emissiehoogte en de warmte inhoud heeft een redelijk grote onzekerheid als gevolg van de beperkte hoeveelheid informatie. De emissiehoogte varieert van 15 tot 62 meter, met een gemiddelde van 29 meter en een mediaan van 22 meter. Voorgesteld wordt om een emissiehoogte van 22 meter aan te houden voor benzeen.

De temperatuur van de schoorsteen van de ovens van deze selectie van bedrijven ligt tussen 120 en 150 graden, met een mediane waarde van 120 graden. Het afgasdebiet ligt tussen 3.500 en 59.300 m³/uur, met een mediane waarde van 7.337 m³/uur. De warmte inhoud kunnen we berekenen met onderstaande formule.

$$Q_w = 0,0013 \times (7337 / 3600) \times ((120 + 273) - 288) = 0,28 MW$$

Samenvatting LED categorie 1800

In Tabel 20 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

SO₂, NO_x, NH₃, en CO hebben geen significante emissie binnen deze LED categorie. Voor stoffen die binnen geen enkele emissieoorzaak een significante bijdrage leveren, wordt de default waarde voor de betreffende LED code gebruikt. Deze default waarde komt overeen met de voor de overige stoffen bepaalde emissiekenmerken. Emissies van deze processen komen vooral vrij als verbrandingsemissie, waarbij SBI 20 en SBI 36 de grootste bron vormen. Voor benzeenemissies die vrijkomen binnen deze twee sectoren zijn emissiekenmerken bepaald. Daarom wordt voorgesteld om de emissiekenmerken van benzeen als default aan te houden voor de overige emissies.

Tabel 20: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
PM ₁₀	10	0
PM _{2,5}	10	0
C ₆ H ₆	22	280
Default	22	280

Literatuur

ERI (1995). Detail informatie van individueel geregistreerde bedrijven en emissiepunten in de ERI van 1995. Emissieregistratie Individueel.

Kimmel, J.P.F. (2000). Diffuse emissies van fijn stof door (semi-)industriële activiteiten, Eindrapport in opdracht van Ministerie VROM, Haskoning Ingenieurs en Architecten, 2000.

2100: Energie - Productie

Onder LED 2100 valt één emissieoorzaak welke is weergegeven in Tabel 21. Tevens is in Tabel 21 per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 21: Bijdrages per stof van de onder LED 2100 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
SBI 40: Elektrische+warmteprod. bedr.conv., verbrandingsemissies	0,00%	0,30%		0,01%	0,02%	0,09%	0,13%

Bij energie productie komen emissies vrij uit verbrandingsprocessen. De relevant geachte stoffen zijn NO_x en benzeen. Omdat alle grote energiecentrales hun emissies individueel moeten rapporteren, omvat deze emissieoorzaak de kleinere energiecentrales (o.a. WKK's). De decentrale energieproducenten worden niet in deze emissieoorzaak opgenomen, maar worden gerapporteerd binnen de eigen industrietak, zoals in de chemische industrie of de basismetaleindustrie.

Uitworphoogte en warmte inhoud

In de ERI (1995) variëren de schoorsteenhoogtes van 9 tot 125 meter hoogte, met een gemiddelde op 50 meter en een mediaan op 40 meter hoogte. In deze range zijn de emissiehoogtes van bedrijven die hun emissies individueel opgeven via het eMJV niet meegenomen, omdat deze vanwege het verschil in omvang niet representatief zijn. Voorgesteld wordt om een emissiehoogte van 40 meter aan te houden.

Voor het bepalen van de warmte productie zijn energiecentrales in de World Electric Power Plants database geraadpleegd (WEPP, 2007). De energiecentrales die een eMJV indienen zijn hierbij niet meegenomen. Het elektrisch vermogen van deze energiecentrales varieert van 1,7 tot ongeveer 6,5 MWe, met een mediaan van 2,2 MWe. De warmte inhoud is gelijk aan ongeveer 10% van het vermogen. Dit zou een warmte inhoud van ongeveer 220 kW betekenen.

Samenvatting LED categorie 2100

In Tabel 22 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

SO₂, NH₃, PM₁₀, PM_{2,5} en CO hebben geen significante emissie binnen deze LED categorie. Voor stoffen die binnen geen enkele emissieoorzaak een significante bijdrage leveren, wordt de default waarde voor de betreffende LED code gebruikt. Deze default waarde komt overeen met de voor de overige stoffen bepaalde emissiekenmerken. Emissies van deze processen komen vooral vrij tijdens dezelfde processen als de NO_x en benzeen emissies. Daarom wordt voorgesteld om als default waarde de emissiekenmerken van NO_x en benzeen aan te houden.

Tabel 22: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
NO _x	40	220
C ₆ H ₆	40	220
Default	40	220

Literatuur

ERI (1995). Detail informatie van individueel geregistreerde bedrijven en emissiepunten in de ERI van 1995. Emissieregistratie Individueel.

WEPP (2007). World Electric Power Plants database. Platts, UDI Products Group, Washington. Versie 29 juni 2007.

2200: Energie - Winning en distributie

Onder LED 2200 valt een aantal emissieoorzaken welke zijn weergegeven in Tabel 23. Tevens is in Tabel 23 per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreeerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 23: Bijdrages per stof van de onder LED 2200 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Gastransport		0,01%					
SBI 11: Aardolie en gaswinning, verbrandingsemissies booractiviteiten	0,07%	0,15%					
SBI 11: Aardolie en gaswinning, verbrandingsemissies off shore (CBS)	0,12%	0,79%					
SBI 11: Aardolie- en gaswinning, verbrandingsemissies on shore (CBS)	0,11%	0,13%					

Emissies van SO₂ en NO_x komen vrij bij de aardolie en gaswinning. Voor de aandrijving van de compressoren wordt ruw aardgas verbruikt, waarbij de meeste emissies vrijkomen. Compressoren worden gebruikt om het gas op de vereiste druk te brengen, als de druk in het gasveld na verloop van tijd te laag is geworden. Deze compressoren kunnen op het productieplatform worden geïnstalleerd, of er wordt een apart compressorplatform opgericht. De hoogte van de emissie uit compressoren verschilt voor off shore en on shore activiteiten. Voorgesteld wordt om de emissiekenmerken voor deze twee activiteiten op te splitsen.

Uitworphoogte en warmte inhoud

Off shore

In generiek document MER offshore (NOGEP, 2001) wordt een hoogte van een productieplatform van 40 meter boven zeeniveau genoemd. Een hefeiland kan nog veel hoger staan (maximaal 100 m). Voorgesteld wordt om de emissiehoogte voor de offshore industrie op 50 meter te zetten.

On shore

Volgens de NAM is een boortoren op land ongeveer 30 meter hoog. Echter, deze boortoren wordt slechts korte tijd gebruikt. Als na de boring de put in gebruik wordt genomen, dan wordt alleen nog een putafsluiter van ongeveer 2 meter hoog gebruikt. Daarnaast wordt gebruik gemaakt van compressoren om het gas op de vereiste druk te brengen. Voorgesteld wordt om een emissiehoogte van 5 meter aan te houden voor de on shore gascompressoren.

De warmte-inhoud is berekend door aan te nemen dat de temperatuur ongeveer 100 °C zal zijn en het debiet rond 5.000 m³ zal liggen. Deze cijfers zijn gebaseerd op getallen in de ERI (1995) en standaard temperaturen van WKK en stoomketel (zie ook Tabel 5). De hieronder berekende warmte inhoud blijft echter een redelijk ruwe schatting.

$$Q_w = 0,0013 \times (5000 / 3600) \times ((100 + 273) - 288) = 0,15 MW$$

Samenvatting LED categorie 2200

In Tabel 24 en Tabel 25 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 24: Aanbevolen verspreidingsparameters voor *on shore* aardolie- en aardgaswinning

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
SO _s	5	150
NO _x	5	150
Default	5	150

Tabel 25: Aanbevolen verspreidingsparameters voor *off shore* aardolie- en aardgaswinning

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
SO _s	50	150
NO _x	50	150
Default	50	150

Literatuur

ERI (1995). Detail informatie van individueel geregistreerde bedrijven en emissiepunten in de ERI van 1995. Emissieregistratie Individueel.

NOGEPa (2001). Generiek document m.e.r. offshore. Basisdocument voor de milieueffectrapportage bij olie- en gaswinning op het Nederlands Continentaal Plat. Documentnr. 48954-002R01. Augustus 2001.

3100: Verkeer - Wegverkeer, verbranding en slijtage

Onder de LED categorie 3100 valt een aantal emissieoorzaken welke zijn weergegeven in Tabel 26. Tevens is in Tabel 26 aangegeven wat de bijdrage per stof van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 26: Bijdrages per stof van de onder LED 3100 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
3100: Wegverkeer Totaal	0,89%	32,48%	1,89%	21,64%	25,17%	62,11%	57,12%

Wegverkeer is voor heel veel stoffen een dominante bron van emissies. Dit geldt voor NO_x, PM₁₀, PM_{2,5}, koolmonoxide en benzeen. De bijdragen aan NH₃ en SO₂ liggen op een beduidend lager niveau. De emissies van PM₁₀ en PM_{2,5} worden voor een deel door slijtageprocessen veroorzaakt. Hoewel resuspensie een zeer belangrijke bron is van secundaire emissies van PM₁₀ en PM_{2,5} is dit proces niet inbegrepen in het Nederlandse instrumentarium voor de berekening van de luchtkwaliteit.

Uitworphoogte en warmte inhoud

De hoogtes van de uitlaatsystemen van personenauto's en vrachtauto's kunnen enigszins verschillen. De uitlaat van een personenauto ligt op ongeveer 35-40 centimeter boven het wegdek. Van de meeste vrachtauto's ligt de uitlaat gemiddeld wat hoger op ongeveer 50 centimeter boven het wegdek. De emissiehoogte van de slijtage-emissies ligt technisch gesproken weer wat lager. Er bestaat daarnaast nog een minderheid aan vrachtauto's met hoge uitlaten die zich op ongeveer 3 tot 3,5 meter hoogte boven het wegdek bevinden. De hoogte van een gemiddelde personenauto is ongeveer 1,5 meter. Een vrachtauto is in het algemeen lager dan 4 meter. Het aandeel in aantal kilometers van vrachtauto's in het dagelijkse verkeer is globaal genomen ongeveer een factor 10 lager dan personenauto's. De gemiddelde hoogte van de emissies ligt op ongeveer 40 centimeter. Echter, door de snelheid van het verkeer wordt de lucht in beweging gebracht en vindt er menging van de vrijgekomen emissies plaats. Door deze turbulentie is de effectieve uitworphoogte hoger en op basis hiervan wordt de huidige keuze voor de gemiddelde uitworphoogte (2,5 meter) aangehouden.

De gemiddelde warmte-emissie van een personenauto kan afhankelijk van het benzineverbruik op ongeveer 20 - 40 kW berekend¹ worden. Een vrachtauto zal op grond van het verbruik ongeveer een factor 4 tot 5 hoger uitkomen. Het is de vraag of de auto of de weg als emissiebron gezien moet worden. Indien we praten over een snelweg kunnen daar op 1 dag of 12 uur meer dan 100.000 voertuigen passeren. Als we uitgaan van 100.000 auto's in 12 uur, dan passeert per seconde 2,3 auto. De warmte inhoud van de weg wordt hiermee 2,3 keer zo groot als die van een individuele auto. Bij 43.200 auto's per 12 uur passeert iedere seconde 1 auto en verandert er niets aan de warmte inhoud. Naast de energie uit auto's voegt de zon gemiddeld per strekkende meter weg van 10 meter breed ook nog zo'n 1,5 kW toe. Uitgaande van ongeveer

¹ Verbruik 1 liter op 15 kilometer, gemiddelde snelheid 60 km/uur, warmte-inhoud benzine 44 MJ/kg, dichtheid 0,75 kg/liter, thermisch rendement 30%: $60/15 \cdot 0,75 \cdot 44 \cdot 10^6 \cdot (1 - 0,3)/3600 = 26 \text{ kW}$

50.000 voertuigen per etmaal kan op grond van bovenstaande gegevens aan het wegverkeer een gemiddelde warmte inhoud van ongeveer 20 kW worden toegekend.

Samenvatting LED categorie 3100

In Tabel 27 zijn de verspreidingsparameters samengevat.

Tabel 27: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
SO ₂	2,5	20
NO _x	2,5	20
NH ₃	2,5	20
PM ₁₀	2,5	20
PM _{2,5}	2,5	20
CO	2,5	20
C ₆ H ₆	2,5	20
Default	2,5	20

3210: Verkeer - Mobiele werktuigen, landbouw

Onder LED 3210 valt één emissieoorzaak die is weergegeven in Tabel 28. Tevens is in Tabel 28 aangegeven wat de bijdrage per stof van deze emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 28: Bijdrages per stof van de onder LED 3210 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Mobiele werktuigen landbouw – verbranding	2,13%	4,48%	0,00%	3,66%	5,40%	2,68%	2,05%

Uitworphoogte en warmte inhoud

Verreweg de meeste landbouwwerktuigen bestaan uit landbouwtractoren. Daarnaast zijn er ook verschillende gespecialiseerde zelfrijdende andere machines zoals bietenrooiers, maaidorsers, maïshakselaars, mestinjecteurs en spuitmachines. Het aandeel van deze gespecialiseerde machines op het totaal aantal is echter slechts ongeveer 5%. De hoogte van de uitlaat van dit type tractoren bevindt zich op ongeveer 2,5 meter boven het maaiveld.

De pluimstijging als gevolg van de impuls van de uitlaatgassen wordt op grond van visuele waarneming op ongeveer 1 meter geschat. Samen met een uitlaathoogte van 2,5 meter levert dit een emissiehoogte van 3,5 meter op.

Het gemiddelde vermogen van landbouwtractoren bedroeg in 2007 zo'n 65 kW met als grootste groep de tractoren met ongeveer 70 kW vermogen, terwijl het rendement ongeveer 40% is (Hulskotte, 2009). De gemiddelde motorbelasting ligt tussen de 40 en de 50%. Hiermee komt de gemiddelde warmte inhoud uit op afgerond 20 kW.

Samenvatting LED categorie 3210

In Tabel 29 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 29: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
SO ₂	3,5 *	20
NO _x	3,5 *	20
PM ₁₀	3,5 *	20
PM _{2,5}	3,5 *	20
CO	3,5 *	20
C ₆ H ₆	3,5 *	20
Default	3,5 *	20

* Hoogte, inclusief pluimstijging als gevolg van impuls

Literatuur

Zie bijvoorbeeld de folder voor de tractoren van New-Holland model T5060, T5000_80001nl.pdf

(URL:http://agriculture.newholland.com/benelux/nl/Products/Tractors/T5000/Pages/products_brochure.aspx)

Hulskotte J.H.J. (2009). Emissiemodel **M**obiele **M**achines gebaseerd op machineverkopen in combinatie met brandstof **A**fzet (EMMA), TNO rapport 2009-01782.

3220: Verkeer - Mobiele werktuigen, bouw

Onder LED 3220 valt één emissieoorzaak die is weergegeven in Tabel 30. Tevens is in Tabel 30 aangegeven wat de bijdrage per stof van deze emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 30: Bijdrages per stof van de onder LED 3220 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Mobiele werktuigen, bouwsector verbranding	0,52%	1,09%	0,00%	0,89%	1,31%	0,65%	0,50%

Opmerking

In 2009 zijn uit de emissieoorzaak 'Mobiele werktuigen: overig' twee emissieoorzaken afgesplitst: 'Mobiele werktuigen: industrie' en 'Mobiele werktuigen: HDO'. Voorgesteld wordt om deze twee nieuwe oorzaken te scharen onder LED categorie 3220, omdat de emissiekenmerken van deze emissieoorzaken gelijk zullen zijn aan de emissiekenmerken van mobiele werktuigen in de bouwsector. De aanduiding wordt dan 'Mobiele werktuigen: bouw, industrie en HDO'.

Uitworphoogte en warmte inhoud

De bouwwerktuigen die de meeste energie gebruiken zijn graafmachines en laadschoppen. Samen gebruiken deze machines meer dan 70 procent van de brandstof die in bouwmachines wordt gebruikt. De emissiehoogte van de graafmachines ligt gemiddeld op iets meer dan 2 meter terwijl de gemiddelde emissiehoogte van laadschoppen rond 3 meter zal liggen.

De pluimstijging als gevolg van de impuls van de uitlaatgassen wordt op grond van visuele waarneming op ongeveer 1,5 meter geschat. Samen met een gemiddelde uitlaathoogte van 2,5 meter levert dit een emissiehoogte van 4 meter op.

Het gemiddelde vermogen van graafmachines bedroeg in 2007 ongeveer 70 kW met als grootste groep de graafmachines met ongeveer 100 kW vermogen. Het gemiddelde vermogen van laadschoppen bedroeg in 2007 meer dan 120 kW met als grootste groep de laadschoppen met ongeveer 100 kW vermogen. De gemiddelde warmte inhoud wordt op 35 kW geschat.

Samenvatting LED categorie 3220

In Tabel 31 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 31: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
SO ₂	4 *	35
NO _x	4 *	35
PM ₁₀	4 *	35
PM _{2,5}	4 *	35
CO	4 *	35
C ₆ H ₆	4 *	35
Default	4 *	0

* Hoogte, inclusief pluimstijging als gevolg van impuls

Literatuur

Zie bijvoorbeeld de folder van graafmachines van Volvo model EC180C, brochure EC180C_EU_EN_21C1002879.pdf

URL: http://www.volvo.com/NR/rdonlyres/EA747F1A-8673-4EB0-83B6-90024D322ECB/0/Brochure_EC180C_EU_EN_21C1002879.pdf

Zie bijvoorbeeld de folder van wielladers van Volvo model L60F, L70F, L90F, brochure L60FL90F_21C1002737_200706.pdf

URL: http://www.volvo.com/NR/rdonlyres/DDEB514D-0577-4D08-A8E9-DA91406AE29A/0/brochureL60FL90F_21C1002737_200706.pdf

3230: Verkeer - Mobiele werktuigen, overig

Onder LED 3230 valt één emissieoorzaak die is weergegeven in Tabel 32. Tevens is in Tabel 32 aangegeven wat de bijdrage per stof van deze emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 32: Bijdrages per stof van de onder LED 3230 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Mobiele werktuigen overig - verbranding	0,95%	2,00%	0,00%	1,63%	2,41%	1,20%	0,91%

Opmerking

In 2009 zijn uit de emissieoorzaak ‘Mobiele werktuigen: overig’ twee emissieoorzaken afgesplitst: ‘Mobiele werktuigen: industrie’ en ‘Mobiele werktuigen: HDO. Voorgesteld wordt om deze twee nieuwe oorzaken te scharen onder LED categorie 3220, omdat de emissiekenmerken van deze emissieoorzaken gelijk zullen zijn aan de emissiekenmerken van mobiele werktuigen in de bouwsector.

De resterende emissieoorzaken onder LED categorie 3230 worden voortaan als ‘Mobiele werktuigen: Consumenten’ aangeduid.

Uitworphoogte en warmte inhoud

Met bovenstaande voorgestelde wijziging bevat deze LED categorie slechts één emissieoorzaak, namelijk “Mobiele werktuigen - consumenten”. Deze emissiebron draagt belangrijk bij aan de emissie van koolmonoxide. Verreweg de meeste koolmonoxide en benzeen wordt uitgestoten door grasmaaiers. Er bestaan twee typen grasmaaiers namelijk de met de hand voortbewogen motormaiers en de zogenaamde zitmaiers. Beide typen grasmaaiers hebben meestal uitlaatsystemen waarvan de uitgang zich minder dan een halve meter boven het maaiveld of zelfs op het maaiveld bevindt. De pluimstijging door impuls wordt nihil geacht.

De warmte inhoud van grasmaaiers bevindt zich tussen 1 en 5 kW. Voorgesteld wordt om hier geen rekening mee te houden, omdat deze onder de grens van 10 kW ligt.

Samenvatting LED categorie 3230

In Tabel 33 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 33: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
SO ₂	0,3	0
NO _x	0,3	0
PM ₁₀	0,3	0
PM _{2,5}	0,3	0
CO	0,3	0
C ₆ H ₆	0,3	0
Default	0,3	0

Literatuur

Volgers J.E. (2007). *De Nederlandse markt voor Grasmaaiers*, VOLBUR/2007-P3, www.volbur.nl.

3600: Verkeer - Luchtvaart

Onder LED 3600 valt een aantal emissieoorzaken welke zijn weergegeven in Tabel 34. Omdat de hoogte per emissieoorzaak aanzienlijk kan verschillen worden per emissieoorzaak aparte verspreidingskarakteristieken gegeven. Of dit tot een opsplitsing van de LED categorie moet leiden kan niet door de auteur worden bepaald.

In Tabel 34 is per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 34: Bijdrages per stof van de onder LED 3600 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Overige vliegvelden LTO-Climb Out+Approach, excl. militair	0,00%	0,02%		0,01%	0,02%	0,29%	0,01%
Overige vliegvelden LTO-Take Off+Idle, excl. Militair	0,00%	0,01%		0,01%	0,01%	0,11%	0,05%
Schiphol, vliegverkeer-approach	0,02%	0,09%	0,00%	0,03%	0,04%	0,03%	0,01%
Schiphol, vliegverkeer-APU/GPU	0,01%	0,04%	0,00%	0,05%	0,08%	0,03%	0,01%
Schiphol, vliegverkeer-climb out	0,03%	0,28%	0,00%	0,09%	0,14%	0,01%	0,01%
Schiphol, vliegverkeer-idle	0,04%	0,07%	0,00%	0,05%	0,08%	0,49%	0,34%
Schiphol, vliegverkeer-take off	0,01%	0,18%	0,00%	0,05%	0,08%	0,00%	0,00%

Twee emissieoorzaken zijn relevant voor NO_x namelijk de vliegfasen climb-out en take-off op Schiphol. Fijn stof komt het meest vrij tijdens climb-out. Koolmonoxide en benzeen zijn het hoogst tijdens idle (stationair draaien).

Uitworphoogte en warmte inhoud

De hoogte waarop de emissies tijdens de LTO-cyclus vrijkomen varieert uitsluitend per vliegfase. De fasen idle, take-off en de emissieoorzaak APU/GPU vinden plaats op grondniveau. Voor een gemiddeld vliegtuig (van ongeveer 100 ton Maximum Take-off Weight (MTOW) bijvoorbeeld een Boeing 757) zal de emissie plaatsvinden ongeveer ter hoogte van de romp wat overeenkomt met ongeveer 6 meter (zie het document van Boeing 753sec2.pdf).

De vliegfasen climb-out en approach verdelen de emissies tussen de genoemde 6 meter en 3.000 foot (900 meter). Het doen van een aanbeveling voor de beste representatieve emissiehoogte hiervoor is niet mogelijk zonder aanvullend modelleerwerk. Het is duidelijk dat een simpel gemiddelde van 450 meter de concentratiebijdrage aanzienlijk zal onderschatten.

De vraag naar de warmte-inhoud van de pluim is niet zo gemakkelijk te beantwoorden aangezien er een zeer grote range is in vliegtuiggroottes. Het meest voorkomende vliegtuig op Schiphol is de Boeing 737-800. In onderstaande tabel staan enkele relevante kenmerken van een gebruikelijke motor (CFM56-7B26) van dit vliegtuig.

Uitgaande van mechanisch rendement van ongeveer 40%² van de modernste gasturbinemotoren mag aangenomen worden dat de warmte inhoud van 1 motor ligt tussen 2 en 25 MW afhankelijk van de vliegfase. Het is echter niet aan te raden om deze gegevens te gebruiken voor berekeningen aan de pluimstijging aangezien de uitlaat van een vliegtuig niet met een schoorsteen vergeleken kan worden.

Tabel 35: Brandstofverbruik en geschatte warmte inhoud CFM56-B26

Fase	Verbruik (kg/s)	Warmte inhoud (MW)
Take-off	1,221	24
Climb-out	0,999	20
Approach	0,334	7
Idle	0,113	2

Bron: CAEP, 2009

Overige verspreidingskarakteristieken

Van belang is verder de initiële verticale en horizontale spreiding van de vliegtuigpluim alsmede de pluimstijging. Door de Federal Aviation Authority zijn hier LIDAR-metingen aan gedaan bij Los Angeles (Wayson et al., 2004) die gelden voor emissie op de grond. De aanbevelingen die hierin zijn gedaan zijn deze:

Sigma Y = 10,5 meter

Sigma Z = 4,1 meter

Pluimstijging = 12 meter

Samenvatting LED categorie 3600

Aanbevolen wordt om de luchtvaart op te splitsen in twee deelbronnen namelijk emissies op grondniveau met de oorzaken idle, apu/gpu en take-off, en emissies tijdens dalen en stijgen (approach en climb-out).

Tabel 36: Aanbevolen verspreidingsparameters voor Idle, APU/GPU en Take-off

Stof	Hoogte (m)	Pluimstijging (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)
Default	6	12	10,5	4,1

Tabel 37: Aanbevolen verspreidingsparameters voor Approach en Climb-out

Stof	Hoogte (m)	Pluimstijging (m)	Sigma Y (m)	Sigma Z (m)
Default	6-450	0	>100	>100

² Zie bijvoorbeeld het rendement van de van de CF6-80C2 afgeleide LM6000 gasturbine die op 42% gesteld wordt: [http://en.wikipedia.org/wiki/Specific_fuel_consumption_\(shaft_engine\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Specific_fuel_consumption_(shaft_engine))

Overige parameters: direct NO₂

In het kader van een project in het kader van de duurzame ontwikkeling van Heathrow (PSDH) is modelleerwerk gedaan aan de directe uitworp van NO₂ door vliegtuigmotoren. Hieruit zijn enkele uitkomsten als voorlopige aanbeveling afgeleid.

Tabel 38: Directe NO₂ emissies

LTO fase	Take-off	Climb out	Approach	Idle
direct NO ₂	1 - 8%	2 - 8,5%	10 - 20%	25 - 50%
gemiddeld	4,5%	5,3%	15,0%	37,5%

Bron: Raper et al., 2006

Literatuur

Boeing, Boeing 757 Airplane description 2.0 (753sec2.pdf), URL: www.boeing.com

CAEP (2009). ICAO engine emissions databank, ICAO Committee on Aviation Environmental Protection (CAEP). URL: <http://www.caa.co.uk/default.aspx?catid=702>

Raper, D. et al. (2006). Project for the Sustainable Development of Heathrow - Report of the Air Quality Technical Panels, Chapter 3: Emission sources.

Wayson et al. (2004). The use of LIDAR to characterize the aircraft initial plume characteristics, FAA-AEE-04 -01.

3700: Verkeer - Railverkeer

Onder LED 3700 valt een aantal emissieoorzaken die zijn weergegeven in Tabel 39. Tevens is in Tabel 39 per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 39: Bijdrages per stof van de onder LED 3700 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Spoorwegen - slijtage van stroomafnemers				0,01%	0,01%		
Spoorwegen – vonkerosie bovenleidingen				0,01%	0,02%		
Spoorwegen – vrachtovervoer verbranding	0,11%	0,38%	0,00%	0,06%	0,08%	0,03%	0,03%
Spoorwegen diesel personenv. Verbranding	0,05%	0,09%	0,00%	0,07%	0,11%	0,03%	0,04%
Spoorwegen-metro-sneltram vonkerosie van bovenleidingen				0,00%	0,00%		

Relevante hoeveelheden SO₂ en NO_x worden uitgestoten door de dieseltractie van vrachtovervoer en PM_{2,5} door dieseltractie van het personenvervoer.

Uitworphoogte en warmte inhoud

De belangrijkste locomotief voor het goedertransport in Nederland is de 6400-serie (120 stuks, dit is meer dan 50%). De uitgang van de uitlaat bevindt zich ongeveer 4 meter boven de spoorrails. De uitlaten van de personentreinen zullen ongeveer 0,5 meter lager zijn. De pluimstijging door impuls wordt op 1,5 meter geschat. Samen met een uitlaathoogte van 3,5 - 4 meter levert dit afgerond een emissiehoogte van 5 meter op.

De 6400 serie beschikt over dieselmotoren met een vermogen van 1.180 kW. Dit vermogen zal vooral tijdens het optrekken van de treinen worden aangesproken. De warmte inhoud wordt geschat op minder dan een kwart van het vermogen (ongeveer 200 kW).

Samenvatting LED categorie 3700

In Tabel 40 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 40: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte * (m)	Warmte (kW)
SO ₂	5	200
NO _x	5	200
PM _{2,5}	5	200
Default	5	200

* Hoogte, inclusief pluimstijging als gevolg van impuls

Literatuur

Een lijst van het Nederlands spoorwegmaterieel is te vinden op Wikipedia:

http://nl.wikipedia.org/wiki/Lijst_van_Nederlands_spoorwegmaterieel#Diesellocomotieven_E2.80.93_aanwezig_in_2008

Technische informatie over de 6400-serie: <http://www.loks-aus-kiel.de/index.php?nav=1400707&lang=1>

3850: Verkeer - Scheepvaart, visserij

Onder LED 3850 valt één emissieoorzaak die is weergegeven in Tabel 41. Tevens is in Tabel 41 aangegeven wat de bijdrage per stof van deze emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 41: Bijdrages per stof van de onder LED 3600 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Visserij verbranding, Nederlandse kottervisserij en binnervisserij	0,95%	2,95%	0,00%	0,70%	1,03%	0,37%	0,48%

Uitworphoogte en warmte inhoud

Verreweg de meeste vissersschepen bestaan uit viskotters. De schoorsteenhoogte hangt af van de grootte van het schip en de uitvoering van de uitlaatpijp. De modernere schepen hebben een verhoogde schoorsteenuitlaat die schuin naar achter weg steekt. De gemiddelde hoogte boven de waterlijn hiervan wordt geschat op 8 meter. De wat oudere schepen hebben vaak een uitlaatpijp die juist boven de stuurhut uitkomt. De hoogte hiervan wordt geschat op 6 meter boven de waterlijn. Naast de viskotters maken ook enkele grotere vrieshektrawlers deel uit van de Nederlandse visserijvloot. Hoewel de emissies van deze schepen wel worden meegenomen zijn de emissiekenmerken minder relevant omdat deze schepen gewoonlijk niet op het NCP vissen en de schepen in aantal gering zijn.

De pluimstijging door impuls is verwaarloosbaar geschat, o.a. omdat de uitlaat in veel gevallen schuin naar achteren staat waardoor het effect van impuls veel kleiner is.

Er waren in 2006 344 viskotters actief met een totaal vermogen van 304.000 pk. Het gemiddelde vermogen was 884 pk. Er werden 55 miljoen pk-dagen gevestigd en het verbruik was 226 miljoen liter dieselolie. Uit deze gegevens valt af te leiden dat de gemiddelde kotter 180 dagen per jaar heeft gevestigd. De gemiddelde thermische input aan brandstof bij 42 MJ/kg diesel wordt becijferd op ongeveer 1,5 MW. Hiervan zal gemiddeld ongeveer een kwart via de uitlaatgassen worden afgevoerd, waarmee de warmte inhoud komt op 375 kW.

Samenvatting LED categorie 3850

In Tabel 42 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 42: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
SO ₂	7	375
NO _x	7	375
PM ₁₀	7	375
PM _{2,5}	7	375
CO	7	375
C ₆ H ₆	7	375
Default	7	375

Literatuur

Taal, C. et al. (2007). Visserij in cijfers 2007, Rapport PR.07.04; ISBN 978-90-8615-192-9, LEI, Den Haag.

3860: Verkeer - Scheepvaart, binnenscheepvaart

Onder LED 3860 valt een aantal emissieoorzaken welke zijn weergegeven in Tabel 43. Tevens is in Tabel 43 per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 43: Bijdrages per stof van de onder LED 3860 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Binnenvaart internationaal – verbranding	1,66%	4,68%	0,00%	1,83%	2,70%	1,02%	0,96%
Binnenvaart internationaal duwvaart – verbranding	0,35%	1,05%	0,00%	0,37%	0,55%	0,20%	0,19%
Binnenvaart nationaal - verbranding	0,66%	1,79%	0,00%	0,77%	1,14%	0,45%	0,44%
Binnenvaart nationaal duwvaart – verbranding	0,10%	0,31%	0,00%	0,11%	0,16%	0,06%	0,06%
Binnenvaart ontgassing van ladingdampen							1,85%
Binnenvaart passagiers- en veerboten – verbranding	0,17%	0,44%	0,00%	0,35%	0,52%	0,08%	0,19%

Een viertal emissieoorzaken die betrekking hebben op het vrachtvervoer met binnenschepen draagt significant bij aan de emissies van SO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5} en CO en benzeen. Het ontgassen van ladingdampen draagt belangrijk bij aan de emissies van benzeen. Daarnaast is de emissie van veerponten een significante bron van SO₂, NO_x, PM₁₀, PM_{2,5} en benzeen.

Uitworphoogte en warmte inhoud

De uitlaatsystemen van binnenvaartschepen kennen diverse uitvoeringstypen waarbij de hoogte varieert tussen een emissie onder het wateroppervlak tot enkele meters boven het wateroppervlak. Een veel voorkomende situatie is dat de uitlaat zich recht achter de stuurhut bevindt op ongeveer 3 meter boven het wateroppervlak.



Bron: <http://www.wijgula.nl>

De hoogte van de uitgang van de uitlaat boven het wateroppervlak hangt tevens af van de beladingsgraad van het schip. Dit kan een geschat verschil van 1 tot 2,5 meter uitmaken. Duwbotten en veerponten - met in de meeste gevallen hogere uitlaatsystemen - hebben een relatief gering aandeel van in de emissie, waardoor er geen noodzaak is deze emissieoorzaken apart te modelleren. Ladingdampen zullen meestal wat lager vrijkomen dan uitlaatgassen en zullen geen pluimstijging kennen. Aangezien echter deze emissieoorzaak waarschijnlijk niet leidt tot knelpunten in milieukwaliteit is geen aanleiding om deze emissieoorzaak nauwkeuriger te modelleren. Op grond van voorgaande beschouwingen wordt voorgesteld om 3 meter als representatieve uitworphoogte te beschouwen.

De pluimstijging als gevolg van de impuls van de uitlaatgassen wordt op grond van visuele waarneming op ongeveer 1,5 meter geschat. Samen met een uitlaathoogte van 3 meter levert dit een emissiehoogte van 4,5 meter op.

Een gemiddeld binnenvaartschip heeft een vermogen van ongeveer 500 kW (IVR, 2006). Gemiddeld zal ongeveer 60% van het vermogen worden gebruikt (Bolt, 2003). Ongeveer de helft van het vermogen zal als warmte vrijkomen. Dit levert een gemiddelde warmte inhoud van 150 kW op.

Samenvatting LED categorie 3860

In Tabel 44 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 44: Aanbevolen verspreidingsparameters verkeer - binnenscheepvaart

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
SO ₂	4,5 *	150
NO _x	4,5 *	150
PM ₁₀	4,5 *	150
PM _{2,5}	4,5 *	150
CO	4,5 *	150
C ₆ H ₆	4,5 *	150
Default	4,5 *	150

* Hoogte, inclusief pluimstijging als gevolg van impuls

Er loopt een project door DCMR waarin studie gemaakt zal worden van de verspreiding van scheepvaartemissies. Het kan van belang zijn de resultaten van dit project te verwerken in de emissiekenmerken.

Literatuur

Bolt, E. (2003). Schatting Energiegebruik binnenvaartschepen, Emissieregistratie en – Monitoring Scheepvaart (EMS) (deel II), achtergronddocumenten.

IVR, 2006. IVR database, cijfers 2006.

3871: Verkeer - Scheepvaart, zeescheepvaart op NCP

Onder LED 3871 valt slechts één emissieoorzaak die is weergegeven in Tabel 45. Tevens is in Tabel 45 aangegeven wat de bijdrage per stof van deze emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 45: Bijdrages per stof van de onder LED 3871 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Zeescheepvaart – varende zeeschepen op NCP, verbrandingsemissies	73,12%	25,78%	0,01%	18,54%	27,34%	3,60%	2,76%

In Tabel 45 is te zien dat de bijdrage van de zeescheepvaart aan de totale, collectief geregistreerde emissie van SO₂, NO_x en PM zeer significant is. De bijdragen aan koolmonoxide en benzeen zijn minder doch significant.

Uitworphoogte en warmte inhoud

Omdat er slechts één emissieoorzaak wordt aangeleverd aan Emissieregistratie kan geen differentiatie in emissiehoogte per stof worden aangegeven. Omdat grotere schepen nagenoeg alle op zware stookolie lopen en deze schepen daardoor hogere schoorstenen zullen hebben zou het aanbrengen van wat meer onderscheid in scheepsgrootte wellicht aan te bevelen zijn voor het verkrijgen van een betere emissiekenmerk.

De emissiehoogte van een gemiddeld zeeschip is vrij ruw benaderd door uit te gaan van een vaste verhouding tussen lengte (6), breedte (1), diepgang (0,25) en hoogte (1,5) van het schip. Het volume van het schip is benaderd met lengte × breedte × diepte. Vervolgens zijn de zo berekende volumes rechtstreeks gerelateerd aan het Gross Tonnage van de werkelijke vloot die in 2000 op NCP heeft gevaren en zijn de bijbehorende hoogtes opgezocht. De hoogte van een gemiddeld varende zeeschip is op 5/6 deel van een gemiddeld zeeschip genomen, omdat de diepgang van de hoogte is afgetrokken. In Tabel 46 wordt de gemiddelde schoorsteenhoogte en het aandeel in activiteit op het NCP weergegeven. Het aandeel wordt weergegeven als procentuele bijdrage aan GTnms (Gross Tonnage * nautical miles). Cijfers zijn gebaseerd op EMS cijfers voor zeeschepen op het NCP (Hulskotte e.a., 2003).

Tabel 46: Geschatte gemiddelde schoorsteenhoogtes van schepen en aandeel op NCP.

Type schip	Aandeel (% GTnms)	Schoorsteenhoogte (m)
Andere tankers (sap,chemie)	7%	23
Bulkcarriers	15%	37
Container schepen	24%	37
Conv.stukgoed	19%	26
Ferries / RoRo	16%	30
Olie tankers (crude)	16%	40
Overige schepen	0,4%	19
Reefers	2%	21
Gemiddeld	100%	33

De warmte inhoud is berekend uit de CO₂-emissie per schip. Daarbij is als uitgangspunt gehanteerd dat 3,16 kg CO₂ overeenkomt met 1 kg brandstof met een gemiddelde energie-inhoud van 41,5 MJ/kg. Er zijn gemiddeld ongeveer 180 varende zeeschepen op het NCP aanwezig die ongeveer 4,1 Mton CO₂ emitteren per jaar. Het gemiddelde thermische vermogen komt daarmee op ongeveer 9,5 MW. Daarvan zal ongeveer een kwart (2,4 MW) via de schoorsteen ontwijken.

Samenvatting LED categorie 3871

In Tabel 47 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 47: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (MW)
SO ₂	33	2,4
NO _x	33	2,4
PM ₁₀	33	2,4
PM _{2,5}	33	2,4
CO	33	2,4
C ₆ H ₆	33	2,4
Default	33	2,4

Literatuur

Hulskotte, J.H.J, Bolt, E., Broekhuizen, D. (2003). EMS-protocol Emissies door verbrandingsmotoren van Zeeschepen op het Nederlands Continentaal Plat, RWS-AVV, Rotterdam.

3872: Verkeer - Scheepvaart, binnengaatse zeescheepvaart

Onder LED 3872 valt slechts één emissieoorzaak die is weergegeven in Tabel 48. Tot deze emissieoorzaak behoren de zeeschepen die over Nederlands grondgebied varen om een haven aan te doen of te verlaten (inclusief schepen van/naar de haven van Antwerpen). Tevens is in Tabel 48 per stof aangegeven wat de bijdrage van deze emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 48: Bijdrages per stof van de onder LED 3871 vallende emissieorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Zeescheepvaart – varende zeeschepen, verbrandingsemissies	7,99%	2,95%	0,00%	2,11%	3,10%	0,55%	0,37%

In Tabel 48 is te zien dat de bijdrage van de binnengaatse zeescheepvaart aan de totale, collectief geregistreerde emissie van SO₂, NO_x en PM significant is. De bijdragen aan koolmonoxide en benzeen zijn minder.

Uitworphoogte en warmte inhoud

Omdat er slechts één emissieoorzaak wordt aangeleverd aan Emissieregistratie kan geen differentiatie in emissiehoogte per stof worden aangegeven. Omdat grotere schepen nagenoeg alle op zware stookolie lopen en deze schepen daardoor hogere schoorstenen zullen hebben zou het aanbrengen van wat meer onderscheid in scheepsgrootte wellicht aan te bevelen zijn voor het bepalen van een betere emissiekenmerk.

De emissiehoogte van een gemiddeld zeeschip is vrij ruw benaderd door uit te gaan van een vaste verhouding tussen lengte (6), breedte (1), diepgang (0,25) en hoogte (1,5) van het schip. Het volume van het schip is benaderd met lengte × breedte × diepte.

Vervolgens zijn de zo berekende volumes rechtstreeks gerelateerd aan het Gross Tonnage van de werkelijke vloot die de Nederlandse havens heeft aangedaan en zijn de bijbehorende hoogtes opgezocht. De hoogte van een gemiddeld varende zeeschip is op 5/6 deel van een gemiddeld zeeschip gesteld, omdat de diepgang van de hoogte is afgetrokken. In Tabel 49 wordt de gemiddelde schoorsteenhoogte, het aandeel in emissie en de gemiddelde warmte inhoud weergegeven. Het aandeel in emissie wordt weergegeven als procentuele bijdrage aan CO₂ emissie. Cijfers zijn gebaseerd op EMS cijfers voor varende en manoeuvrerende zeeschepen (Hulskotte e.a., 2003). De cijfers zijn anders dan de cijfers in LED3871, omdat de samenstelling van de vloot anders is voor schepen die op het Nederlands grondgebied varen dan voor schepen die op het NCP varen.

Tabel 49: Geschatte gemiddelde schoorsteenhoogtes van schepen en aandeel in CO₂ emissie op Nederlandse wateren en de gemiddeld geschatte warmte inhoud per schip

Scheepstype	Aandeel in emissie varend (% CO ₂)	Schoorsteenhoogte varend (m)	Warmte inhoud varend (MW)
Andere tankers (sap,chemie)	7%	21	1,2
Bulkcarriers	4%	33	2,0
Container schepen	8%	33	1,8
Conv.stukgoed	6%	13	0,5
Ferries / RoRo	9%	29	1,8
Varen op Antwerpen	43%	25	2,5
Olie tankers (crude)	3%	33	1,3
Overige schepen	19%	13	8,2
Reefers	1%	21	1,1
Gemiddeld schip	100%	23	2,0

De warmte inhoud is berekend uit de CO₂-emissie per schip en de bijbehorende gesommeerde vaartijden. Daarbij is als uitgangspunt gehanteerd dat 3,16 kg CO₂ overeenkomt met 1 kg brandstof met een gemiddelde energie-inhoud van 41,5 MJ/kg. De warmte inhoud via de schoorsteen is gesteld op 25 procent van de energie-input van de scheepsmotoren. Aldus wordt een warmte inhoud van 2 MW berekend.

Samenvatting LED categorie 3872

In Tabel 50 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 50: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (MW)
SO ₂	23	2,0
NO _x	23	2,0
PM ₁₀	23	2,0
PM _{2,5}	23	2,0
CO	23	2,0
C ₆ H ₆	23	2,0
Default	23	2,0

Literatuur

Hulskotte, J.H.J, Bolt, E., Broekhuizen, D. (2003). EMS-protocol Emissies door verbrandingsmotoren van varende en manoeuvrerende zeeschepen op het Nederlands grondgebied, RWS-AVV, Rotterdam.

3873: Verkeer - Scheepvaart, stilliggende zeeschepen

Onder LED 3873 valt slechts één emissieoorzaak die is weergegeven in Tabel 51. Tevens is in Tabel 51 per stof aangegeven wat de bijdrage van deze emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 51: Bijdrages per stof van de onder LED 3873 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Stilliggende schepen	5,69%	1,46%	0,00%	0,82%	1,21%	0,25%	0,24%

In Tabel 51 is te zien dat de bijdrage van de stilliggende zeeschepen aan de totale, collectief geregistreerde emissie van SO₂, NO_x en PM significant is. De bijdragen aan koolmonoxide en benzeen zijn minder. Tot deze emissieoorzaak behoren de schepen die in de haven liggen. Dit zijn dezelfde schepen als in LED 3872, exclusief de schepen die onderweg zijn van/naar de haven van Antwerpen

Uitworphoogte en warmte inhoud

Omdat er slechts één emissieoorzaak wordt aangeleverd aan Emissieregistratie kan geen differentiatie in emissiehoogte per stof worden aangegeven. Omdat grotere schepen nagenoeg alle op zware stookolie lopen en deze schepen daardoor hogere schoorstenen zullen hebben zou het aanbrengen van wat meer onderscheid in scheepsgrootte wellicht aan te bevelen zijn voor het bepalen van een betere emissiekenmerk.

De emissiehoogte van een gemiddeld zeeschip is vrij ruw benaderd door uit te gaan van een vaste verhouding tussen lengte (6), breedte (1), diepgang (0,25) en hoogte (1,5) van het schip. Het volume van het schip is benaderd met lengte × breedte × diepte.

Vervolgens zijn de zo berekende volumes rechtstreeks gerelateerd aan het Gross Tonnage van de werkelijke vloot die de Nederlandse havens heeft aangedaan en zijn de bijbehorende hoogtes opgezocht. Ten opzichte van LED categorie 3872 is 5 - 10 meter emissiehoogte in mindering gebracht vanwege de diepte van de waterlijn ten opzichte van de kade en omliggende omgeving in de havens (zie Tabel 52).

In Tabel 52 wordt de gemiddelde schoorsteenhoogte, het aandeel in emissie en de gemiddelde warmte inhoud weergegeven. Het aandeel in emissie wordt weergegeven als procentuele bijdrage aan CO₂ emissie. Cijfers zijn gebaseerd op EMS cijfers voor stilliggende zeeschepen (Hulskotte e.a., 2003).

Tabel 52: Geschatte gemiddelde schoorsteenhoogtes van stilliggende schepen en aandeel in emissie in de Nederlandse havens en de gemiddeld geschatte warmte inhoud per schip

Scheepstype	Aandeel in emissie Stilliggend (% CO ₂)	Schoorsteenhoogte boven kade Stilliggend (m)	Kade hoogte boven waterlijn (m)	Warmte inhoud Stilliggend (MW)
Andere tankers (sap,chemie)	15%	15	6	0,40
Bulkcarriers	8%	23	10	0,28
Container schepen	18%	23	10	0,60
Conv.stukgoed	3%	8	5	0,04
Ferries / RoRo	19%	19	10	0,41
Olie tankers (crude)	30%	23	10	1,73
Overige schepen	3%	8	5	0,08
Reefers	3%	15	6	0,55
Gemiddeld schip	100%	20		0,35

De warmte inhoud is berekend uit de CO₂-emissie per schip en de bijbehorende gesommeerde ligtijden. Daarbij is als uitgangspunt gehanteerd dat 3,16 kg CO₂ overeenkomt met 1 kg brandstof met een gemiddelde energie-inhoud van 41,5 MJ/kg. De warmte inhoud via de schoorsteen is gesteld op 25 procent van de energie-input van de scheepsmotoren. Aldus wordt een warmte inhoud van 0,35 MW berekend.

Samenvatting LED categorie 3873

In Tabel 53 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 53: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
SO ₂	20	350
NO _x	20	350
PM ₁₀	20	350
PM _{2,5}	20	350
CO	20	350
C ₆ H ₆	20	350
Default	20	350

Literatuur

Hulskotte, J.H.J, Bolt, E., Broekhuizen, D. (2003). EMS-protocol Verbrandingsemissies door stilliggende zeeschepen in havens, RWS-AVV, Rotterdam.

3880: Verkeer - scheepvaart, recreatievaart

Onder LED 3880 valt een aantal emissieoorzaken welke zijn weergegeven in Tabel 54. Tevens is in Tabel 54 per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreeerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 54: Bijdrages per stof van de onder LED 3800 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Uitlaatgassen recreatievaart, benzine – verbranding	0,00%	0,04%		0,02%	0,03%	3,49%	1,20%
Uitlaatgassen recreatievaart, diesel - verbranding	0,08%	0,51%		0,11%	0,16%	0,16%	0,17%
Verdamping benzine recreatievaart							0,03%

De recreatievaart levert redelijk hoge bijdragen aan de emissie van koolmonoxide en benzeen. Dit wordt vooral veroorzaakt doordat een groot deel van de kleinere benzine buitenboordmotoren vaak nog tweetaktmotoren zijn. Dit aandeel tweetakt neemt onder invloed van de Europese emissiewetgeving af.

Uitworphoogte en warmte inhoud

Vanwege beperking van geluidsoverlast lozen uitlaatsystemen van recreatievaartuigen dikwijls onder water of lozen net boven de waterlijn. Bij de buitenboordmotoren zit de uitlaat vaak ingebouwd in de schroefas, waardoor intensieve menging met het water plaatsvindt (zie bijvoorbeeld Honda BF 6 SU). Daarnaast zijn er uitlaatsystemen die onderwater lozen vlak boven de schroef van de buitenboordmotor (zie bijvoorbeeld Honda BF 8 SHU).

Jachten en wat grotere boten worden meestal met dieselmotoren aangedreven. Bij deze boten worden de uitlaatsystemen vaak inwendig gekoeld met water dat van buiten wordt aangezogen en worden de uitlaatgassen in het uitlaatsysteem al gemengd met water en worden daarna onder de waterlijn of vlak boven de waterlijn geloosd (zie bijvoorbeeld Bootbouw publicaties).

Op basis van het bovenstaande wordt voorgesteld de gemiddelde uitworphoogte op 0 meter te stellen.

Het brandstofverbruik van recreatievaartuigen varieert per type vaartuig en ligt gemiddeld ergens tussen 1,5 en 5 kilogram per uur (RWS Waterdienst, 2008). Dit komt overeen met een thermisch verbruik tussen 20 en 60 kW. Hiervan zal ongeveer 60 tot 70 procent als warmte vrijkomen. Het grootste deel van deze warmte zal naar het water worden afgevoerd. Indien verondersteld wordt dat 80-90% van de warmte naar het water gaat zal ergens tussen 5 en 15% als warmte vrijkomen. Hiermee ligt de geschatte warmte inhoud tussen 1 en 10 kW.

Samenvatting LED categorie 3880

In Tabel 55 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 55: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
NO _x	0	5
PM ₁₀	0	5
PM _{2,5}	0	5
CO	0	5
C ₆ H ₆	0	5
Default	0	5

Literatuur

Beschrijving van Honda BF 6 SU en Honda BF 8 SHU

BOOTBOUW PUBLIKATIES / uitlaatsysteem

<http://bootbouw.blog2blog.nl/1412/Uitlaatsysteem.html>

RWS Waterdienst (2008). Motoremissies uit de recreatievaart, Emissieschattingen Diffuse Bronnen Emissieregistratie, versie juni 2008

4110: Landbouw - Veehouderij, stallen

Onder LED 4110 valt een aantal emissieoorzaken welke zijn weergegeven in Tabel 56. Tevens is in Tabel 56 per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 56: Bijdrages per stof van de onder LED 4110 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Stallen-pluimvee, PM ₁₀				12,43%	3,86%		
Stallen-rundvee, PM ₁₀				2,10%	0,65%		
Stallen-varkens, PM ₁₀				6,00%	1,86%		
Veestapel, fokvarkens, stallen + opslag NH ₃			5,55%				
Veestapel, jongvee fokkerij, stallen + opslag NH ₃			2,59%				
Veestapel, leghennen, stallen + opslag NH ₃			6,28%				
Veestapel, melkkoeien, stallen + opslag NH ₃			14,06%				
Veestapel, vleeskalveren, stallen + opslag NH ₃			1,69%				
Veestapel, vleeskuikens, stallen + opslag NH ₃			4,03%				
Veestapel, vleesvarkens, stallen + opslag NH ₃			10,38%				
Veestapel, vleesvee, stallen + opslag NH ₃			1,66%				

Onder LED 4600 valt een emissieoorzaak, welke vanwege de omvang van de emissie en de emissiehoogte, die in het algemeen de stalhoogte niet overschrijdt, onder LED 4110 geschaard kan worden. Het gaat hierbij om de volgende emissieoorzaak:

- Krachtvoer-aanvoer op agrarisch bedrijf, PM₁₀;

In Tabel 57 wordt deze emissieoorzaak en de bijdrage per stof weergegeven.

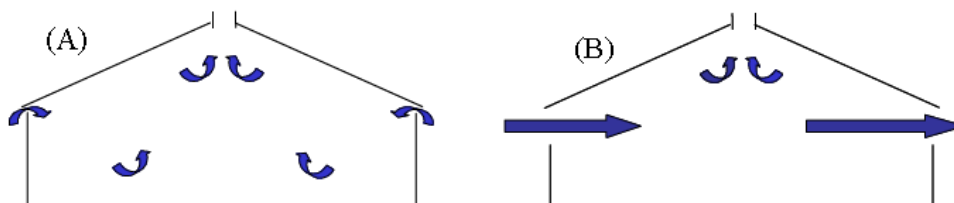
Tabel 57: Bijdrages per stof van de emissieoorzaak die toegevoegd kan worden aan LED 4110

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Krachtvoer-aanvoer op agrarisch bedrijf, PM ₁₀				0,22%	0,07%		

Uitworfhoogte en warmte inhoud

De huisvestingstypen die bepalend zijn voor de emissiehoogte verschillen vooral per diersoort. De bijdragen van de diersoorten aan de NH₃-emissie en de PM₁₀- en PM_{2,5}-emissie lopen aanzienlijk uiteen. Het gaat telkens om emissieoorzaken met significante bijdragen aan de emissie.

Voor rundvee zijn de natuurlijk geventileerde stallen het meest voorkomend. De hoogte van de nok van dit type stallen ligt meestal op ongeveer 6 tot 7 meter.



Figuur 1: Natuurlijk geventileerde stallen voor rundvee

Er zijn verder twee uitvoeringstypen van dit soort natuurlijk geventileerde stallen, een type (A) waarbij de uittredende lucht vooral via de nok wordt afgevoerd en een type (B) dat zeer open is en waarbij uittredende lucht ook vooral zijdelings wordt afgevoerd (zie Figuur 1). Bij de stallen van type (A) is een bepaalde hoogte (6 tot 7 meter) noodzakelijk voor het bereiken van voldoende trek. Bij type (B) is deze hoogte in principe niet noodzakelijk edoch zal om technische redenen vaak dezelfde gebouwhoogte worden aangehouden. Er zijn geen cijfers bekend over stallen met betrekking tot de ventilatieopeningen. De cijfers die hier over verzameld worden hebben vooral tot doel om de invloed op de ammoniakemissies te verrekenen (Luesink, 2005). Omdat deze ventilatieopeningen toch ongeveer een paar meter lager zitten, wordt voorgesteld om een gemiddelde emissiehoogte van 5 meter aan te houden, welke lager ligt dan de hoogte van de nok van de stal.

Bij pluimvee en varkens wordt meestal geforceerd geventileerd wat tot gevolg heeft dat de ventilatie-uitgang vrijwel altijd vrij gekozen kan worden, hetgeen een veel grotere variatie in emissiehoogte tot gevolg heeft. De uitgang van de ventilatiekanalen van de meeste stallen bevinden zullen zich tussen 3 meter en 6 meter bevinden. Gemiddeld genomen zal echter de ventilatieopening zich op een lager niveau bevinden dan bij rundveestallen. Daarom wordt voor de laatste stallen een gemiddelde hoogte van 4 meter voorgesteld.

De warmte inhoud van stallen kan niet helemaal verwaarloosd worden. Met 60 koeien met elk rond 400 W of 600 varkens met elk rond 100 W ligt de gemiddelde warmte inhoud van stallen rond 25 tot 60 kW. Het verschil tussen rundvee en overige diersoorten wordt daarmee gecompenseerd door de warmte inhoud. Voorgesteld wordt daarom om 5 meter als gemiddelde emissiehoogte te nemen zonder compensatie voor warmte inhoud. Eventuele verschillen in warmte inhoud als gevolg van koeling of verwarming van stallen is buiten beschouwing gelaten.

Samenvatting LED categorie 4110

In Tabel 58 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 58: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
NH ₃	5	0
PM ₁₀	5	0
PM _{2,5}	5	0
Default	5	0

Literatuur

Luesink, H. (2005). Meer bewegingsvrijheid voor dieren, Agrimonitor, LEI, Den Haag.

4130: Landbouw - Veehouderij, beweiding

4140: Landbouw - Veehouderij, mestaanwending

4200: Landbouw - Aanwending kunstmest

Onder de LED categorieën 4130, 4140 en 4200 vallen emissieoorzaken die zijn weergegeven in Tabel 59. Tevens is in Tabel 59 per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 59: Bijdrages per stof van de onder LED 4130, 4140 en 4200 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Veestapel, jongvee fokkerij, weiden - emissie NH ₃			2,25%				
Veestapel, melkkoeien, weiden - emissie NH ₃			3,03%				
Veestapel, vleesvee, weiden - emissie NH ₃			1,28%				
Veestapel, fokvarkens, aanwending mest - emissie NH ₃			3,51%				
Veestapel, jongvee fokkerij, aanwending mest - emissie NH ₃			2,96%				
Veestapel, leghennen, aanwending mest - emissie NH ₃			1,02%				
Veestapel, melkkoeien, aanwending mest - emissie NH ₃			12,09%				
Veestapel, vleeskalveren, aanwending mest - emissie NH ₃			1,47%				
Veestapel, vleeskuikens, aanwending mest - emissie NH ₃			1,68%				
Veestapel, vleesvarkens, aanwending mest - emissie NH ₃			5,66%				
Veestapel, vleesvee, aanwending mest - emissie NH ₃			1,54%				
Aanwending van kunstmest - NH ₃			9,08%				

Onder LED 4600 valt een aantal emissieoorzaken, welke vanwege de omvang van de emissie en de emissiehoogte onder LED 4200 geschaard kunnen worden. Het gaat hierbij om de volgende emissieoorzaken:

- Gewasbeschermingsmiddelen - toepassing in veld, PM₁₀;
- Landbouwbestrijdingsmiddelen lucht: Vervluchtiging tijdens en na toediening bij open teelten;
- Oogstwerkzaamheden - hooi en akkerbouwgewassen, PM₁₀ en
- Kunstmestaanvoer op agrarisch bedrijf, laden kunstmeststrooier, verspreiden, PM₁₀.

In Tabel 60 worden deze emissieoorzaken en bijdrage per stof weergegeven.

Tabel 60: Bijdrages per stof van de emissieoorzaken die toegevoegd kunnen worden aan LED 4200

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Gewasbeschermingsmiddelen-toepassing in veld, PM ₁₀				0,31%	0,10%		
Kunstmest-aanvoer op agrarisch bedrijf, laden kunstmeststrooier, verspreiden, PM ₁₀				0,26%	0,08%		
Landbouwbestrijdingsmiddelen lucht: Vervluchtiging tijdens en na toediening bij open teelten							0,05%
Oogstwerkzaamheden-hooi en akkerbouwgewassen, PM ₁₀				0,14%	0,04%		

Uitworphoogte en warmte inhoud

De emissiehoogtes van de onder de LED categorieën 4130, 4140 en 4200 bevinden zich alle op grondniveau of iets daarboven. In de huidige berekeningen is hieraan een emissiehoogte van 0,5 meter toegekend. Er is geen reden om hiervan af te wijken.

Er is geen reden om warmte inhoud toe te kennen aan de emissieoorzaken binnen de LED categorieën 4130, 4140 en 4200.

Samenvatting LED categorie 4130, 4140 en 4200

In Tabel 61 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 61: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
NH ₃	0,5	0
PM ₁₀	0,5	0
PM _{2,5}	0,5	0
Default	0,5	0

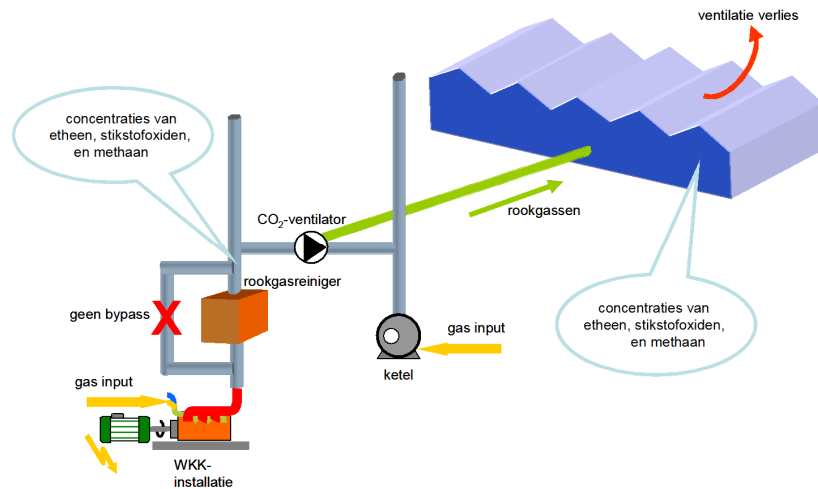
4300: Landbouw - Kassenverwarming

De emissieoorzaken gekoppeld aan de kassenverwarming vallen nu nog onder LED categorie 4600. Echter gezien de emissieomvang van NO_x kunnen ze beter onder een aparte nieuwe LED categorie worden geschaard. Het voorstel is om een LED categorie (4300) hiervoor te reserveren. Deze categorie wordt in deze paragraaf besproken. De betreffende emissieoorzaken zijn weergegeven in Tabel 62. Tevens is in Tabel 62 per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 62: Bijdrages per stof van de onder LED 4300 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Vuurhaarden landbouw, glasbloemenbedrijven (verbrandingsemissies)	0,02%	1,62%		0,02%	0,04%	0,15%	0,91%
Vuurhaarden landbouw, glasgroentebedrijven (verbrandingsemissies)	0,01%	1,11%		0,02%	0,03%	0,10%	0,62%

De emissies van vooral NO_x maken een significant onderdeel uit van de landelijke emissies. Daarnaast zijn ook de emissies van benzeen en CO van belang. In de kassentuinbouw worden twee soorten systemen toegepast. De klassieke gasgestookte ketels en de gasmotoren die de basis vormen van de steeds vaker toegepaste WKK systemen. In 2008 was ongeveer tweederde van het areaal van de Nederlandse glastuinbouw voorzien van WKK systemen. Verder is van belang dat de uitlaatgassen van zowel ketels als WKK kunnen worden geloosd via schoorstenen maar dikwijls ook worden gebruikt voor CO₂-bemesting van de gewassen. Om de uitlaatgassen geschikt te maken voor CO₂-bemesting wordt dan in geval van WKK-motoren vrijwel altijd rookgasreiniging toegepast. De NO_x uit uitlaatgassen die in de kas wordt ingebracht verlaat waarschijnlijk slechts gedeeltelijk de kas. Gemiddeld zal ongeveer gedurende de helft van de tijd (voornamelijk bij daglicht) CO₂-bemesting worden toegepast.



Het doseren van rookgassen vanuit de WKK

Bron: Duek Th. A et al. (2008)

Volgens CBS (Statline) stonden in 1998 zo'n 2100 WKK systemen opgesteld met een totaal elektrisch vermogen van 920 MW, hetgeen neerkomt op 0,44 MW gemiddeld. In 2007 stonden 2760 WKK systemen opgesteld met een totaal elektrisch vermogen van 2470 MW wat neerkomt op 0,9 MW gemiddeld. Indien er van wordt uitgegaan dat alle bijgeplaatste installaties nieuw zijn (hetgeen waarschijnlijk niet geheel juist is) dan zijn de installaties die de laatste jaren zijn bijgeplaatst gemiddeld 2,3 MW. Er is dus sprake geweest van een flinke schaalvergroting met betrekking tot WKK-installaties in de glastuinbouw. Het totaal areaal dat door WKK wordt bediend omvatte begin 2008 met 5700 hectare ongeveer 60% van het totale areaal (Velden et al., 2008).

Uitworphoogte en warmte inhoud

De gemiddelde tuinbouwkas heeft een 'poothoogte' van 5,5 meter (Onder glas, 2005). Daar komt dan nog ongeveer 1 meter hoogte bij voor de nok van de kas. De schoorstenen van ketels of WKK-installatie zijn vaak ongeveer 2 tot 3 meter hoger. Daarmee komt de gemiddelde hoogte van de uitlaatgassen uit de schoorsteen op zo'n 9 meter of meer te liggen. Omdat echter een deel van de 'rookgassen' uit de kas zal ontwijken (naar schatting zo'n 30%) kan de gemiddelde hoogte op ongeveer 8 meter worden geplaatst.

Het is moeilijk in te schatten hoeveel warmte nog met de rookgassen geloosd zal worden. In het algemeen zal dit slechts een fractie van de totale energie-input zijn. Vrij arbitrair wordt de volgende keuze gemaakt. Uitgaande van een gemiddelde installatie met 2 MW thermisch vermogen wordt 80 procent nuttig gebruikt. De warmte inhoud is dan globaal 0,4 MW.

Samenvatting LED categorie 4300

In Tabel 63 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 63: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
NO _x	8	400
CO	8	400
C ₆ H ₆	8	400
Default	8	400

Literatuur

Duek, Th. A et al. (2008), Emissies uit WKK installaties in de glastuinbouw, Methaan, Etheen en NO_x concentraties in rookgassen voor CO₂ dosering, Productschap Tuinbouw, Nota 505.

Velden, N.J.A. van der, Smit P. (2008), Energiemonitor van de glastuinbouw 2007, rapport 2008-084, LEI, Den Haag.

<http://www.agriholland.nl/dossiers/kassenbouw/home.html>

Onder glas, 2005. Hoog, hoger, hoogst, nummer 10, oktober 2005

4600: Landbouw - Overig

Onder LED 4600 valt een aantal emissieoorzaken welke zijn weergegeven in Tabel 64 en Tabel 65. Tevens is in deze tabellen per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt. Opvallend is dat onder deze LED categorie zeer uiteenlopende emissieoorzaken zijn geschaard.

Een aantal emissieoorzaken kan gezien de omvang van de emissie en de emissiehoogte beter onder LED categorie 4200 geschaard worden. Het gaat hierbij om de volgende emissieoorzaken:

- Gewasbeschermingsmiddelen - toepassing in veld, PM₁₀;
- Landbouwbestrijdingsmiddelen lucht: Vervluchtiging tijdens en na toediening bij open teelten;
- Oogstwerkzaamheden - hooi en akkerbouwgewassen, PM₁₀ en
- Kunstmestaanvoer op agrarisch bedrijf, laden kunstmeststrooier, verspreiden, PM₁₀.

Tevens wordt voorgesteld de emissieoorzaak “Krachtvoer-aanvoer op agrarisch bedrijf, PM₁₀” onder LED 4110 onder te brengen.

Tot slot wordt voorgesteld de emissieoorzaken gekoppeld aan de kassenverwarming onder een nieuwe LED categorie (4300) onder te brengen, gezien de emissieomvang van NO_x.

In de LED categorie 4600 blijven dan uitsluitend nog over de vuurhaarden van de landbouwbedrijven die niet onder de kassentuinbouw vallen. Daarom wordt voorgesteld deze categorie te benoemen als ‘4600 Landbouw:Vuurhaarden-Overig’.

In Tabel 64 worden de emissieoorzaken weergegeven welke volgens dit voorstel in LED categorie 4600 blijven. In Tabel 65 worden de emissieoorzaken weergegeven welke beter passen in een andere LED categorie.

Tabel 64: Bijdrages per stof van de onder LED 4600 vallende emissieorzaken, exclusief de emissieorzaken waarvan wordt voorgesteld deze te plaatsen in andere LED categorieën.

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Vuurhaarden landbouw, akkerbouwbedrijven (verbrandingsemissies)	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Vuurhaarden landbouw, bloem(bollen)bedrijven (verbrandingsemissies)	0,00%	0,02%		0,00%	0,00%	0,00%	0,02%
Vuurhaarden landbouw, boomkwekerijbedrijven (verbrandingsemissies)	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Vuurhaarden landbouw, champignonbedrijven (verbrandingsemissies)	0,00%	0,02%		0,00%	0,00%	0,00%	0,01%
Vuurhaarden landbouw, combinatiebedrijven (verbrandingsemissies)	0,05%	0,02%		0,02%	0,02%	0,00%	0,01%
Vuurhaarden landbouw, graasdierbedrijven (verbrandingsemissies)	0,09%	0,03%		0,03%	0,04%	0,00%	0,02%
Vuurhaarden landbouw, hokdierbedrijven legkippen (verbrandingsemissies)	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Vuurhaarden landbouw, hokdierbedrijven overige hokdieren (verbrandingsemissies)	0,08%	0,02%		0,03%	0,03%	0,00%	0,02%
Vuurhaarden landbouw, hokdierbedrijven varkens (verbrandingsemissies)	0,23%	0,06%		0,08%	0,11%	0,01%	0,04%
Vuurhaarden landbouw, opengrondsgroentebedrijven (verbrandingsemissies)	0,00%	0,00%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Vuurhaarden landbouw, overige tuinbouwbedrijven (verbrandingsemissies)	0,00%	0,06%		0,00%	0,00%	0,01%	0,05%

Tabel 65: Bijdrages per stof van de emissieorzaken, waarvan wordt voorgesteld deze te plaatsen in andere LED categorieën dan LED 4600

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆	LED nieuw
Gewasbeschermingsmiddelen-toepassing in veld, PM ₁₀				0,31%	0,10%			4200
Krachtvoer-aanvoer op agrarisch bedrijf, PM ₁₀				0,22%	0,07%			4110
Kunstmest-aanvoer op agrarisch bedrijf, laden kunstmeststrooier, verspreiden, PM ₁₀				0,26%	0,08%			4200
Landbouwbestrijdingsmiddelen lucht: Vervluchtiging tijdens en na toediening bij open teelten							0,05%	4200
Oogstwerkzaamheden-hooi en akkerbouwgewassen, PM ₁₀				0,14%	0,04%			4200
Vuurhaarden landbouw, glasbloemenbedrijven (verbrandingsemissies)	0,02%	1,62%		0,02%	0,04%	0,15%	0,91%	4300
Vuurhaarden landbouw, glasgroentebedrijven (verbrandingsemissies)	0,01%	1,11%		0,02%	0,03%	0,10%	0,62%	4300

Uitworphoogte en warmte inhoud

Binnen de overblijvende emissieoorzaken van deze LED categorie heeft de verwarming van de stallen van varkens een significante emissie van SO₂ en PM_{2,5} tot gevolg. De emissie van SO₂ komt voort uit het stoken van olie of vaste brandstof (hout of kolen). Rookgassen van dit soort installaties moeten vanwege mogelijke hinder op enige hoogte worden geloosd. Voorgesteld wordt om een uitworphoogte te gebruiken die 4 meter hoger is dan die voor LED categorie 4110 (waaronder ook varkensstallen vallen).

Er is vanwege het geringe vermogen geen reden om warmte inhoud toe te kennen aan de LED categorie 4600.

Samenvatting LED categorie 4600

In Tabel 66 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 66: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
SO ₂	9	0
PM _{2,5}	9	0
Default	9	0

5100: Afvalverwerking

Onder LED 5100 valt in de collectieve registratie een aantal emissieoorzaken welke zijn weergegeven in Tabel 67. Tevens is in Tabel 67 aangegeven wat de bijdrage per stof van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 67: Bijdrages per stof van de onder LED 5100 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Emissies van composteringsinstallaties	0,00%	0,00%	0,20%				
Emissies vanuit stortplaatsen verbranding stortgas	0,03%	0,07%		0,02%	0,03%	0,31%	
Emissies vanuit stortplaatsen vrije emissie							0,25%
SBI 37: Recycling van metalen, verbrandingsemissies	0,01%	0,01%		0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

De relevante emissies komen vrij bij verschillende emissieoorzaken:

- Ammoniak komt vrij bij composteringsinstallaties
- Koolstofmonoxide wordt veroorzaakt door verbranding van stortgas
- Benzeen komt vrij uit stortplaatsen

Overige stoffen hebben geen relevant geachte bijdrage in deze LED categorie.

Uitworphoogte en warmte inhoud

Composteringsinstallaties

Voor NH₃ is de emissie uit composteringsinstallaties relevant. Nederland telt er hiervan 22. Het proces vindt hoofdzakelijk in een afgesloten hal plaats, alleen bij het VAR proces (Veluwe Afval Recycling, aandeel van 12%) vindt compostering aan de open lucht plaats. De hallen worden afgezogen en de lucht wordt doorgaans in een gaswasser die naast de hal is opgesteld behandeld. Bij compostering aan de open lucht liggen de composthopen op roosters waarbij onder het rooster een onderdruk gecreëerd wordt. Hierdoor wordt lucht van buiten door de composthoop heen gezogen waarna de lucht naar een gaswassing geleid wordt. Er wordt aangenomen dat bij gaswassing eventueel opgenomen NH₃ (en andere gassen) weer uit de wasvloeistof ontwijken en door de uitlaat in de atmosfeer terecht komen. De hoogte van deze uitlaat is op basis van enkele telefonische steekproeven (door TNO) op 20 meter geschat.

De uit composteringsinstallaties afgezogen hallucht heeft na reiniging een temperatuur die meestal net boven omgevingstemperatuur ligt. De warmte-emissie uit composteringsinstallaties wordt daarom op 0 geschat.

Verbranding van stortgas

Voor CO is de verbranding van stortgas van belang. Stortgas wordt voornamelijk verbrand in gasmotoren maar een klein gedeelte wordt ook afgefakkeld. De gasmotoren welke een gemiddelde capaciteit hebben van 600 kWe (300 – 1.000) staan opgesteld in containers waarbij de motoruitlaat zich op het dak van de container bevindt. De hoogte van de containers bedraagt volgens (Scharf, 2009) 3 – 4 meter en er wordt aangenomen dat de gasmotoren op maaiveldhoogte zijn neergezet.

Het gemiddeld elektrisch vermogen van de op stortplaatsen opgestelde gasmotoren bedraagt circa 600 kWe (Scharf, 2009). Het rendement van deze motoren wordt geschat tussen de 35 en 40%, waarbij dus 37,5% naar mechanische energie wordt omgezet en 62,5% naar warmte. Dit impliceert dat er per motor 1 MW aan warmte wordt geproduceerd. Van deze warmte wordt ongeveer de helft door de motorkoeling afgevoerd en het overige deel door de uitlaat. Restwarmte wordt dus niet gebruikt. De geschatte gemiddelde warmte inhoud komt hiermee op 500 kW.

Stortplaatsen

Er wordt ook wat benzeen geëmitteerd door stortplaatsen. Dit komt door emissie van stortgas dat ook sporen van aromaten (waaronder benzeen) bevat. Deze emissie treedt op aan de grond wanneer de stortplaats (gedeeltelijk) door een grondlaag wordt afgedekt. Hierbij wordt er van uit gegaan dat het maaiveld bovenop een stortplaats doorgaans tussen de 10 en 30 m is verhoogd ten opzichte van de omgeving. De uiteindelijke emissiehoogte wordt hiermee op 20 meter geschat. De warmte inhoud komt niet boven de drempelwaarde van 10 kW uit.

Samenvatting LED categorie 5100

In Tabel 68 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 68: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
NH ₃	20	0
CO	3,5	500
C ₆ H ₆	20	0
Default	3,5	500

Literatuur

Kroon, P., Rijkers, F.A.M. en Beeldman, M. (2000). Mogelijke effecten van NO_x-beleid op het warmtekrachtpotentieel, Een analyse van de invloed van bestrijdingskosten op de rentabiliteit van warmtekracht, ECN rapport C 00 111.

Scharf, H. (2009). Afvalzorg NV, Telefonische mededelingen.

6100: Handel, Diensten en Overheid - RWZI's

Onder LED 6100 valt één emissieoorzaak welke is weergegeven in Tabel 69. Tevens is in Tabel 69 per stof aangegeven wat de bijdrage van deze emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 69: Bijdrages per stof van de onder LED 6100 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
SBI 90010: RWZI verbrandingsemissies (CBS), individueel	0,03%	0,31%		0,01%	0,02%	0,01%	0,01%

Uitworphoogte en warmte inhoud

Relevante bijdrages binnen LED 6100 zijn er enkel voor NO_x. Deze bijdrage omvat verbrandingsemissies, voornamelijk door gasmotoren die op het RWZI terrein zijn opgesteld en welke worden gevoed door biogas uit de slibvergisting. Het betreft hier eenheden van maximaal enkele MW's (meestal rond de 500 kW) die doorgaans voorzien zijn van SCR. De hoogte van gasmotoruitlaat wordt op basis van enkele steekproeven (door TNO) op 10 meter geschat (gevonden waarden: 5, 8, 10 en 30m).

Zoals boven aangegeven is het gemiddelde mechanische/elektrische vermogen geschat op 500 kW. Het rendement bedraagt circa 40%, waarbij 40% naar mechanische energie wordt omgezet en 60% naar warmte. Van die warmte wordt ongeveer de helft door de motorkoeling afgevoerd en de overige 30% als warmte door de uitlaat. De warmte inhoud komt hiermee op 375 kW.

Samenvatting LED categorie 6100

In Tabel 70 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 70: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
NO _x	10	375
Default	10	375

6200: Handel, Diensten en Overheid - Winning en distributie drinkwater

Onder LED 6200 valt één emissieoorzaak welke is weergegeven in Tabel 71. Tevens is in Tabel 71 per stof aangegeven wat de bijdrage van deze emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Er zijn geen bijdrages groter dan 0,1%.

Tabel 71: Bijdrages per stof van de onder LED 6200 vallende emissieorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
SBI 41: Waterleidingbedrijven, verbrandingsemissies	0,010%	0,002%		0,002%	0,002%	0,001%	0,002%

Uitworphoogte en warmte inhoud

De emissies naar het compartiment lucht betreffen verbrandingsemissies en zijn gering in omvang. Verbranding vindt plaats voor ruimteverwarming en voor de aandrijving van enkele niet-elektrisch aangedreven pompen. De gebouwen zijn doorgaans één laag hoog met een manshoge schoorsteen er bovenop. Emissiehoogte wordt geschat op ca. 8 meter.

De gemiddelde warmte inhoud die is afgeleid voor LED 6400 (14 kW) wordt ook als representatief voor de drinkwaterbedrijven beschouwd.

Samenvatting LED categorie 6200

In Tabel 72 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 72: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
Default	8	14

6400: Handel, Diensten en Overheid - Overig

Onder LED 6400 valt in de collectieve registratie een aantal emissieoorzaken welke zijn weergegeven in Tabel 73. Tevens is in Tabel 73 per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 73: Bijdrages per stof van de onder LED 6400 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
HDO, verbrandingsemissies	0,71%	3,16%		0,24%	0,28%	0,62%	0,80%
Kantoorartikelen. HDO							0,00%
Reinigen van tankauto's							0,13%
SBI 50.1: Garagebedrijven, antiroestbehandeling, procesemissies							0,01%
SBI 50.5: Benzineservicestations, lekverliezen vullen autotank							0,34%
SBI 50.5: Benzineservicestations, verdrivingsverliezen – autotanks							0,63%
SBI 51.51: Benzinedistributiebedrijven, distributiedepots							0,46%
SBI 93.03: Crematoria				0,02%	0,02%		
Schoonmaakmiddelen. HDO			0,41%				0,02%
Vos niet landbouw bestrijdingsmiddelen							0,00%

De verbranding van fossiele brandstoffen binnen de sector HDO resulteert in significante emissies van alle beschouwde stoffen, behoudens ammoniak. Emissieoorzaken gerelateerd aan de distributie en het tanken van autobrandstoffen resulteren in significante emissies van benzeen. Ammoniak komt binnen de sector HDO in significante hoeveelheden vrij door het gebruik van schoonmaakmiddelen.

Uitworphoogte en warmte inhoud

Verbrandingsemissies

Binnen LED 6400 is de verbrandingsemissie in de HDO sector de belangrijkste emissieoorzaak. Voor alle stoffen behalve NH₃ wordt een significante bijdrage gerapporteerd. De verbrandingsemissies binnen de sector HDO worden door het CBS volgens een top-down benadering op basis van brandstofverbruikcijfers en emissiefactoren berekend. Het betreft hier brandstof die in de energiebalans niet aan “vervoer”, “consumenten” of “industrie” kan worden toegekend en daarmee per definitie aan HDO wordt toegewezen. Vooral de op deze manier toegewezen hoeveelheid stookolie (die het merendeel van de PM en SO₂ emissies veroorzaakt) fluctueert sterk van jaar tot jaar. De toegewezen hoeveelheid aardgas waaruit de bulk van de NO_x emissie wordt berekend, varieert minder. De gevolgde top-down benadering om het brandstofverbruik binnen de sector HDO te schatten maakt de verbrandingsemissies iets meer onzeker in vergelijking met Consumenten en Industrie (waarvan de verbruiken gedeeltelijk door middel van een bottom-up methode geschat

worden). Deze onzekerheid zal doorwerken in de schattingen van de bronkarakteristieken.

Verdeling over sectoren

De doelgroep HDO is zeer heterogeen van samenstelling. In de Milieurekeningen 2007 (CBS, 2008) wordt een ruwe opsplitsing naar sector gegeven van het verbruik van fossiele brandstoffen voor stationaire verbranding binnen de sector HDO. Tabel 74 vat de resultaten samen.

Tabel 74: Brandstof aangewend voor stationaire verbranding binnen de sector HDO (PJ)

Sector	Aardgas	Stookolie
Autohandel en reparatie	8	0
Groothandel	12	0
Detailhandel en reparatie	9	0
Horeca	21	0
Dienstverlening t.b.v. vervoer	2	0
Fin. en zakelijke dienstverlening en communicatie	22	0
Overheidsbestuur en sociale verzek. en Defensie	14	2
Gesubsidieerd onderwijs	14	0
Gezondheids- en welzijnszorg	32	0
Milieudienstverlening	6	0
Overige diensten	22	0

Deze hoeveelheden fossiele brandstoffen, waarvan aardgas verreweg de belangrijkste is, worden voornamelijk voor ruimteverwarming in CV installaties gebruikt. Een klein gedeelte van de aardgasinzet in de sector HDO wordt gebruikt in gasmotoren waarmee gecombineerd elektriciteit en warmte geproduceerd wordt. De emissie van NO_x en CO in de sector HDO wordt voornamelijk door deze beide toepassingen veroorzaakt. Het percentage van de brandstof dat ingezet wordt in gasmotoren is bekend uit CBS elektriciteitsproductiestatistieken, voor zowel de sector 'Gezondheids- en welzijnszorg' als voor de sectoren 'Autohandel en reparatie' t/m 'Financiële en zakelijke dienstverlening' in Tabel 74 als totaal. Voor de 'Gezondheids- en welzijnszorg' wordt 25% gevonden en voor de sectoren 'Autohandel en reparatie' t/m 'Financiële en zakelijke dienstverlening' 13%. Voor de overige HDO sectoren zijn geen gegevens beschikbaar en wordt hetzelfde percentage aangenomen als voor de sectoren 'Autohandel en reparatie' t/m 'Financiële en zakelijke dienstverlening', te weten 13%. Voor de sector HDO als geheel wordt voor het percentage brandstof dat wordt ingezet in gasmotoren een gemiddelde van 15% afgeleid.

Uitworphoogte bij gebruik aardgas

Bij conventionele CV installaties vindt emissie van verbrandingsgassen doorgaans plaats op het dak van het betreffende gebouw. De gasmotoren in de sector HDO staan meestal opgesteld in geluidsdichte containers op maaiveld hoogte waarbij de uitlaat zich bij benadering op 10 m bevindt. Om een schatting te kunnen maken van een representatieve emissiehoogte voor CV installaties is het nodig om een indruk te krijgen van de gemiddelde gebouwgroottes binnen de sector HDO. Voor de grootte van een kantoorgebouw is het aantal werknemers als indicatie genomen. De verdeling van het

aantal werknemers over bedrijfsgrootteklassen binnen sector HDO is afgeleid uit geaggregeerde en geanonimiseerde gegevens uit het LISA-bestand (LISA, 2007). Dit bestand bevat gegevens (onder andere het aantal werknemers) over alle individueel geregistreerde bedrijven binnen iedere economische activiteit in Nederland. Voor de sector HDO zijn de SBI codes 50 t/m 93 van belang. Het blijkt dat de gemiddelde grootte rond de 50 werknemers bedraagt met de volgende verdeling (Tabel 75):

Tabel 75: Grootteverdeling volgens LISA bestand van bedrijven binnen de sector HDO, de bijdrage aan de emissie per klasse, het aantal bouwlagen per klasse en de gemiddelde bronhoogte per klasse

Grootteklasse (aantal werknemers per bedrijf)	Percentage werknemers werkzaam in betreffende klasse	Aandeel NO _x & CO emissies	Geschat aantal bouwlagen boven maaiveld	Gemiddelde bronhoogte (m)
1 – 10	27%	18%	1,5	7
10 – 100	34%	23%	2,5	11
100 – 1000	29%	45%	4	12
> 1000	9%	14%	6	15

Er is in bovenstaande tabel tevens aangegeven welk percentage van de NO_x/CO emissie de betreffende categorie voor zijn rekening neemt. Hierbij is rekening gehouden met de het feit dat gemiddeld 15% van de totale brandstofinzet door gasmotoren gebruikt wordt. Hoe de percentages NO_x en CO emissies (Tabel 75) tot stand zijn gekomen wordt in de paragraaf ‘Warmte inhoud’ verder uitgelegd (zie volgende pagina). De gemiddelde hoogtes per groottecategorie voor alleen CV installaties zijn bepaald op basis van een geschat aantal verdiepingen (zie tabel boven) waarbij 4 meter per verdieping genomen is (representatief geacht voor een kantoorgebouw), plus een schoorsteen van 1 meter daar nog bovenop. Voor de bronhoogte van gasmotoren is 10 meter genomen (zie boven) en er is ook aangenomen dat gasmotoren uitsluitend in de laatste twee grootteklassen (> 100 werknemers) toegepast worden. Door de bronhoogtes per klasse te wegen met het aandeel in de emissie kan een gemiddelde worden bepaald van ca. 11 meter voor de verbrandingsemissies binnen HDO als totaal.

Alternatieve schatting van de uitworphoogte bij gebruik aardgas

Ter validatie van bovengenoemde gemiddelde bronhoogtes bij aardgasverbranding is een alternatieve schatting van het aantal bouwlagen boven maaiveld binnen HDO gemaakt die is gebaseerd op de eerder genoemde uitsplitsing van het brandstofverbruik binnen de sector. Deze en vorige schatting van de bronhoogtes zouden in redelijke overeenstemming moeten zijn. Het gemiddeld aantal bouwlagen boven maaiveld per gebouw dat representatief is voor de HDO-sectoren genoemd in Tabel 74 wordt als volgt geschat:

Tabel 76: Geschat gemiddeld aantal bouwlagen boven maaiveld, per HDO sector

Sector	Aantal bouwlagen boven maaiveld
Autohandel en reparatie	1,5
Groothandel	1,5
Detailhandel en reparatie	1
Horeca	2
Dienstverlening t.b.v. vervoer	3
Overige diensten	2
Fin. en zakelijke dienstverlening en communicatie	4
Overheidsbestuur en sociale verzek. En Defensie	4
Gesubsidieerd onderwijs	3
Gezondheids- en welzijnszorg	4
Milieudienstverlening	2

Uit bovenstaande tabel en aardgasinzet per sector uit Tabel 74 kan een gewogen gemiddelde van 2,8 worden bepaald voor het aantal bouwlagen voor gebouwen binnen de HDO sector als totaal. Eerder werd een gemiddelde gebouwhoogte van 3,5 bouwlagen boven maaiveld gevonden (iets hoger maar nog steeds in redelijke overeenstemming).

Uitworphoogte bij gebruik van stookolie

Eerder werd al genoemd dat de PM en de SO₂ emissie voornamelijk door het gebruik van stookolie wordt veroorzaakt. Volgens de Milieuverkenningen (Tabel 74) wordt er kennelijk in de sector “Overheidsbestuur en sociale verzek. en Defensie” wat stookolie voor stationaire verbranding gebruikt. Vermoedelijk gaat het hier om relatief kleine installaties die waarschijnlijk bij Defensie in gebruik zijn, waarvan de emissiehoogte op 4 meter geschat wordt.

Warmte inhoud

Thermische capaciteiten van de binnen de sector HDO geïnstalleerde verwarmingsketels variëren tussen enkele tientallen kilowatts tot enkele megawatts. Een schatting voor de gewogen gemiddelde geïnstalleerde capaciteit is gemaakt aan de hand van richtgetallen van het ECN met betrekking tot het gemiddeld gasverbruik per werknemer in kantoorgebouwen (Van Arkel, 1998). Voor een gemiddeld kantoorgebouw bedraagt dit ongeveer 600 m³/jaar per werknemer. Er wordt verder aangenomen dat:

- de stookwaarde van aardgas 32 MJ/m³ is
- op dagen dat er gestookt wordt dit tijdens 16 van 24 uur gebeurt
- gedurende 3 maanden per jaar gemiddeld op 25% van de capaciteit gestookt wordt
- gedurende 4 maanden per jaar gemiddeld op 12,5% van de capaciteit gestookt wordt
- gedurende 5 maanden per jaar nagenoeg niet wordt gestookt
- (dus netto op 7% van de tijd op vol vermogen wordt gestookt)
- ketels boven de 5 MWth gesplitst zijn in kleinere eenheden
- de brandstofinzet en emissies rechtevenredig zijn met het aantal werknemers

Voor de grootteverdeling van het aantal werknemers in de bedrijfsgebouwen die onder de sector HDO vallen is opnieuw het LISA bestand geraadpleegd (LISA, 2007). Het LISA bestand bevat onder andere per bedrijf het aantal werknemers per SBI code. Voor de sector HDO zijn de codes 50 t/m 93 van belang. Het blijkt dat voor deze SBI codes de gemiddelde grootte rond de 50 werknemers bedraagt met de volgende verdeling in grootteklassen (Tabel 77):

Tabel 77: Grootteverdeling volgens LISA bestand van bedrijven binnen de sector HDO, het gemiddeld geïnstalleerd vermogen van de CV ketels en de gemiddelde warmte inhoud van de verbrandingsgassen per klasse

Grootteklasse (aantal werknemers per bedrijf)	Percentage werknemers werkzaam in betreffende klasse	Gemiddeld geïnstalleerd vermogen van CV ketels	Gemiddelde warmte-inhoud verbrandingsgassen CV ketel
1 – 10	27%	20 kWth	0,36 kW
10 – 100	34%	200 kWth	3,6 kW
100 – 1000	29%	2 MWth	36 kW
> 1000	9%	5 MWth	90 kW

In de derde kolom van Tabel 77 is aangegeven wat de berekende gemiddelde capaciteit van de geïnstalleerde CV ketels is, per grootteklasse, berekend aan de hand van eerder genoemde aannames. In de laatste kolom is aangegeven wat dan de gemiddelde warmte-inhoud van de verbrandingsgassen is tijdens stoken, mede gebaseerd op de volgende aannames:

- Het thermisch rendement van een CV installatie bedraagt gemiddeld 90% waardoor de warmte emissie dus 10% van de brandstofinzet bedraagt
- Indien er binnen hetzelfde bedrijf meerdere eenheden van 1 - 5 MWth staan opgesteld lozen deze op verschillende schoorstenen
- Als er wordt gestookt, gebeurt dit op gemiddeld 18% van de capaciteit (gemiddelde van 12,5 en 25)

Voor de sector HDO als geheel (gemiddeld 50 werknemers) wordt een warmte inhoud van ca. 7,5 kW berekend.

Echter, eerder werd al genoemd dat een gedeelte van de brandstofinzet (met name aardgas) in de sector HDO voor gecombineerde elektriciteit en warmteproductie wordt ingezet (in gasmotoren in plaats van conventionele CV ketels). De gemiddelde inzet wordt geschat op ca. 15% in de sector HDO (zie boven). De geïnstalleerde vermogens variëren van 80 tot 1.000 kWe met een gemiddelde van 350 kWe en 450 kWth (Kroon et al., 2000 en Stroobandt, 2007). Het totaalrendement van deze installaties ligt rond de 85%, hetgeen betekent dat de resterende warmte-emissie ca. 15% van de brandstofinzet bedraagt (d.i. ca. 50 kW). Zowel de NO_x als de CO emissiefactoren van de toegepaste gasmotoren verhouden zich ongeveer als 3 : 1 met conventionele CV ketels. Dit betekent dat de verbrandingsemissie van NO_x en CO uiteindelijk voor 1/3 door gasmotoren wordt veroorzaakt. Het eerder genoemde HDO gemiddelde van 7,5 kW verandert indien er gecorrigeerd zou worden voor het gebruik van gasmotoren in 14 kW. Gasmotoren worden echter hoofdzakelijk in grotere gebouwen zoals ziekenhuizen en grote kantoorparken toegepast. Voor de eerder gegeven grootteverdeling van de sector HDO betekent dit dat de gasmotoren gebruikt worden in de grootste twee klassen

met 100 werknemers of meer. Het bovengenoemde 1/3 deel van de CO/ NO_x emissie uit gasmotoren wordt dus vooral in die klassen geëmitteerd. Indien we de gemiddelde warmteproductie in de laatste twee klassen corrigeren voor het gedeelte gasmotoren dan wordt de gemiddelde warmteproductie gecorrigeerd tot de waarden in Tabel 78.

Tabel 78: Gecorrigeerde warmte inhoud voor de twee grootste grootteklassen in het LISA bestand

Grootteklasse (aantal werknemers per bedrijf)	Gemiddelde warmte-inhoud verbrandingsgassen
100 – 1.000	45 kW
> 1.000	63 kW

De warmte-emissies in de overige grootteklassen (niet genoemd in Tabel 78) blijven ongewijzigd ten opzichte van Tabel 77, net als het gemiddelde van 14 kW. Vermeldenswaardig is nog dat in dit onderzoek aangenomen wordt dat een gasmotor die op een bepaald vermogen gedimensioneerd is, ook daadwerkelijk op dat vermogen bedreven wordt en niet op deellast.

Procesemissies

De volgende relevante emissieoorzaak binnen LED 6400 is het reinigen van tankauto's waarbij wat benzeen vrijkomt (zie Tabel 73). Het reinigen van Tankauto's vindt dikwijls aan de landsgrenzen plaats, meestal in afgesloten gebouwen waarbij er met stoom gereinigd wordt. De lucht in deze gebouwen wordt afgezogen en soms naverbrand. Lozing gaat via een schoorsteen van enkele meters hoog die op het dak geplaatst is. De gebouwen zijn relatief laag (geschat op 4 meter) en voor de schoorstenen wordt circa 5 geschat, wat de totale hoogte op 9 meter brengt.

Binnen LED 6400 komt er ook door verdamping van benzine benzeen vrij. Zo valt onder LED 6400 het morsen van benzine bij tankstations en het verdrijven van benzinedamp uit de autotank bij tankstations. Naar aanleiding van Europese milieuwetgeving wordt verdreven benzinedamp afgezogen maar deze afzuiging is nooit 100% effectief en er treedt altijd wat restemissie op. Deze emissies vinden op ca. 1 meter hoogte plaats. Voor het morsen van benzine wordt eveneens 1 meter aangenomen. Daarnaast treedt er ook benzeenemissie op door verdrijving van benzinedamp bij benzinedistributiedeps. Ook hier wordt verdreven damp afgezogen en behandeld waarbij de behandelde gasstroom niet meer dan enkele tientallen milligrammen NMVOS mag bevatten volgens Europese regels. De uitlaat van de dampterugwinningseenheid bevindt zich op naar schatting 15 -20 meter hoogte. Aangezien emissie als gevolg van benzine overslag thans sterk gereduceerd is door milieumaatregelen, is de emissie als gevolg van de (onbestreden) verdamping van diesel relatief beschouwd ongeveer net zo belangrijk geworden (Joul et al., 2004). Deze emissies vinden bij benadering op 3 meter hoogte plaats (gemiddelde hoogte ontluchting van tankwagens). Er wordt nu aangenomen dat 25% op 17,5 meter hoogte geëmitteerd wordt en 75% op 3 meter, hetgeen resulteert in een gemiddelde van ongeveer 7 meter voor benzinedistributiedeps.

Voor de benzeenemissie als gevolg van verdamping als geheel wordt een gewogen gemiddelde bronhoogte berekend van ca. 3 meter.

Naast procesemissies zijn er ook verbrandingsemisies van benzeen. Voor benzeen is aangenomen dat de emissie parallel aan CO optreedt (met dus wat meer nadruk op de

gasmotoren dan op CV-ketels). Voor de CO verbrandingsemissies werd eerder 11 meter gevonden. Een gewogen gemiddelde bronhoogte voor benzeen als totaal (proces en verbranding) wordt dan berekend op 6 meter.

Door het gebruik van schoonmaakmiddelen vindt er in de doelgroep HDO ook nog een relevante emissie van NH₃ plaats. Aangenomen wordt dat het gebruik van schoonmaakmiddelen homogeen verdeeld is over bouwlagen genoemd in Tabel 76. Als er van hetzelfde gewogen gemiddelde uit wordt gegaan komt hiermee de emissiehoogte op 6 meter uit.

De procesemissies gaan niet gepaard met een significante warmteproductie.

Samenvatting LED categorie 6400

In Tabel 79 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 79: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
SO ₂	4	0 *
NO _x	11	14
NH ₃	6	0 *
PM ₁₀	4	0 *
PM _{2,5}	4	0 *
CO	11	14
C ₆ H ₆	6	0 *
Default	3	0

* Onder de drempelwaarde van 10 kW

Indien mogelijk zou overwogen kunnen worden om de verbrandingsemissies van NO_x en CO op te splitsen in klassen omdat de bronkarakteristieken wat spreiding vertonen. Er zou dan de volgende verdeling aangenomen kunnen worden:

Tabel 80: Mogelijke verdeling in verspreidingsparameters voor de diverse grootteklassen van bedrijven

Grootteklasse (aantal werknemers per bedrijf)	Gewogen gemiddelde procentuele bijdrage aan de NO _x en CO emissie	Hoogte (m)	Warmte (kW)
1 – 10	18%	7	0 *
10 – 100	23%	11	0 *
100 – 1000	45%	12	45 kW
> 1000	14%	15	63 kW

* Onder de drempelwaarde van 10 kW

Literatuur

CBS (2007). Milieurekeningen 2007

Joul, H., Polders, C. Janssen, L. en Van Rompaey, H. (2007). Collectieve registratie van industriële emissies, Definitieve bijwerking voor 2002 - Voorlopige bijwerking voor 2003, Studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij 2004/IMS/R/218, Vito, België, 2004

LISA, 2007. LISA Vestigingenregister. Cijfers van 2007.

Stroobandt, A. (2007). WKK in zorginstellingen, COGEN Vlaanderen, België.

Van Arkel, W.G. (1998). Verklarende energiegebruiksfactoren kantoorgebouwen, ECN Beleidsstudies, NEEDIS NDS-98-001, ECN, Petten.

Kroon, P., Rijkers, F.A.M. en Beeldman, M. (2000). Mogelijke effecten van NO_x beleid op het warmtekracht potentieel, Een analyse van de invloed van bestrijdingskosten op de rentabiliteit van warmtekracht, ECN-C--00-111, ECN, Petten.

7100: Bouw

Onder LED 7100 valt in de collectieve registratie een aantal emissieoorzaken welke zijn weergegeven in Tabel 81. Tevens is in Tabel 81 per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 81: Bijdrages per stof van de onder LED 7100 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
SBI 14: Overige delfstofwinning, verbrandingsemissies	0,10%	0,02%		0,01%		0,01%	0,04%
SBI 45: Bouwnijverheid, verbrandingsemissies		0,04%		0,00%	0,00%	0,01%	0,02%
Stofemissies bouwplaatsen				2,90%	1,50%		
Wegenverf binnen bebouwde kom							0,01%
Wegenverf buiten bebouwde kom							0,01%

Uitworphoogte en warmte inhoud

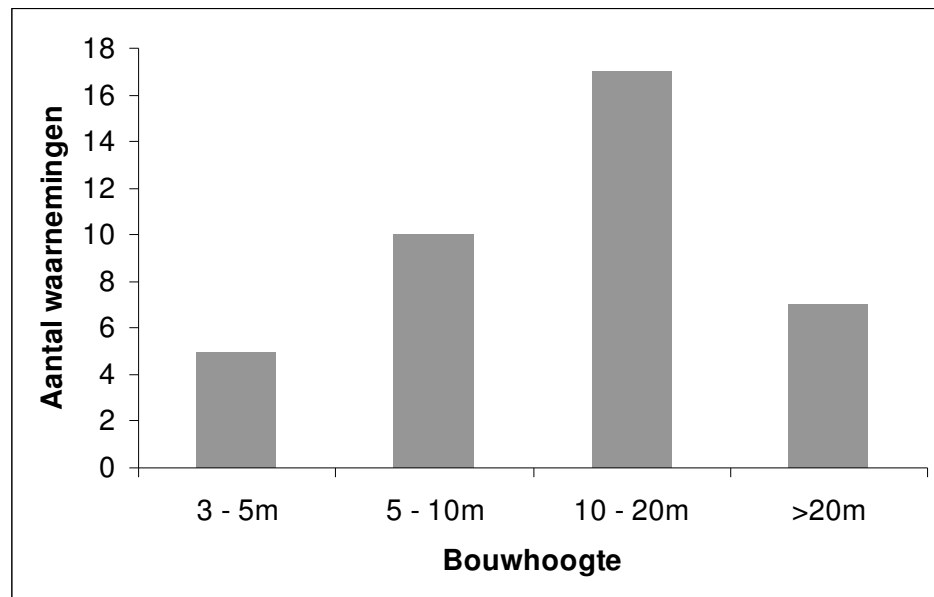
Binnen LED 7100 is er alleen voor fijn stof een relevante bijdrage. Het betreft diffuse emissies door activiteiten op bouwplaatsen, zoals geschat in Kimmel (2000). De bijdrage aan de PM₁₀ emissie per bedrijfstype en activiteit binnen de bouwnijverheid is weergegeven in Tabel 82.

Tabel 82: Bijdrage per bedrijfstype en per activiteit aan de emissie van PM₁₀ door de bouwnijverheid

Bedrijfstype	Activiteit	Emissie (ton)
Grond-, Weg en Waterbouw	Opwerveling door transport	196
„	Verwaaing bij grondbewerking	13,6
Burgerlijke- en Utiliteitsbouw	Opwerveling door transport	30
„	Specifieke activiteiten (*)	568
Sloopbedrijven	Specifieke activiteiten (*)	20
Afwerkbranche	Specifieke activiteiten (*)	234
Totaal		1.062

(*) Onder 'Specifieke activiteiten' worden alle niet voor dat bedrijfstype eerder genoemde activiteiten verstaan zoals heien, zagen, boren, hakken, frezen, stralen, schuren, slijpen, mengen etc., die vaak in het gebouw plaats vinden.

Er wordt aangenomen dat opwerveling van stof laag aan de grond plaatsvindt (1 m). Hetzelfde geldt voor verwaaing door grondbewerking. Om een representatieve hoogte te kunnen schatten voor de 'specifieke activiteiten' (in zowel de burgerlijke- en utiliteitsbouw als in sloopbedrijven en afwerkbranche) zijn er vervolgens door TNO steekproefsgewijs gemiddelde bouwhoogtes voor onder andere woonwijken, kantoorparken, industriegebieden en stadscentra in Nederland geïnventariseerd. Figuur 2 laat hiervan de resultaten zien.



Figuur 2: Resultaten van steekproef naar gemiddelde bouwhoogtes in Nederland

De mediaan uit deze data bedraagt 12 meter. Als wordt aangenomen dat de activiteiten homogeen verdeeld over 12 meter plaatsvinden kan een gemiddelde emissiehoogte van 6 afgeleid worden. Aan de hand van Tabel 82 wordt dan een gewogen gemiddelde voor de hele bouwnijverheid van 4,5 meter afgeleid.

Er vinden binnen LED 7100 geen activiteiten plaats die een significante warmte productie met zich meebrengen. Daarom is overal de warmteproductie op 0 gesteld.

Samenvatting LED categorie 7100

In Tabel 83 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Tabel 83: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
PM ₁₀	4,5	0
PM _{2,5}	4,5	0
Default	4,5	0

Literatuur

Kimmel, J.P.F. (2000). Diffuse emissies van fijn stof door (semi-)industriële activiteiten, Eindrapport in opdracht van Ministerie VROM, Haskoning Ingenieurs en Architecten.

8100: Consumenten - Vuurhaarden

De emissieoorzaken die vallen onder LED 8100 zijn opgesomd in Tabel 84. Tevens is in Tabel 84 per stof aangegeven wat de bijdrage per emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 84: Bijdrages per stof van de onder LED 8100 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Vuurhaarden consumenten (verbrandingsemissie), sfeerverwarming woning	0,19%	0,26%		4,18%	5,86%	10,81%	21,89%
Vuurhaarden consumenten (verbrandingsemissies), hoofdverwarming woningen	0,45%	2,49%		0,26%	0,34%	0,90%	0,69%
Vuurhaarden consumenten (verbrandingsemissies), koken	0,00%	0,12%		0,01%	0,01%	0,04%	0,03%
Vuurhaarden consumenten (verbrandingsemissies), warm water voorziening	0,02%	0,83%		0,06%	0,09%	0,27%	0,22%

Houtkachels en open haarden zijn zeer belangrijk voor fijn stof, CO en benzeen met bijdragen van 5% of meer. Het verbranden van gas in woningen voor ruimteverwarming, warm water en koken is vooral belangrijk voor NO_x en in mindere mate ook voor de andere stoffen (behalve NH₃).

Uitworphoogte en warmte inhoud

Houtverbranding

Als eerste is sfeerverwarming door houtverbranding gekarakteriseerd. Onder houtverbrandingseenheden vallen open haarden, gekeurde en niet-gekeurde inzethaarden en gekeurde en niet-gekeurde vrijstaande kachels. De emissies door houtverbranding uit de Emissieregistratie zijn gebaseerd op verschillende enquêtes onder particulieren naar het type houtverbrandingseenheid en stookgedrag (Hulskotte et al. 1999).

Voor het schatten van een representatieve emissiehoogte is het belangrijk inzicht te hebben in het type woning dat met een kachel of open haard uitgerust is. In Hulskotte (1999) wordt aangenomen dat houtverbrandingseenheden zich uitsluitend bevinden in laagbouw eengezinswoningen. Dit wordt in principe bevestigd door gegevens uit het Woononderzoek Nederland (WoON). In de Energiemodule van dit onderzoek is geënuquêteerd of er zich een houtverbrandingseenheid in een woning bevindt en wat het bijbehorende stookgedrag is. Er zijn zo'n 5000 woningen in het WoON onderzoek opgenomen en er wordt onderscheid gemaakt tussen eengezins- en meergezinswoningen. Ongeveer 95% van de houtverbrandingseenheden blijkt in eengezinswoningen te staan en ca. 5% in meergezinswoningen. Er is niet bekend of het dan om een open haard of een kachel gaat.

Eengezinswoningen die voorzien zijn van een houtverbrandingseenheid zijn verondersteld van het type vrijstaand, twee-onder-een-kap of tussenwoning te zijn, met

waarschijnlijk ongeveer gelijke aandelen. Daarnaast is er nog een aanzienlijk aantal vakantiehuisjes dat voorzien is van een houtkachel of open haard. De overgrote meerderheid van deze woningen is waarschijnlijk van een van de volgende typen:

- 1 bouwlaag boven maaiveld en plat dak (1 laag)
- 1 bouwlaag boven maaiveld plus schuin dak (afhankelijk van de dakhoogte totaal 1,5 – 3 bouwlagen boven maaiveld)
- 2 bouwlagen met plat dak (2 lagen)
- 2 bouwlagen plus schuin dak (2,5 – 4 lagen, afhankelijk van de dakhoogte)

Indien per bouwlaag een hoogte van ongeveer 3 meter (representatief geacht voor woningen) wordt aangehouden en daarnaast met een additionele schoorsteenlengte van 1 meter gerekend wordt zouden de emissiehoogtes voor houtverbrandingseenheden in eengezinswoningen variëren tussen de 4 en 13 meter, met 8,5 meter als meest waarschijnlijke waarde (schatting overeenkomend met totaal 2,5 bouwlagen plus schoorsteen). Hierbij is aangenomen dat het geen verschil maakt of het om een open haard dan wel een kachel gaat. Zoals eerder genoemd zijn volgens het WoON onderzoek ongeveer 5% van de houtverbrandingseenheden opgesteld in meergezinswoningen, welke waarschijnlijk zijn te karakteriseren als kleinschalige appartementencomplexen. Hiervoor wordt een iets grotere emissiehoogte als representatief verondersteld, 10 meter (overeenkomend met 3 bouwlagen en 1 meter hoge schoorsteen). Op basis van het bovenstaande is geschat dat rond de 9 meter een representatief gemiddelde is voor houtverbrandingseenheden van huishoudens.

Voor houtkachels en inzethaarden voor particulieren bestaat een wettelijke grens aan het thermisch vermogen van 18 kW. Daarnaast is het onwaarschijnlijk dat kachels en inzethaarden voortdurend op vollast gestookt worden. De thermische rendementen van houtkachels en inzethaarden liggen volgens Hulskotte et al. (1999) tussen 50% en 80%. Maximaal de helft van het vermogen wordt dus via de verbrandingsgassen geëmitteerd. Voor houtkachels en inzethaarden is het dus onwaarschijnlijk dat de warmte-emissie boven de drempelwaarde van 10 kW uitkomt. In de literatuur wordt uitgegaan van 4 – 7 kW als gemiddelde (Koppejan et al., 2005 en Slob et al., 1993).

Het thermisch vermogen van open haarden zal zelden boven de 5 - 10 kW uitkomen. Wel is het zo dat het rendement van open haarden veel lager is dan van een houtkachel of inzethaard (0 – 20%, Hulskotte et al., 1999) zodat dus vrijwel alle geproduceerde warmte via de rookgassen de schoorsteen verlaat. De gemiddelde warmte-emissie van open haarden wordt op 3 kW geschat.

Gebruik van aardgas voor hoofdverwarming van woningen

De emissie als gevolg van de hoofdverwarming van woonhuizen is vooral relevant voor NO_x maar ook voor de andere stoffen wordt een significante bijdrage gerapporteerd. Het gaat hier om de emissie van CV ketels en gashaarden in gebruik bij particulieren en niet om de emissie door stadsverwarming. De gebruikte brandstof is vrijwel uitsluitend aardgas. In de Emissieregistratie is de emissie uit deze bron opgedeeld naar woningtypes die een onderling verschillend ruimtelijk verdeelpatroon hebben. Tabel 85 geeft een overzicht van de onderscheiden woningtypes. De bijdrages aan het totale aardgasverbruik per type is eveneens vermeld.

Tabel 85: Verschillende typen woningen in Nederland, het aandeel in het totale gasverbruik per type en de geschatte emissiehoogte van de verbrandingsgassen van de hoofdverwarming

Woningtype	Aandeel aardgasverbruik	Geschatte gemiddelde emissiehoogte
Woning vrijstaand, eengezins, voor 1970, geen stadsverw.	7,0%	8 meter
Woning vrijstaand, eengezins, 1970-1990, geen stadsverw.	7,5%	8 meter
Woning vrijstaand, eengezins, na 1990, geen stadsverw.	1,3%	10 meter
Woning niet-vrijstaand, eengezins, voor 1970, geen stadsverw.	24%	8 meter
Woning niet-vrijstaand, eengezins, 1970-1990, geen stadsverw.	30%	8 meter
Woning niet-vrijstaand, eengezins, na 1990, geen stadsverw.	4,7%	10 meter
Woning hoogbouw, meergezins, geen stadsverw.	24%	20 meter
Woonboten, woonwagens	0,1%	4 meter
Boerderijen	2,0%	8 meter

Er kan per woningtype een hoogte worden geschat op basis van het geschatte aantal bouwlagen boven maaiveld, een gemiddelde bouwlaaghoogte (3 meter), een schoorsteenhoogte van 0,5 meter en de aanname dat emissie boven de bovenste bouwlaag plaatsvindt. De aldus geschatte emissiehoogtes per woningtype zijn gepresenteerd in Tabel 85. Het gewogen gemiddelde bedraagt ca. 11 meter. Er kan worden overwogen de emissie door de hoofdverwarming van woningen op te splitsen naar hoogbouw en laagbouw. De gemiddelde emissiehoogtes zijn zeer verschillend en beide woningtypes hebben een verschillend verdeelpatroon in de Emissieregistratie. Het systeem kan in principe voor beide emissieoorzaken aparte emissiekaarten uitvoeren.

Het thermisch vermogen van CV-(combi-)ketels in gebruik door particulieren in woningen maar ook van gashaarden en geisers bedraagt doorgaans maximaal 40 kW (CV-ketel 15 – 40 kW, gashaarden en geisers lager). Thermische rendementen liggen vrijwel altijd boven de 80% waarmee de warmte-emissie van CV-ketels bij vol vermogen tussen de 3 en 8 kW bedraagt en daarmee onder de drempelwaarde van 10 kW valt. De warmte-emissie wordt op gemiddeld 3 kW geschat.

Samenvatting LED categorie 8100

De eerder berekende gewogen gemiddelden zijn samengevat in Tabel 86. Het betreft een gewogen gemiddelde van sfeerverwarming en hoofdverwarming.

Tabel 86: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
SO ₂	10	0 *
NO _x	11	0 *
PM ₁₀	9	0 *
PM _{2,5}	9	0 *
CO	9	0 *
C ₆ H ₆	9	0 *
Default	9	0 *

* Onder de drempelwaarde van 10 kW

Literatuur

Hulskotte, J.H.J., Sulilatu, W.F. en Willemsen, A.J. (1999). Monitoringsystematiek openhaarden en houtkachels, TNO-MEP R99/170.

Koppejan, J. en de Boer-Meulman, P.D.M. (2005). Status warmteproductie middels biomassaverbrandingsinstallaties 2005, TNO Industrie en Techniek, 2005

Slob en Steenwinkel (1993). Procesbeschrijving open haarden, hout en kolenkachels, Rapport nr 9361, CEA, Rotterdam.

WoON (2009). Woononderzoek Nederland (WoON), Dossier WoON, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu.

URL: <http://www.vrom.nl/pagina.html?id=19932>.

8200: Consumenten - Overig

Onder LED 8200 valt een aantal emissieoorzaken welke zijn weergegeven in Tabel 87. Tevens is in Tabel 87 per stof aangegeven wat de bijdrage van elke emissieoorzaak is aan het totaal van de collectief geregistreeerde bronnen. Relevant geachte bijdrages (bijdrages groter dan 0,1%) zijn vet gedrukt.

Tabel 87: Bijdrages per stof van de onder LED 8200 vallende emissieoorzaken

Procesomschrijving	SO ₂	NO _x	NH ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	CO	C ₆ H ₆
Afsteken vuurwerk	0,03%			0,29%	0,44%	0,02%	
Autoprodukten consumenten							0,01%
Branden van kaarsen				0,00%	0,00%		0,05%
Huisdieren mest			1,05%				
Kantoorartikelen. consumenten							0,00%
Leer en meubelonderhoud							0,01%
Roken van sigaren		0,00%	0,00%	0,10%	0,15%	0,02%	0,01%
Roken van sigaretten		0,02%	0,18%	3,15%	4,89%	0,06%	0,33%
Schoonmaakmiddelen consumenten			0,41%				0,03%
Transpiratie en ademen			3,74%				
Vleesbereiden: Bakken, braden en barbecue-en	0,00%	0,00%		0,01%	0,01%	0,04%	0,11%

Uitworphoogte en warmte inhoud

Emissie van ammoniak en benzeen

Vier emissieoorzaken zijn relevant voor NH₃. Al deze vier bronnen emitteren bij benadering op leefniveau (1 meter). Dit geldt ook voor beide relevante bronnen voor benzeen.

De grootste bron van ammoniak is transpiratie en ademen, waarbij er alleen warmte vrijkomt uit de mensen zelf (minder dan 1 kW). De grootste bron van benzeen is het roken van sigaretten. De warmte inhoud van sigaretten kan geschat worden door uit te gaan van 1 gram per sigaret, welke in 5 minuten wordt opgerookt. Met een standaard stookwaarde van biomassa (15.1 MJ/kg) kan een warmte inhoud van 0.05 kW berekend worden. Omdat de warmte inhoud van beide bronnen ruim onder de drempelwaarde van 10 kW ligt, wordt 0 kW aangenomen.

Emissie van fijn stof

Twee bronnen zijn relevant voor PM: het afsteken van vuurwerk en het roken van tabak. Het roken van tabak vindt bij benadering op leefniveau (1 meter) plaats en omvat 92% van de PM₁₀ en PM_{2,5} emissies onder LED 8200.

Het afsteken van vuurwerk draagt 8% bij aan de PM₁₀/PM_{2,5} emissie onder LED 8200. Hieronder valt consumentenvuurwerk en professioneel/evenementen vuurwerk. In Rijkswaterstaat (2008) en Oosting et al. (2001) wordt geschat dat het aandeel consumentenvuurwerk 90% omvat. Tevens wordt geschat dat consumentenvuurwerk

voor 15% uit knalvuurwerk (waarvan het effect op leefniveau plaatsvindt) en 85% uit siervuurwerk bestaat, waarvan volgens Wagenvoort (2008) de hoogtes waarop het effect optreedt als volgt zijn verdeeld:

10%	0 – 10m, gemiddeld 2m	(“fontijnen”)
80%	10 – 40m, gemiddeld 20m	(“zwermpotten”)
10%	40 – 60m, gemiddeld 50m	(“vuurpijlen”)

Een gewogen gemiddelde hieruit voor consumentenvuurwerk bedraagt 18 meter (inclusief knalvuurwerk). Professioneel/evenementen vuurwerk omvat de overige 10% van de totale hoeveelheid afgestoken vuurwerk. Volgens Wagenvoort (2008) zijn de hoogtes waarop het effect optreedt als volgt verdeeld:

5%	0-20m, gemiddeld 15m	(“fontein/mines”)
8%	20-40m, gemiddeld 30m	(“romeinse kaarsen”)
81%	40-60m, gemiddeld 50m	(“zwermpotten”)
3%	60-80m, gemiddeld 70m	(“3 inch bommen”)
2%	80-100m, gemiddeld 90m	(“4 inch bommen”)
1%	100-200m, gemiddeld 150m	(“5 inch en groter”)

Een gewogen gemiddelde voor professioneel vuurwerk bedraagt dan 49m. Het gewogen gemiddelde voor alle vuurwerk is dan 21m en voor de hele LED categorie 8200 kan dan een gemiddelde van 2,6m voor PM₁₀ en PM_{2,5} worden afgeleid. De hier bepaalde emissiehoogtes zijn samengevat in Tabel 88.

Gezien het feit dat met name het afsteken van consumentenvuurwerk rond de nieuwjaarsviering een zeer afwijkend tijdprofiel vertoont zou er voor gekozen kunnen worden om LED 8200 op te splitsen naar bronnen op leefniveau en vuurwerk. Indien nodig kan voor vuurwerk een aantal hoogte-classes worden gedefinieerd met bijbehorende percentages, die berekend zijn uit bovenstaand gegevens. Bijvoorbeeld:

1.5m	21%
20m	63%
50m	16%
100m	1%

De grootste bron van fijn stof is het roken van sigaretten. Zoals berekend bij de emissie van benzeen ligt de warmte inhoud hiervan onder de drempelwaarde. Na roken van sigaretten is vuurwerk de grootste bron. Aangezien het zelfs bij professioneel vuurwerk gaat om relatief kleine hoeveelheden pyrotechnisch mengsel, wordt aangenomen dat de warmte nooit boven de drempelwaarde van 10 kW zal uitkomen.

Samenvatting LED categorie 8200

In Tabel 88 zijn de aan te nemen emissiehoogtes en warmteproducties per stof samengevat.

Voor de stoffen SO₂, NO_x en CO vallen geen relevante bronnen onder LED 8200. Voor deze stoffen wordt de defaultwaarde toegepast van 1 meter, omdat de meeste bronnen op leefniveau emitteren.

Tabel 88: Aanbevolen verspreidingsparameters

Stof	Hoogte (m)	Warmte (kW)
NH ₃	1	0
PM ₁₀	2,6	0
PM _{2,5}	2,6	0
C ₆ H ₆	1	0
Default	1	0

Literatuur

Rijkswaterstaat (2008). Factsheets Water Emissieregistratie, Methodiekbeschrijvingen emissieberekeningen, Emissieschattingen Diffuse Bronnen Emissieregistratie, Afsteken vuurwerk, Rijkswaterstaat – Waterdienst i.s.m. DELTARES en TNO.

Oosting, M., Beckers-de Bruijn, M.B.C., Enthoven, M.E.E., de Ruiter, J., Savelkoul, T.J.F., Tümer, Y.I., en de Rooij, H.J.I.M. (2001). De vuurwerkcramp, Eindrapport Bijlage 1: Keten en Branche, Enschede/Den Haag.

Wagenvoort, G. (2008). Voorzitter VEN (Vereniging Evenementenvuurwerk Nederland), Persoonlijke correspondentie.

4 Conclusie

Het Planbureau voor de Leefomgeving gebruikt voor luchtkwaliteitsberekeningen ruimtelijk verdeelde emissies uit de Emissieregistratie in combinatie met emissiekaracteristieken (hoogte en warmte inhoud van de emissies). Deze karakteristieken zijn van invloed op de modelresultaten, met name op lokale schaal. In dit project zijn de emissiekaracteristieken onderzocht en geactualiseerd.

Tijdens deze studie zijn emissiekaracteristieken bepaald voor twee typen emissiebronnen:

- **Individueel geregistreerde bedrijven.**
Voor elk van deze individueel geregistreerde bedrijven zijn een of meerdere emissiekaracteristieken vastgesteld, afhankelijk van de grootte en het aantal emissiepunten binnen een bedrijf.
- **Collectief geregistreerde emissiebronnen**
Per sector zijn de emissiekaracteristieken bepaald, welke worden gebruikt voor alle emissies uit de betreffende sector. In Tabel 8 (paragraaf 3.3) wordt een samenvatting weergegeven van alle emissiekaracteristieken

De emissiekaracteristieken zijn per stof apart bepaald voor de stoffen zwaveldioxide (SO₂), stikstofoxide (NO_x), ammoniak (NH₃), fijn stof (PM₁₀ en PM_{2,5}), koolmonoxide (CO) en benzeen (C₆H₆).

In totaal zijn de emissiekaracteristieken vastgesteld van 1998 individuele emissiepunten, verdeeld over 444 individueel geregistreerde bedrijven. Voor de collectief geregistreerde emissiebronnen zijn de emissiekaracteristieken van 34 sectoren gedefinieerd voor 7 verschillende stoffen. Het onderzoek naar de emissiekaracteristieken heeft bij een aantal emissiebronnen geleid tot een aanpassing van de tot dan toe gebruikte emissiekaracteristieken.

5 Ondertekening

Naam en adres van de opdrachtgever:

Planbureau voor de Leefomgeving Bilthoven
T.a.v. de heer J. Aben
Postbus 303
3720 AH BILTHOVEN

Namen van de projectmedewerkers:

Ir. R. Dröge
Ir. J.H.J. Hulskotte
Ir. A.J.H. Visschedijk
Ing. B.I. Jansen
Ir. D.C. Heslinga

Namen van instellingen waaraan een deel van het onderzoek is uitbesteed:

-

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:

Naam en paraaf tweede lezer:



Ir. P.W.H.G. Coenen

Ondertekening:



Ir. D.C. Heslinga
Projectmanager

Autorisatie vrijgave:



Ir. R.A.W. Albers MPA
Afdelingshoofd