



1839-51
bylage 24

Laan van Westenenk 501
Postbus 342
7300 AH Apeldoorn

www.tno.nl

T 055 549 34 93

F 055 549 32 01

TNO-rapport

I&T-A R 2005/035

**Beperking van de geuremissie van AVR
Brielselaan te Rotterdam**

| | |
|---------------|--|
| Datum | maart 2005 |
| Auteurs | ing. A. Boom |
| Projectnummer | 36237 |
| Bestemd voor | N.V. Afvalverwerking Rotterdam t.a.v. de heer J. Beaupain Postbus 59205 3008 PE Rotterdam |

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande 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.

Samenvatting en Conclusies

Door het treffen van een aantal maatregelen kan de geurbelasting van de omgeving ten gevolge van de activiteiten van AVR aan de Brielselaan te Rotterdam sterk worden beperkt. De voorgestelde maatregelen bestaan uit:

- Het op een andere wijze aanvoeren van het afval dat in de huidige situatie via bakken over het water plaats vindt.
- Het creëren van onderdruk in de bunker met behulp van de bestaande afzuiging ten behoeve van de verbrandingslucht van de ketels, hiervoor zijn de volgende maatregelen noodzakelijk:
 - Afsluiting van de noodopening,
 - Beperken van de doorlaten van de losplaatsen in de bunkerwanden boven de bewegende vloeren,
 - Overdag afsluiten van de invaaropening.Nadere invulling van deze maatregelen zal in een volgende fase worden onderzocht.

Met deze maatregelen neemt de geurbelasting in de omgeving, afhankelijk van de uitgangspunten van de verspreidingsberekeningen, met in ieder geval 65 tot 95% af. Hierdoor wordt in de woonbebouwing de 98-percentiel van 1 ge/m^3 niet of slechts beperkt overschreden. Dit wordt in het beleidsdocument “Geuraanpak kerngebied Rijnmond” omschreven als “maatregelniveau III”. Wanneer de losplaatsen geheel kunnen worden gesloten dan wordt maatregelniveau II bereikt, dat wil zeggen dat de 99,99-percentiel van 1 ge/m^3 bij geurgevoelige locaties niet wordt overschreden.

Inhoudsopgave

| | |
|--|--------------------------------------|
| Samenvatting | 2 |
| 1. Inleiding | 4 |
| 2. Ventilatieonderzoek Bunker | 5 |
| 2.1 Inleiding | 5 |
| 2.2 Uitvoering | 5 |
| 2.3 Resultaten | 6 |
| 2.3.1 Meetsituaties | 6 |
| 2.3.2 Winddrukken | 7 |
| 2.3.3 Varianten | 8 |
| 2.4 Beheersmogelijkheden | 13 |
| 2.4.1 Vergroting van de afzuigstroom | 13 |
| 2.4.2 Verkleining van de bunkeropeningen | 13 |
| 2.5 Conclusies en aanbevelingen | 15 |
| 3. Verspreidingsberekeningen | 16 |
| 3.1 Inleiding | 16 |
| 3.2 Uitgangspunten | 16 |
| 3.3 Resultaten en conclusies | 18 |
| 4. Referenties | 21 |
| 5. Verantwoording | 22 |
| Bijlage 1 | Simulatie meetsituaties |
| Bijlage 2 | Winddrukfactoren |
| Bijlage 3 | Resultaten verspreidingsberekeningen |

1. Inleiding

De geldende milieuvergunning voor AVR aan de Brielselaan in Rotterdam verloopt eind 2005. In dit kader is aan TNO gevraagd het geuronderzoek uit 2001 [1] aan te vullen. De belangrijkste geurbronnen zijn de op- en overslag van het te verwerken afval. De geuremissies van deze bronnen zijn door meting vastgesteld. De belangrijkste bronnen zijn met name de bakken waarin over water het afval wordt aangevoerd en de bunker waarin aangevoerde afval wordt gestort. Van de totale geuremissie is circa 70% afkomstig van de bunker. In de nabije toekomst zal de aanvoer via de bakken over water op de huidige wijze komen te vervallen. De geurbelasting van de omgeving zal hierdoor verminderen. De aanvoer zal op een andere wijze gaan plaatsvinden, een gedeelte zal in geheel gesloten bakken worden aangevoerd, waardoor deze geurbron komt te vervallen. Dit levert geen toename op van de geuremissie vanuit de bunker omdat in de huidige situatie de emissie van het lossen van de bakken ook via de bunker vrijkomt. Voor het overige is de situatie verder niet gewijzigd, zodat de resultaten van de metingen in 2001 representatief zijn voor het in kaart brengen van de nieuwe situatie.

Daarnaast wil de AVR inzicht hebben in de mogelijkheden om de geuremissie vanuit de bunker te beperken. Bij de bunker is sprake van grote tegenover elkaar gelegen openingen, waarop de wind vrij spel heeft. Daardoor ontwijkt een geuremissie naar de omgeving. De vraag is hoe deze luchtstromen kunnen worden beheerst en in welke mate de emissie dan wordt beperkt. Als mogelijke optie is het afzuigen van de bunker genoemd. De afgezogen lucht kan als verbrandingslucht in de ovens worden gebruikt of worden geëmitteerd via de bestaande schoorstenen van de ovens. Wanneer de afgezogen lucht (gedeeltelijk) als verbrandingslucht wordt gebruikt worden de geurcomponenten verbrand in de ovens.

In hoofdstuk 2 wordt het de resultaten van het ventilatieonderzoek aan de bunker weergegeven. In hoofdstuk 3 worden de effecten van beide maatregelen op de geurbelasting van de omgeving met behulp van verspreidingsberekeningen weergegeven.

2. Ventilatieonderzoek Bunker

2.1 Inleiding

Om na te gaan op welke wijze de luchtstromen uit de bunker kunnen worden beheerst, is de huidige situatie ter plaatse worden opgenomen en stromingstechnisch geanalyseerd. In overleg met AVR zijn de mogelijkheden voor het terugdringen of uitschakelen van de luchtstroom door de bunkers nagegaan.

De aldus voorspelde effecten op de uiteindelijke reductie van de geuremissie van verschillende maatregelen dienen te worden afgewogen tegen hun kosten. In overleg met AVR zijn hiervan globale indicaties gegeven.

2.2 Uitvoering

Op 10 maart 2004 zijn in de ochtend ventilatiemetingen uitgevoerd aan de bunker. Het bleek dat tijdens dit bezoek slechts twee ovens in gebruik waren, omdat een reparatie werd uitgevoerd aan 2 van de 4 aanwezige ovens. Alleen de stortplaats aan de ZO-zijde was daarom in gebruik.

De luchtstromen door de openingen van de bunker zijn bepaald door meting van de in- of uittredesnelheden met behulp van een velometer of vleugelradanemometer. De bijbehorende grootten van de openingen zijn opgemeten.

Uit de luchtstromen die op deze wijze zijn herleid, bleek een grote onbalans tussen toe- en afvoer. Vermoedelijk is deze te wijten aan de afwijkende situatie in verband met de reparatie. Daarom zijn tevens de ventilatieomstandigheden tijdens het eerdere geuronderzoek nader geanalyseerd.

In verband met de simulatieberekeningen is de windaanval op de bunker van belang. Deze is gekarakteriseerd door de ligging van de bunker met zijn omringende bebouwing op te nemen.

Normaliter wordt voor een nauwkeurige voorspelling van de windaanval een windtunnelonderzoek uitgevoerd. Gezien het indicatieve karakter van dit onderzoek is echter volstaan met een eenvoudigere, doch gevalideerde wijze van vaststelling. De meetkundige gegevens zijn ingevoerd in het programma 'Cp-Generator' [2]. Daarmee zijn dimensieloze winddrukfactoren bepaald voor de specifieke situatie van de openingen van de bunker. Deze zijn als invoergegevens gebruikt voor de modellering van de ventilatie.

Voor de simulatie van de ventilatie is gebruik gemaakt van twee verschillende modellen, Aida [3] en SizeVent [4]. De meetsituaties zijn nagebootst met het model Aida.

Het model SizeVent is gebruikt om van verschillende varianten het ventilatiegedrag bij wisselende meteorologische omstandigheden te bepalen.

De resultaten zijn verwerkt in rekenbladen.

2.3 Resultaten

2.3.1 Meetsituaties

De resultaten van de ventilatiemetingen worden gegeven in tabel 2.1.

Tabel 2.1 Luchtstromen in meetsituaties

| tijdstip | Vwind [m/s] | Rwind [°] | Tbu [°C] | Ovens [m³/s] | Qv1 [m³/s] | Qv2 [m³/s] | Qv3 [m³/s] | Qv4 [m³/s] |
|----------------------|----------------|--------------|-------------|-----------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 10 maart 2004 | 6,5 | 45 | 2,6 | -170 | 43 | 110 | -13 | 30 |
| 10 mei 2001 | 5,5 | 80 | 23 | -40 | | | -126 | |
| 14 mei 2001 | 3,5 | 245 | 18 | -40 | | | -34 | |
| 3 dec. 2001, 7:00 h | 2,5 | ~160 | 10 | -40 | | | -44 | |
| 3 dec. 2001, 11:00 h | 2,5 | 50 | 10 | -40 | | | -60 | |

Negatieve waarden van volumestromen zijn afvoerstromen = naar buiten

Per meetsituatie worden in de tabel eerst de meteorologische gegevens vermeld, zoals verkregen via het KNMI (windsnelheid, windrichting en buitentemperatuur). De gegevens van 10 maart 2004 betreffen de registraties van 14:00 h te Rotterdam. Ze zullen niet exact kloppen met de situatie tijdens de metingen die rond 10:00 h hebben plaatsgevonden, op een locatie die enkele km's verderop ligt.

Voor de eerdere metingen uit 2001 kon slechts worden beschikt over 24-h gemiddelde windsnelheden en windrichtingen op de tijdstippen 6:00, 12:00, 18:00 en 24:00 h. Tevens geldt dat bij de lage windsnelheden van 3 december de windrichting minder exact was (op veel meetpunten variabel).

Na de kolommen met meteogegevens worden in de tabel de luchtstromen gegeven. De kolom 'Ovens' toont voor 2004 de uit de onbalans herleide, dus niet gemeten afvoerstroom. Voor de situaties in 2001 is volgens opgave van AVR van circa 40 m³/s voor 4 ovens aangehouden.

De laatste 4 kolommen betreffen respectievelijk opening 1, dat is de losplaats ZO, opening 2, de invaaropening NO, opening 3, de losplaats NW en opening 4, de noodopening NW.

Bij de metingen in 2001 zijn slechts de luchtstromen bepaald bij de openingen die naar buiten afvoerden, omdat deze geur emitteerden. Het betreft toevalligerwijs steeds de openingen aan de NW-zijde (losplaats en noodopening). Bovendien is slechts de som van de stromen door beide openingen bekend. Desalniettemin zijn deze gegevens waardevol gebleken voor het begrijpen van de ventilatiesituatie.

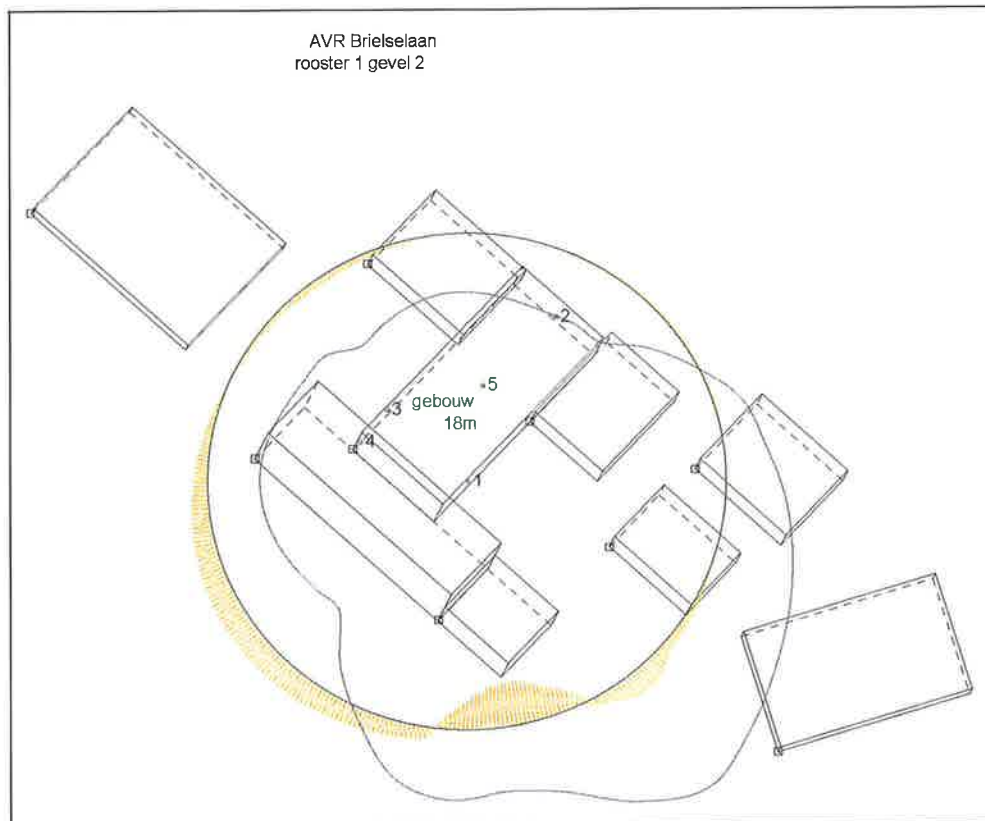
Er is getracht de meetsituaties met het ventilatiemodel 'Aida' na te bootsen. De resultaten worden vermeld in bijlage 1. Uit de simulaties kan worden opgemerkt dat soms iets afwijkende meteogegevens zijn gebruikt om de beste overeenkomst te krijgen. Dit is gedaan omdat niet over exact de juiste meteo van dezelfde plaats op hetzelfde tijdstip kon worden beschikt.

Bij de simulaties is tevens de grootte van de inwaaropening iets gevarieerd. Dit werd toelaatbaar geacht in verband met de wisselende waterstand. Ook de doorlaten van de bunker boven de bewegende vloeren zijn niet exact te geven, omdat de belading kan hebben gewisseld.

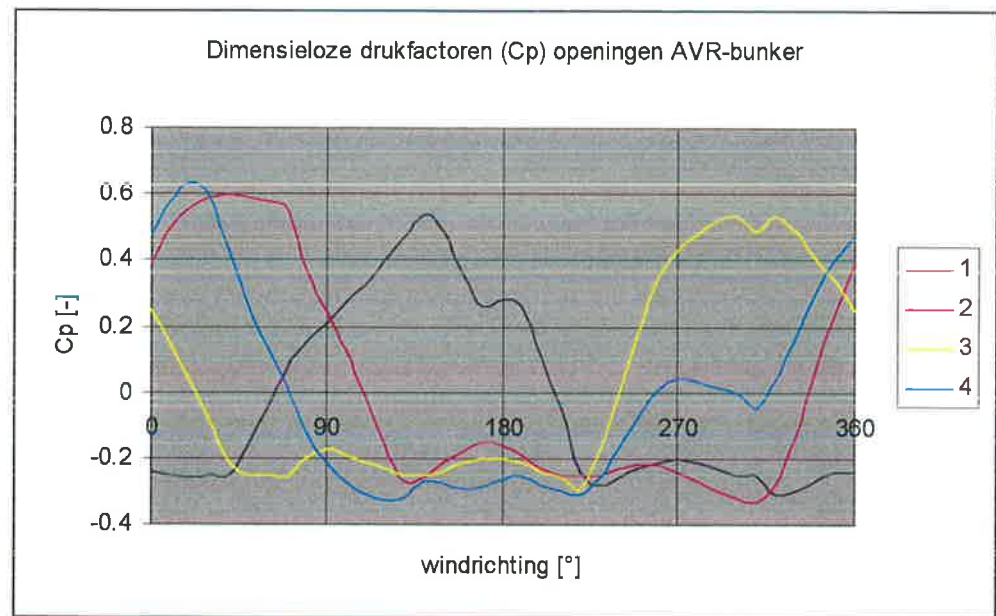
Met deze aanpassingen blijken de meetsituaties in orde van grootte goed te kunnen worden nagebootst. Een exact model van de ventilatiesituatie is tegen de achtergrond van de voorgaande opmerkingen niet te maken. Dat betekent dat ook de verdere berekeningen als indicatief moeten worden aangemerkt.

2.3.2 Winddrukken

Figuur 1 geeft een voorbeeld van een polaire, grafische weergave voor een drukpunt, in dit geval de losplaats ZO. Het drukpunt vormt het midden van een cirkel. Trekt men van uit dit midden een lijn in een bepaalde richting, dan is de afstand tussen de blauwe lijn en de cirkel een maat voor de C_p -waarde bij de betreffende windrichting. Waar de blauwe lijn buiten de cirkel komt is sprake van overdruk. Daar binnen is sprake van onderdruk. De oranje, gearceerde uitslag geeft de correctie ten gevolge van beschutting door lokale obstakels. De berekende dimensieloze winddrukken, bepaald met Cp-Generator, worden grafisch gepresenteerd in figuur 2 en zijn in tabelvorm vermeld in bijlage 2.



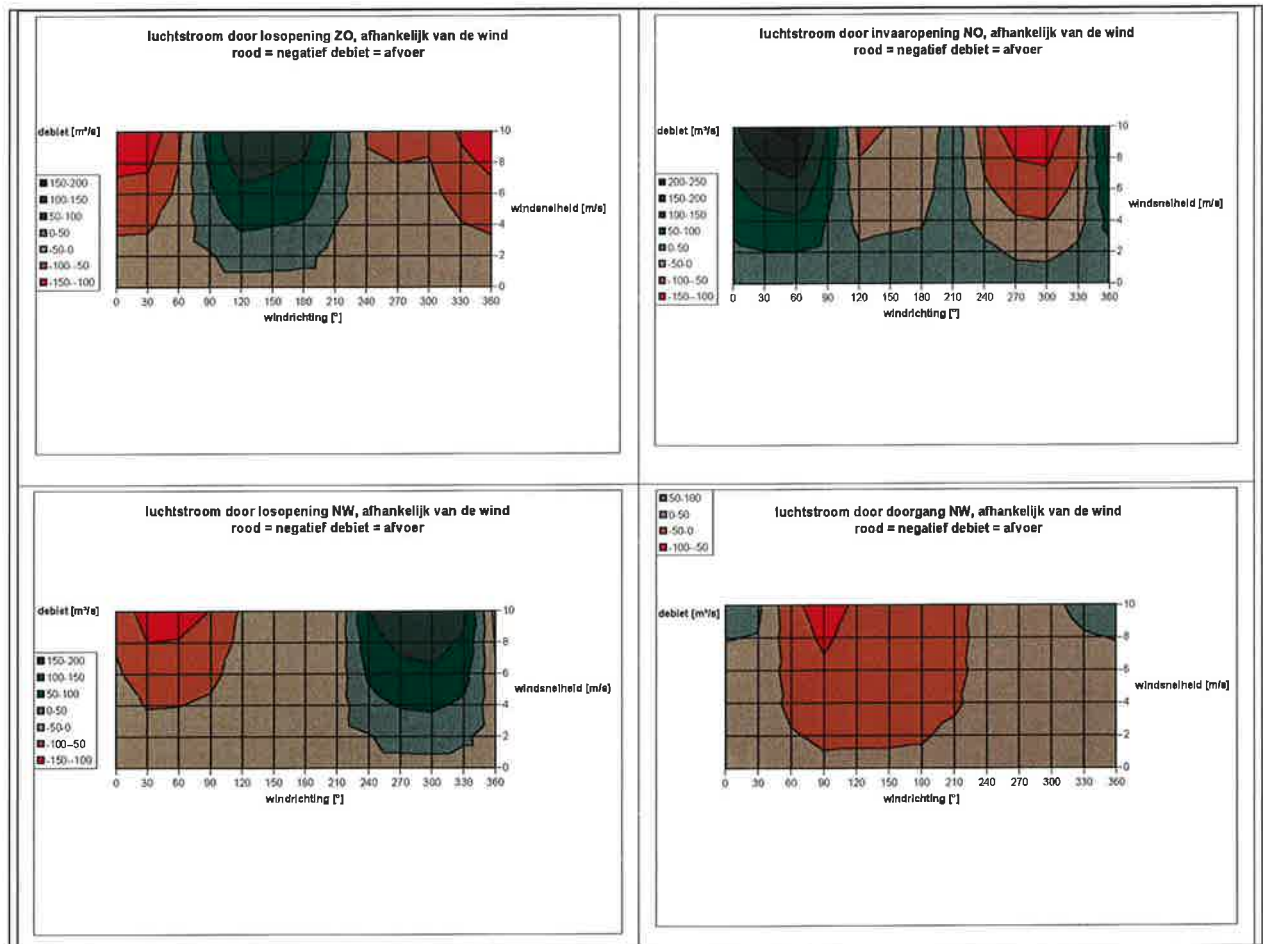
Figuur 1 Voorbeeld van een resultaat van de C_p -berekening



Figuur 2 Berekende C_p -waarden

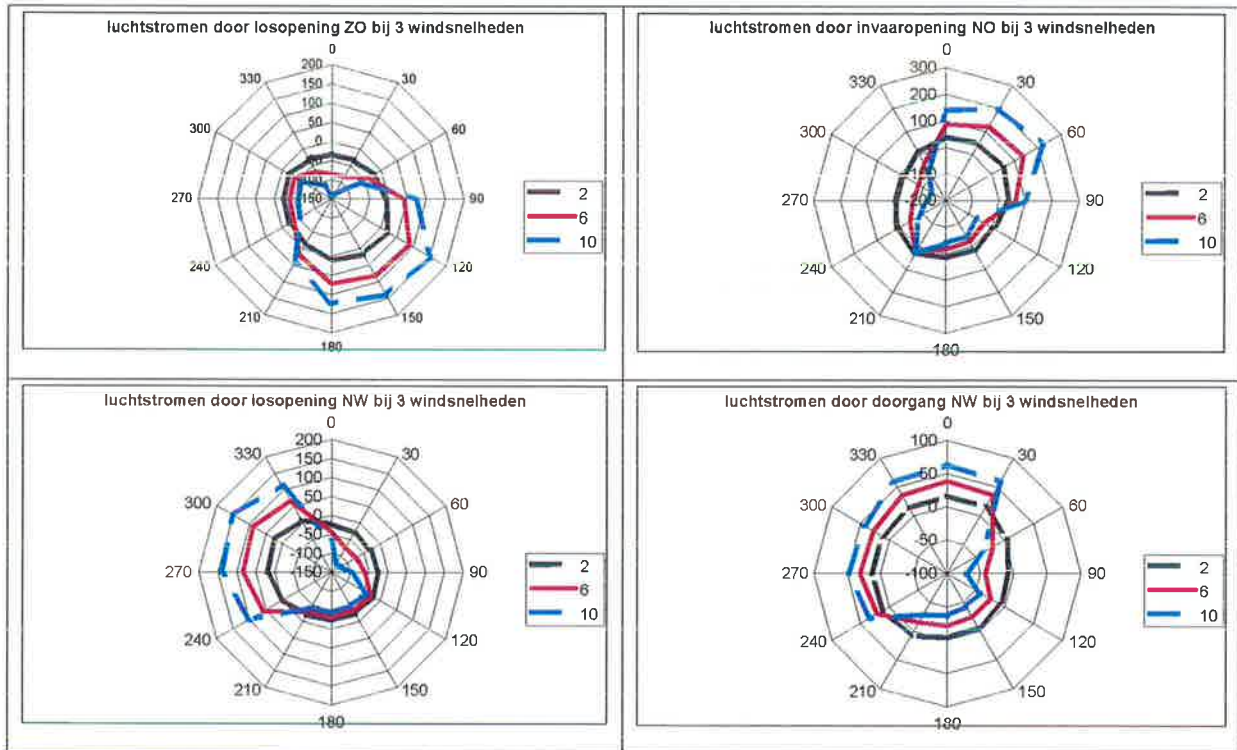
2.3.3 Varianten

Uitgaande van de huidige basissituatie zijn simulatieberekeningen uitgevoerd voor een representatief scala van windomstandigheden. De resultaten voor deze basissituatie worden getoond in de figuren 3 en 4.



Figuur 3 Luchtstromen in de basissituatie, als functie van windsnelheid en -richting

In figuur 3 geven de roodtinten aan wanneer er sprake is van afvoer via de betreffende openingen. Afvoer betekent geuremissie en is in wezen ongewenst. Het blijkt dat zonder maatregelen bij alle openingen al bij lage windsnelheden sprake is van uittrede van geurhoudende lucht. De windrichting is in combinatie met de oriëntatie van de openingen, sterk bepalend voor in- of uittrede van verontreinigde lucht uit de bunker.



Figuur 4 Luchtstromen in de basissituatie, bij lage, gemiddelde en hoge windsnelheid

Figuur 4 geeft in polaire grafieken voor drie niveaus van windsnelheden aan wanneer er sprake is van luchtuittrede (negatieve stromen). Bij deze weergave is de invloed van de windrichting makkelijker te zien. Het blijkt dat de totale luchtuittrede bij harde wind kan oplopen tot circa 250 m³/s.

Naast de bestaande situatie zijn verschillende varianten doorgerekend, die mogelijke ventilatiemaatregelen representeren. Tabel 2.2 geeft een overzicht van deze varianten.

Als basissituatie is van de bestaande situatie uitgegaan zonder afzuigstroom door de ovens. Dit is te vergelijken met de situatie wanneer de ovens buiten bedrijf zijn. De situatie met afvoer representeert de normale bedrijfstoestand. Derhalve is bij alle volgende situaties aangenomen dat de afvoer is ingeschakeld. De afvoerstroom van 40 m³/s is gebaseerd op d.d. 2 april nagezonden informatie van AVR, waarin wordt gesproken van 30.000 – 50.000 m³/h per lijn.

In alle hierna volgende situaties is de noodopening naast de losplaatsen aan de NW-zijde dicht verondersteld, omdat deze slechts enkele malen per jaar zou worden gebruikt. Daarbij zijn de effecten van verschillende doorlaten van de in- en losopeningen bestudeerd.

Tabel 2.2 Berekende ventilatievarianten met hun gemiddelde uitstoot

| | 1. losplaats ZO [m ²] | 2. invaar NO [m ²] | 3. losplaats NW [m ²] | 4. noodopening NW [m ²] | 5. afvoer via ovens [m ³ /s] | Gemid. uitstroom [m ³ /s] |
|--|---|--------------------------------------|---|---|---|--|
| Basis | 32 | 57 | 32 | 21 | 0 | 47,4 |
| Afvoer | 32 | 57 | 32 | 21 | 40 | 26,6 |
| Noodopening dicht | 32 | 57 | 32 | 0 | 40 | 18,4 |
| Invaar afsluit- baar | 32 | 0 | 32 | 0 | 40 | 7,9 |
| Losplaatsen 20% open | 6,4 | 0 | 6,4 | 0 | 40 | 0,0 |
| Losplaatsen en invaar 20% | 6,4 | 11,4 | 6,4 | 0 | 40 | 0,3 |
| Lospl. 20% en invaar 100% | 6,4 | 57 | 6,4 | 0 | 40 | 3,8 |
| Losplaatsen afsluitbaar en invaar 100% | 0 | 57 | 0 | 0 | 40 | 0,2 |

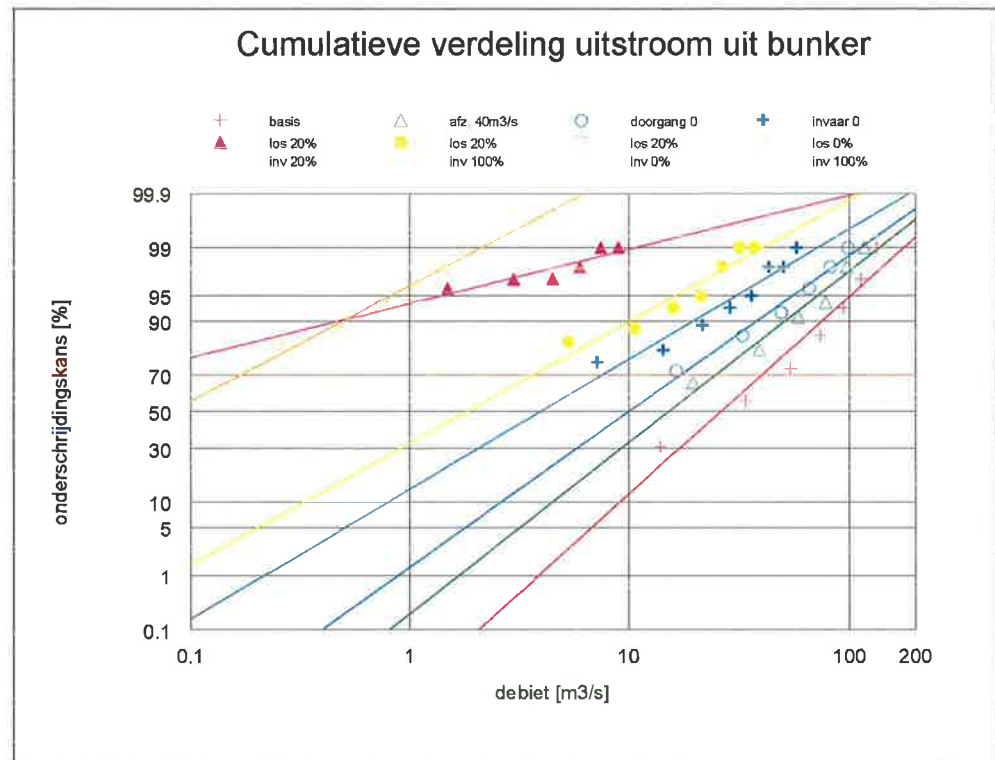
De doorlaten zijn berekend uit de gemeten lengte en breedte, ofwel er zijn bruto m² vermeld.

Bij de varianten zijn stapsgewijs aanpassingen doorgevoerd, tot een niveau is bereikt dat bij alle (resterende) openingen vrijwel geen uittrede meer wordt bereikt. Een samenvatting van de resultaten wordt gegeven in de figuren 4 en 5.

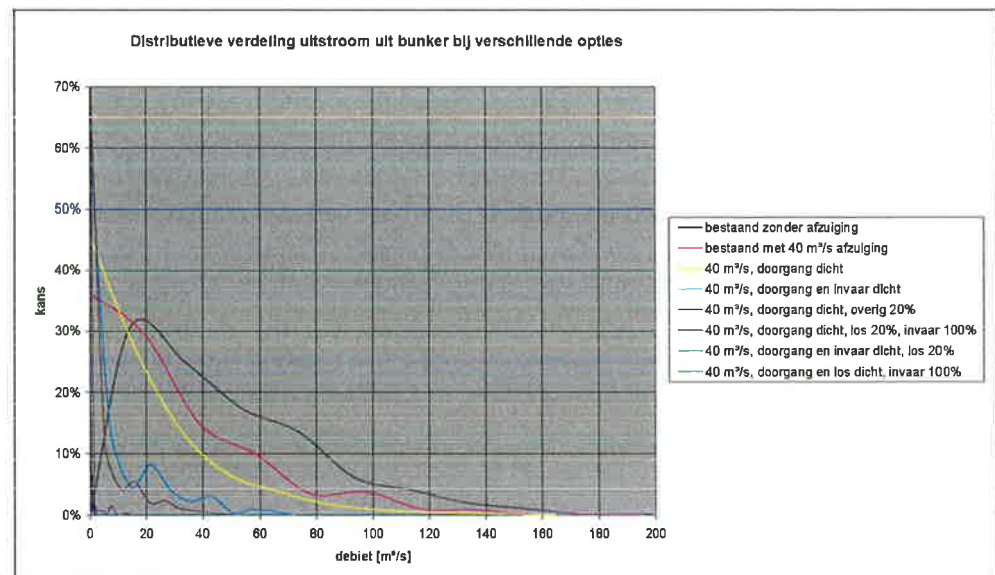
Voor deze figuren is de totale uitstoot van verontreinigde lucht naar buiten bepaald, als functie van de windcondities. Uit de KNMI-gegevens is de kans op bepaalde windcondities bekend. Derhalve kon de grootte van de totale uitstroom worden gekoppeld aan een kans van voorkomen.

Figuur 5 toont de cumulatieve kansverdeling, dat wil zeggen de kans op onderschrijding van een bepaald uitstroomdebiet.

Figuur 6 toont de distributieve kansverdeling. Door uit de distributieve verdeling het klassenmidden te bepalen, kan worden geraamd wat de grootte is van de gemiddeld uitgestoten luchtstroom. Deze getallen zijn in de laatste kolom van tabel 2.2 vermeld. Uitgaande van de vastgestelde geuremissie uit de bunker kan aan de hand van de verhouding van het afgezogen debiet naar de ovens en de reststroom de resterende geuremissie worden bepaald.



Figuur 5 Log-normale cumulatieve verdeling van de uitstroming uit de bunker bij de verschillende varianten



Figuur 6 Distributieve verdeling van de uitstroming uit de bunker bij de verschillende varianten

2.4 Beheersmogelijkheden

De ventilatieberekeningen kunnen als een vertaling van de meetsituaties naar andere omstandigheden worden gezien. Ze geven zowel inzicht in het effect van de wind op de uitstoot van lucht uit de bunker, als op de beheersmogelijkheden. Het is duidelijk dat de wind in de bestaande situatie voor ongewenste verspreiding vanuit de bunker zorgt. Dit is te voorkomen door de openingen in de bunker drastisch te verkleinen en/of de afzuigstroom vanuit de bunker sterk te verhogen.

2.4.1 Vergroting van de afzuigstroom

Vergroting van de afzuigstroom is niet als eerste mogelijkheid beschouwd. Om ook bij hogere windsnelheden uitstoot te voorkomen is volgens berekeningen met het ventilatiemodel een afzuigstroom in de orde van grootte van 400 – 500 m³/s nodig. Dit vergt niet alleen een grote extra afzuiginstallatie, maar ook dure nabehandeling. Een alternatief voor de nabehandeling is eventueel hoge lozing. Als dit via de bestaande schoorsteen wordt gedaan, is de capaciteit te beperkt. Bovendien zou dan toch nog steeds veel extra installatiewerk moeten worden verricht.

2.4.2 Verkleining van de bunkeropeningen

Een meer voor de hand liggende mogelijkheid is het verkleinen van de openingen van de bunker, in combinatie met een onderdruk ten gevolge van de aanwezige, procesmatige afzuigstroom van ca. 40 m³/s. De functionaliteit van de losplaatsen en invaaropening dient echter niet te worden aangetast.

2.4.2.1 Noodopening

De opening die het eerst in aanmerking komt voor verkleining is de slechts incidenteel gebruikte noodopening naast de losplaats aan NW-zijde. Deze opening kan worden afgedicht met deuren, rolluiken of een combinatie van beide.

2.4.2.2 Losplaatsen

Het effect van het alleen afsluiten van de noodopening is niet afdoende. De uitstoot wordt dan slechts tot 70% teruggebracht. Om een verdere reductie te bereiken, ligt beperking van de doorlaat van de losopeningen vervolgens het meest voor de hand.

De eerste optie is reductie van de openingen ter plaatse van de bunkerwanden, daar waar de beweegbare vloeren in de bunker komen. Dit is namelijk de kleinste doorsnede, zodat beperking van de doorlaat hier het meeste effect sorteert. Omdat door

deze openingen wisselende hoeveelheden afval passeren, varieert de hoogte tussen 2 en 3 m en dienen de afdichtingen flexibel te zijn.

Het nadeel van deze optie is dat het afval op de bewegende vloeren nog ongehinderd kan emitteren naar de omgeving. Circa 50% van de bewegende vloeren zal zich buiten de bunkerwanden bevinden. In het emissie-onderzoek is de geuremissie van het afval, van verschillende “leeftijden”, dat via de schuiten wordt aangevoerd vastgesteld. Het afval dat zich op de bewegende vloeren bevindt, is vergelijkbaar met het afval met de kortste leeftijd. Voor de berekening is uitgegaan van de maximaal vastgestelde emissie, namelijk $0,059 \text{ Mge}/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$. Het oppervlak buiten de bunkerwanden bedraagt 144 m^2 . De resterende emissie bedraagt hiermee $8,5 \text{ Mge}/\text{h}$. Dit is een relatief geringe emissie. Deze emissie zal alleen optreden tijdens de uren dat er afval wordt aangevoerd. Dit is maximaal van 6:45 tot 22:00 uur gedurende 6 dagen per week.

In de tweede, alternatieve optie kan ook de restemissie vanaf de bewegende vloeren worden voorkomen. Daartoe dient bij deze optie de doorlaat aan het uiteinde van de luifel, ter plaatse van de koppen van de bewegende vloeren, te worden beperkt. Dit is de plaats waar de vrachtwagens kiepen. De afdichting dient op deze posities dus beweegbaar te zijn.

Een praktisch probleem van deze optie is het beperkte zicht van de chauffeurs op de losplaatsen. Dit vergt een goede toeritgeleiding.

Het zal duidelijk zijn dat deze tweede optie veel ingrijpender is dan de eerste. Vooralsnog wordt daarom de eerste optie aanbevolen.

2.4.2.3 Invaaropening

Als de noodopening wordt afgedicht en de doorlaten bij de losplaatsen tot 20% worden teruggebracht, wordt volgens tabel 2.2, zelfs bij geopende invaaropening, de totale uitstoot van verontreinigde lucht al tot de orde van grootte van 10 à 20% teruggebracht. Door ook de invaaropening tot zo'n 20% te reduceren, wordt de uitstoot vrijwel nihil.

De ventilatieberekeningen geven aan dat de invaaropening in de nachtelijke bedrijfssituatie, uitgezonderd omstandigheden met harde wind, constant open kan blijven, zonder dat hier emissie optreedt. Als voorwaarde geldt dat bij de losplaatsen dan voor een aanzienlijk betere afdichting dan tot 20% wordt gezorgd. Omdat de losplaatsen in de nacht niet in gebruik zijn, wordt dit reëel geacht.

Bij harde wind kan de uitstoot van verontreinigde lucht niet worden voorkomen, maar is wel sprake van meer verdunning. Ook is de kans op dergelijke situaties beperkt. Harde wind komt naar verhouding in de nachtperiode minder voor. Uitgaande van een volledige afsluiting van de losplaatsen en de gewogen gemiddelde uitstroom bedraagt de gemiddelde geuremissie $4 \text{ Mge}/\text{h}$. Dit is slechts een geringe emissie. In bijlage 3 wordt schematisch weergegeven hoe deze emissie is berekend.

Wanneer de losplaatsen voor 20% geopend blijven bedraagt de gemiddelde emissie 71 Mge/h. In hoofdstuk 3 wordt de geurbelasting aan de hand van deze restemissie berekend.

2.5 Conclusies en aanbevelingen

Om beheersmaatregelen te kunnen ontwikkelen zijn de ventilatieomstandigheden van de bunker nagebootst met behulp van een ventilatiemodel.

Het bleek dat de situaties op de drie meetdagen in 2001 vrij goed konden worden gereproduceerd. De meetsituatie in 2004 was minder goed te reproduceren. Vermoedelijk speelden hier de afwijkende omstandigheden door het onderhoud van twee van de vier ovens een rol.

Met behulp van het ontwikkelde ventilatiemodel is voorspeld dat de uitstoot van verontreinigde lucht uit de bunker gemiddeld zo'n 50 m³/s bedraagt en bij harde wind kan oplopen tot de orde van grootte van 250 m³/s.

Verhoging van de afzuigstroom uit de bunker wordt geen reële optie geacht, om uittrede vanuit de bunker te voorkomen. De benodigde afzuigstroom van 400 à 500 m³/s vergt te ingrijpende installatietechnische voorzieningen.

De geuremissie uit de bunker kan worden beperkt door het creëren van onderdruk in de bunker met behulp van de bestaande afzuiging ten behoeve van de verbrandingslucht van de ketels (ca. 40 m³/s), hiervoor zijn de volgende maatregelen noodzakelijk:

- Afsluiting van de noodopening,
- Beperken van de doorlaten van de losplaatsen in de bunkerwanden boven de bewegende vloeren,
- Overdag afsluiten van de invaaropening.

Nadere invulling van deze (bouwkundige) maatregelen zal in een volgende fase worden onderzocht. In deze fase wordt bekeken op welke wijze de geurhinder op een duurzame wijze kan worden beperkt. Hierbij kan worden gedacht aan:

- Het afsluiten van de noodopening met roldeuren;
- Het aanbrengen van een permanente overkapping over de stortvloer met roldeuren;
- Het aanbrengen van een extra overkapping waaronder de bakken kunnen worden afgemeerd zodat ze uit het zicht zijn onttrokken.

De totale kosten voor de bovengenoemde maatregelen worden in samenspraak met de AVR en opgedane ervaring bij soortgelijke projecten geraamd op circa 2 miljoen Euro.

3. Verspreidingsberekeningen

3.1 Inleiding

Met behulp van verspreidingsmodellen (mathematische modellen, waarmee het transport en de verdunning in de atmosfeer wordt beschreven) kunnen in de omgeving van een emissiepunt optredende immissieconcentraties worden berekend. Uurgemiddelde immissieconcentraties kunnen worden berekend met het zogenaamde Gaussisch pluimmodel. Met name bij geur worden de optredende immissieconcentraties beschouwd in relatie met de tijdsduur dat een bepaalde geurconcentratie wordt overschreden.

Tot 1 januari 1998 stond het "Lange Termijn Frequentie Distributie" model (LTFD-model) bekend als het Nationale Model. Dit model is begin jaren '80 ontwikkeld. Bij de totstandkoming van het geurbeleid heeft dit model een belangrijke rol gespeeld bij het in kaart brengen van de relatie tussen geurblootstelling en hinder. Uit onderzoek is gebleken dat de met het LTFD-model berekende immissieconcentraties, met name bij emissies vanuit hoge schoorstenen (vanaf circa 75 meter) hoger waren dan de werkelijke belasting. Dit heeft geleid tot het opstellen van een Nieuw Nationaal Model (NNM). De berekeningen zijn uitgevoerd met de TNO-softwarepakket Pluim-Plus 3.3.

Bij verspreiding van luchtverontreiniging is de emissiehoogte een belangrijke parameter. Toepassing van een hoge schoorsteen leidt tot een grotere "verspreidingsruimte" en dus tot lagere immissieconcentraties. Het pluimgedrag kan sterk worden beïnvloed door wervelingen rond omliggende bebouwing en de temperatuur en het vochtgehalte van het afgas. De beïnvloeding van de pluim door een gebouw is onder andere afhankelijk van gebouwfmetingen, windrichting en windsnelheid. In het NNM is dit effect geïntegreerd in de software. Hierdoor is het mogelijk geworden om het model bij benadering toe te passen op afstanden kleiner dan 100 meter van de bron.

3.2 Uitgangspunten

De emissie vanuit de bunker is in 2001 viermaal vastgesteld. Hierbij is een verschil gemaakt tussen de situatie tijdens de werkweek en in het weekeinde. Verwacht werd dat de "weekend-situatie" de grootste geuremissie zou veroorzaken. In tabel 3.1 wordt een overzicht gegeven van de meetresultaten. In [1] wordt nader ingegaan op de invloed van de temperatuur op de geuremissie. De vastgestelde emissies zijn aan de hand van de gevonden relatie omgerekend naar een emissie bij 20 °C. Een correctie van de vastgestelde geuremissie van de bakken, 148 Mge/h, is niet noodzakelijk, omdat de temperatuur tijdens de metingen 20 °C bedroeg.

Tabel 3.1 Geuremissie bunker bij 20°C

| meting | emissie (Mge/h) | temperatuur (°C) | emissie bij 20°C (Mge/h) |
|--------------------------|-----------------|------------------|--------------------------|
| 10-mei (doordeweeks) | 496 | 23 | 346 |
| 14-mei (weekend) | 258 | 18 | 329 |
| 3-december (doordeweeks) | 340 | 10 | 1.130 |
| 3-december (weekend) | 211 | 10 | 700 |
| gemiddeld | 326 | | 626 |

Bij de berekening van de geurbelasting van de omgeving is voor de emissies van twee uitgangspunten gebruik gemaakt, namelijk:

- de vastgestelde emissies,
- de emissies gecorrigeerd voor de temperatuur.

Bij de vastgestelde emissies is uitgegaan van de gemiddelde waarden. Bij de emissies gecorrigeerd voor de temperatuur is uitgegaan van de maximale etmaal waarden¹ gemiddeld per maand. De restemissies na maatregelen aan de bunker zijn op dezelfde wijze berekend. In [1] is uitgegaan van de etmaalgemiddelde temperaturen. In dit rapport is uitgegaan van de maximale temperatuur als worst-case scenario. In de volgende tabel staan de gemiddelde maximale etmaaltemperaturen en de berekende emissies vermeld.

Tabel 3.2 Emissies per maand

| maand | gemiddelde maximale etmaalt temperatuur (°C) | Emissie (Mge/h) | | | | |
|-----------|--|-----------------|--------|-------------------|------------------|------------------|
| | | bunker | bakken | bewegende vloeren | invaar-opening 1 | invaar-opening 2 |
| jan | 5,2 | 106 | 25 | 1,4 | 23 | 1,3 |
| feb | 6,1 | 118 | 28 | 1,6 | 26 | 1,5 |
| mrt | 9,6 | 180 | 42 | 2,4 | 39 | 2,2 |
| apr | 12,9 | 267 | 63 | 3,6 | 58 | 3,3 |
| mei | 17,6 | 469 | 111 | 6,3 | 102 | 5,9 |
| jun | 19,8 | 611 | 144 | 8,1 | 133 | 7,6 |
| jul | 22,1 | 805 | 190 | 10,7 | 176 | 10,1 |
| aug | 22,3 | 825 | 195 | 11,0 | 180 | 10,3 |
| sep | 18,7 | 536 | 127 | 7,1 | 117 | 6,7 |
| okt | 14,2 | 312 | 74 | 4,2 | 68 | 3,9 |
| nov | 9,1 | 169 | 40 | 2,3 | 37 | 2,1 |
| dec | 6,4 | 122 | 29 | 1,6 | 27 | 1,5 |
| gemiddeld | | 377 | 89 | 5,0 | 82 | 4,7 |

1 bij losplaatsen gedeeltelijk geopend, 2 bij geheel gesloten losplaatsen

¹ KNMI, voorlopige klimatologische normalen station de Bilt, 1971-2000.

Uitgaande van de meetwaarden bedragen de gemiddelde emissies voor de bunker en de bakken respectievelijk 326 en 148 Mge/h. Voor de situatie na maatregelen is dat voor de bewegende vloeren 8,4 Mge/h en voor de invaaropening, afhankelijk van de situatie 71 of 4,1 Mge/h.

De volgende berekeningen zijn uitgevoerd:

- de huidige situatie,
- de situatie zonder emissie vanuit de bakken,
- de situatie zonder emissie vanuit de bakken en aanpassing aan de bunker, met emissie van de bewegende vloeren en een emissie via de invaaropening.

Verder is bij de berekeningen van de volgende algemene uitgangspunten gebruik gemaakt.

Tabel 3.3 *Uitgangspunten verspreidingsberekeningen*

| Omschrijving | |
|---------------------------------------|--|
| klimateologie | Schiphol, 24-uurs klimateologie, NNM: 1991 – 1995 |
| ruwheidslengte | 1 m (representatief voor dicht bebouwde omgeving) |
| emissieduur | 8.760 uur per jaar, bunker en bakken 4.680 uur per jaar, bewegende vloeren 2.808 uur per jaar, invaaropening |
| middellingsduur immissieconcentraties | 1 uur |
| lozingshoogte bakken | 1 m |
| oppervlakte bakken | 3.163 m ² |
| lozingshoogte bunker | 5 m |

3.3 Resultaten en conclusies

In bijlage 3 worden de resultaten van de verspreidingsberekeningen grafisch weergegeven. Hierbij worden zowel de 98- en de 99,99-percentielcontouren weergegeven. Dit om toetsing volgens het beleidsdocument “Geuraanpak kerngebied Rijnmond” mogelijk te maken. Hierin worden drie maatregelniveaus onderscheiden. In de volgende tabel wordt dit weergegeven. In de afweging om te komen tot een acceptabel hinderniveau speelt ook het ALARA-principe een belangrijke rol.

Tabel 3.4 maatregelniveaus

| maatregel-niveau | omschrijving | richtwaarde |
|------------------|--|--|
| I | buiten de terreingrens geen geur waarneembaar | 99,99-percentiel van 1 ge/m ³ op de terreingrens |
| II | ter plaatse van geurgevoelige locatie geen geur waarneembaar | 99,99-percentiel van 1 ge/m ³ bij geurgevoelige locatie |
| III | ter plaatse van geurgevoelige locatie geen geuroverlast | 98-percentiel van 1 ge/m ³ bij geurgevoelige locatie |

De 98-percentiel contouren waarbij uitgegaan is van de meetwaarden zijn slechts beperkt kleiner dan die waarbij de emissies gecorrigeerd zijn voor de temperatuur. Dit wordt veroorzaakt doordat de emissies gecorrigeerd voor de temperatuur gemiddeld iets hoger zijn dan de vastgestelde emissies. De 99,99-percentielcontouren verschillen strek. Dit wordt veroorzaakt door de grotere pieken in het emissiepatroon.

In de volgende tabel wordt een overzicht gegeven van de geurblootstelling bij de dichtstbijzijnde geurgevoelige locatie. In deze situatie is er namelijk slechts een beperkt verschil tussen de terreingrens en de dichtstbijzijnde geurgevoelige locatie.

Tabel 3.5 Berekende geurblootstellingen dichtstbijzijnde geurgevoelige locatie

| omschrijving | Geurconcentratie (ge/m ³) | | | |
|--|---------------------------------------|--------|---|--------|
| | meetwaarden | | meetwaarden gecorrigeerd maximale temperatuur | |
| | c98 | c99,99 | c98 | c99,99 |
| huidige situatie | 15 | 50 | 22 | 110 |
| situatie zonder bakken | 12 | 38 | 20 | 90 |
| situatie zonder bakken, maatregelen bunker, bij losplaatsen gedeeltelijk geopend | 0,9 | 6 | 1,5 | 40 |
| situatie zonder bakken, maatregelen bunker, bij losplaatsen geheel gesloten | 0,2 | 1 | 0,3 | 1 |

Uit de berekeningen blijkt dat in de huidige situatie er sprake is van een geurbelasting waarbij hinder kan worden verwacht. Wanneer er geen afval meer wordt aangevoerd met de bakken over het water zal de geurbelasting enigszins afnemen. Mogelijk zal bij de geurbeleving het visuele aspect ook een rol spelen, de bakken met afval zullen vanaf de nieuwbouw locatie op Katendrecht duidelijk zichtbaar zijn.

Wanneer de maatregelen aan de bunker worden uitgevoerd zal wanneer de losplaatsen gedeeltelijk geopend blijven het maatregelniveau III worden benaderd. Wanneer de losplaatsen geheel kunnen worden gesloten dan wordt maatregelniveau II bereikt.

4. Referenties

- [1] Boom, A.
Geuronderzoek bij AVR Brielselaan te Rotterdam.
Apeldoorn, TNO MEP, rapport R2002/590, oktober 2002.
- [2] Knoll, B. en J.C. Phaff
Cp-Generator. Een model voor het voorspellen van winddrukfactoren.
Delft, TNO Bouw, simulatiemodel, 1997.
- [3] Knoll, B. en M. Liddament.
Een bewerking tot rekenblad van het éénzone ventilatiemodel Aida.
Delft, TNO Bouw, simulatiemodel, 1999.
- [4] Phaff, J.C. en B. Knoll
SizeVent. Een model voor het systematisch bepalen van
ventilatievoorzieningen.
Delft, TNO Bouw, simulatiemodel, 1997.

5. Verantwoording

Naam en adres van de opdrachtgevers:

N.V. Afvalverwerking Rotterdam
t.a.v. de heer J. Beaupain
Postbus 59205
3008 PE Rotterdam

Namen en functies van de medewerkers:

Ing. A. Boom : projectleider
ing. B. Knoll : research medewerker

Datum waarop, of tijdsbestek waarin, het onderzoek heeft plaatsgehad:
april 2004 – maart 2005

Ondertekening:




Ing. A. Boom
projectleider

Goedgekeurd door:



Dr. Ir. L.B.M. van Kessel
teammanager

Bijlage 1 Simulatie meetsituaties



TNO Bouw tel. 015 2763318
e-mail: B.Knoll@bouw.tno.nl

Naam project : AVR Brielselaan
 Datum : 30 maart 2004
 Uitgevoerd door : Bas Knoll

Ventilatie rekenprogramma 'Aida'
 oorspronkelijke auteur: M. Liddament - AIVC - 1989
 bewerking tot rekenblad: B. Knoll - TNO - 1999

Invoergegevens

V = 66000 [m³] (volume gebouw)
 Q_{mech} = -170 [m³/s] (mechanische ventilatie; + = toevoer, - = afvoer)
 T_{bu} = 2.6 [°C] (temperatuur buiten)
 T_{bi} = 2.6 [°C] (temperatuur binnen)
 v_w = 4.5 [m/s] (snelheid wind; ontwerp = 2 m/s, gemiddeld = 5 m/s, hoog = 10 m/s)
 z_{peil} = 10 [m] (hoogte maaiveld boven NAP) R_w = 70 [°]

rooster nr. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

| | lossen gevel ZO | invaar gevel NO | lossen gevel NW | opening gevel NW | dak voor | dak achter | | | | |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------------|----------|---------------|-----|-----|-----|-----|
| naam = | 12.5 | 3 | 12.5 | 3 | 17.5 | 17.5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| h = | 19 | 28 | 19 | 12.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A _{netto} = | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| n = | 0.08 | 0.548 | -0.258 | 0.0135 | -0.352 | -0.352 | | | | |
| C _p = | | | | | | | | | | |

(gem. hoogte boven vloer)
 (netto doorlaat = C_v x Bruto)
 (stromingsexponent)
 (relatieve winddruk)

Rekenresultaten

| | | | | | | | | | | |
|-------------------|----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| q _m = | 61.00745 | 145.32298 | -24.77756 | 35.80186 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| q _v = | 47.71393 | 113.6624 | -19.377 | 28.00064 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Δp = | 3.789691 | 9.902356 | -0.62501 | 2.921118 | -1.85277 | -1.85277 | 2.744791 | 2.744791 | 2.744791 | 2.744791 |
| ρ _{bu} = | 1.0449 | 7.157565 | -3.3698 | 0.176327 | -4.59756 | -4.59756 | 0 | 0 | 0 | 0 |


(massastroom per rooster)
 (volumestroom per rooster)
 (drukverschil over het rooster)
 (buitendruk bij het rooster)

| | | |
|----------------------|-----------------------------|-----------------|
| Totale infiltratie = | 199.377 [m ³ /s] | 242.1391 [kg/s] |
| Ventilatievoud = | 10.32966 [h ⁻¹] | |
| Warmteverlies = | 0 [kW] | |

Ventilatie rekenprogramma 'Aida'
oorspronkelijke auteur: M. Liddament - AIVC - 1989
bewerking tot rekenblad: B. Knoll - TNO - 1999

Naam project : AVR Brielselaan
Datum : 10 mei 2001
Uitgevoerd door : Bas Knoll

TNO Bouw tel. 015 2763318
e-mail: B.Knoll@bouw.tno.nl



Invoergegevens

V = 66000 [m³] (volume gebouw)
 Q_{mech} = -40 [m³/s] (mechanische ventilatie; + = toevoer, - = afvoer)
 T_{ou} = 23 [°C] (temperatuur buiten)
 T_{bi} = 23 [°C] (temperatuur binnen)
 v_w = 7 [m/s] (snelheid wind; ontwerp = 2 m/s, gemiddeld = 5 m/s, hoog = 10 m/s).
 z_{veel} = 10 [m] (hoogte maarveld boven NAP) R_w = 80 [°]

| rooster nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------|------------|-----|-----|-----|-----|
| naam = | lossen gevel ZO | invaar gevel NO | lossen gevel NW | opening gevel NW | dak voor | dak achter | | | | |
| h = | 12.5 | 3 | 12.5 | 3 | 17.5 | 17.5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| A _{netto} = | 19 | 40 | 19 | 12.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| n = | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| Cp = | 0.147 | 0.374 | -0.197 | -0.1185 | -0.284 | -0.284 | | | | |

(gem. hoogte boven vloer)
(netto doorkaaf = C_v x Bruto)
(stromingsexponent)
(relatieve winddruk)

Rekenresultaten

q_m = 23.43831 171.7834 -93.3163 -54.284 0 0 0 0 0 0 [kg/s] (massastroom per rooster)
 q_v = 19.68724 144.2912 -78.382 -45.5964 0 0 0 0 0 0 [m³/s] (volumestroom per rooster)
 Δp = 0.645183 7.819518 -10.2269 -7.74594 -12.9766 -12.9766 -4.00075 -4.00075 -4.00075 -4.00075 [Pa] (drukverschil over het rooster)
 P_{so} = 4.645935 11.82027 -6.22619 -3.74519 -8.97582 -8.97582 0 0 0 0 [Pa] (buitendruk bij het rooster)

Totale infiltratie = 163.9784 [m³/s] 195.2217 [kg/s]
 Ventilatievoud = 8.944276 [h⁻¹]
 Warmteverlies = 0 [kW]

Ventilatie rekenprogramma 'Aida'
 oorspronkelijke auteur: M. Liddament - AIVC - 1989
 bewerking tot rekenblad: B. Knoll - TNO - 1999

TNO Bouw tel. 015 2763318
 e-mail: B.Knoll@bouw.tno.nl

Naam project : AVR Brielsealaan
 Datum : 14 mei 2001
 Uitgevoerd door : Bas Knoll

Invoergegevens

V = 66000 [m³] (volume gebouw)
 Q_{v,mech} = -40 [m³/s] (mechanische ventilatie; + = toevoer, - = afvoer)
 T_{bu} = 13 [°C] (temperatuur buiten)
 T_{bi} = 18 [°C] (temperatuur binnen)
 v_w = 3 [m/s] (snelheid wind; ontwerp = 2 m/s, gemiddeld = 5 m/s, hoog = 10 m/s)
 Z_{peil} = 10 [m] (hoogte maaiveld boven NAP) R_w = 210 [°]

rooster nr. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

| | lossen gevel ZO | invaar gevel NO | lossen gevel NW | opening gevel NW | dak voor | dak achter | | | | |
|----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|----------|---------------|-----|-----|-----|-----|
| naam = | 12.5 | 3 | 12.5 | 3 | 17.5 | 17.5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| h = | 19 | 28 | 19 | 12.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| A _{netto} = | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| h = | -0.049 | -0.249 | -0.254 | -0.296 | -0.184 | -0.164 | | | | |
| C _p = | | | | | | | | | | |

(gem. hoogte boven vloer)
 (netto doorlaat = C_v x Bruto)
 (stromingsexponent)
 (relatieve winddruk)

Rekenresultaten

| | | | | | | | | | | |
|-------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Q _m = | 14.44127 | 45.3641 | -29.1019 | 17.73575 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Q _v = | 11.7205 | 36.81738 | -24.0318 | 14.39428 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Δp = | 0.228668 | 1.036987 | -0.96136 | 0.771957 | -1.59254 | -1.59254 | 2.276925 | 2.276925 | 2.276925 | 2.276925 |
| P _{bu} = | -2.87829 | -2.06797 | -4.06831 | -2.336 | -4.6995 | -4.6995 | -0.83003 | -0.83003 | -0.83003 | -0.83003 |


(massastroom per rooster)
 (volumestroom per rooster)
 (drukverschil over het rooster)
 (buitendruk bij het rooster)

Totale infiltratie = 62.93216 [m³/s] 77.54112 [kg/s]
 Ventilatievoud = 3.432663 [r⁻¹]
 Warmteverlies = 387.7056 [kW]

Ventilatie rekenprogramma 'Aida'
oorspronkelijke auteur: M. Liddament - AIVC - 1989
bewerking tot rekenblad: B. Knoll - TNO - 1999

Naam project : AVR Brielselaan
Datum : 3 december 2001, 7:00 h
Uitgevoerd door : Bas Knoll

TNO Bouw tel. 015 2763318
e-mail: B.Knoll@bouw.tno.nl



R_w = 120 [°]

Invoergegevens

V = 65000 [m³] (volume gebouw)
 Q_{vmesh} = -40 [m³/s] (mechanische ventilatie; + = toevoer, - = afvoer)
 T_{bu} = 8 [°C] (temperatuur buiten)
 T_{bi} = 10 [°C] (temperatuur binnen)
 v_w = 3 [m/s] (snelheid wind; ontwerp = 2 m/s, gemiddeld = 5 m/s, hoog = 10 m/s)
 Z_{peil} = 10 [m] (hoogte maaiveld boven NAP)

| rooster nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|----------|------------|-----|-----|-----|-----|
| naam = | lossen gevel ZO | invaar gevel NO | lossen gevel NW | opening gevel NW | dak voor | dak achter | | | | |
| h = | 12.5 | 3 | 12.5 | 3 | 17.5 | 17.5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| A _{netto} = | 19 | 28 | 19 | 12.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| n = | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| C _p = | 0.385 | -0.157 | -0.233 | -0.325 | -0.315 | -0.315 | | | | |

(gem. hoogte boven vloer)
(netto doorlaat = C_v x Bruto)
(stromingsexponent)
(relatieve winddruk)

Rekenresultaten


Q_m = 52.48377 34.9267 -25.016 -12.4868 0 0 0 0 0 0 [kg/s]
 Q_v = 41.8514 27.85111 -20.09 -10.1063 0 0 0 0 0 0 [m³/s]
 Δp = 2.915636 0.594552 -0.67185 -0.35069 -1.58219 -1.58219 1.419071 1.419071 1.419071 1.419071 [Pa]
 β_v = 1.149102 -1.17198 -2.43639 -2.14722 -3.34873 -3.34873 -0.34746 -0.34746 -0.34746 -0.34746 [Pa]

Totale infiltratie = 69.7025 [m³/s] 87.41047 [kg/s]
 Ventilatievoud = 3.801955 [h⁻¹]
 Warmteverlies = 174.8209 [kW]

Ventilatie rekenprogramma 'Aida'
 oorspronkelijke auteur: M. Liddament - AIVC - 1989
 bewerking tot rekenblad: B. Knoll - TNO - 1999

Naam project : [AVR Brielselaan]
 Datum : 3 december 2001, 11:00 h
 Uitgevoerd door : Bas Knoll

TNO Bouw tel. 015 2763318
 e-mail: B.Knoll@bouw.tno.nl



Invoergegevens

V = 66000 [m³] (volume gebouw)
 Q_{mech} = -40 [m³/s] (mechanische ventilatie; + = toevoer, - = afvoer)
 T_{bu} = 10 [°C] (temperatuur buiten)
 T_{bi} = 10 [°C] (temperatuur binnen)
 v_w = 4 [m/s] (snelheid wind; ortwerp = 2 m/s, gemiddeld = 5 m/s, hoog = 10 m/s)
 z_{peil} = 10 [m] (hoogte maaiveld boven NAP)

R_w = [°]

| rooster nr. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------------------|--------------------|--------------------|-----------------------|------------------------|----------|---------------|-----|-----|-----|-----|
| naam = | lossen gevel ZO | invaar gevel NO | lossen gevel NW | opening gevel NW | dak voor | dak achter | | | | |
| h = | 12.5 | 3 | 12.5 | 3 | 17.5 | 17.5 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| A _{netto} = | 19 | 40 | 19 | 12.7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| n = | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 0.5 |
| C _p = | 0.275 | 0.129 | -0.185 | -0.27 | -0.293 | -0.293 | | | | |

(gem. hoogte boven vloer)
 (netto doorlaat = C_v x Bruto)
 (stromingsexponent)
 (relatieve winddruk)

Rekenresultaten

Q_m = 51.49524 74.36239 -42.0716 -33.9982 0 0 0 0 0 0 [kg/s] (massastroom per rooster)
 Q_v = 41.36523 59.73564 -33.7872 -27.3036 0 0 0 0 0 0 [m³/s] (volumestroom per rooster)
 Δp = 2.846914 1.340194 -1.90029 -2.77749 -3.01485 0.006914 0.006914 0.006914 0.006914 0.006914 [Pa] (drukverschil over het rooster)
 P_{bu} = 2.838 1.33128 -1.9092 -2.7864 -3.02376 -3.02376 0 0 0 0 [Pa] (buitendruk bij het rooster)

Totale infiltratie = 101.0909 [m³/s] [kg/s]
 Ventilatievoud = 5.514048 [h⁻¹]
 Warmteverlies = [kW]

Bijlage 2 Winddrukfactoren

De met Cp-Generator bepaalde dimensieloze winddrukfactoren worden gegeven in bijgaande tabel.

De eerste kolom geeft de windrichting:

0° of 360° is Noord,

90° is Oost,

180° is Zuid en

270° is West.

Opening 1 is de losplaats ZO,

opening 2 de invaaropening NO,

opening 3 de losplaats NW en

opening 4 de noodopening NW.

De dimensieloze winddrukfactoren of Cp-waarden geven de fractie ten opzichte van de dynamische winddruk bij de betreffende windrichting voor de betreffende opening.

In formule:

$$\Delta p = C_p * \frac{1}{2} \rho v^2$$

waarin:

Δp = winddrukverschil [Pa]

C_p = dimensieloze drukfactor [-]

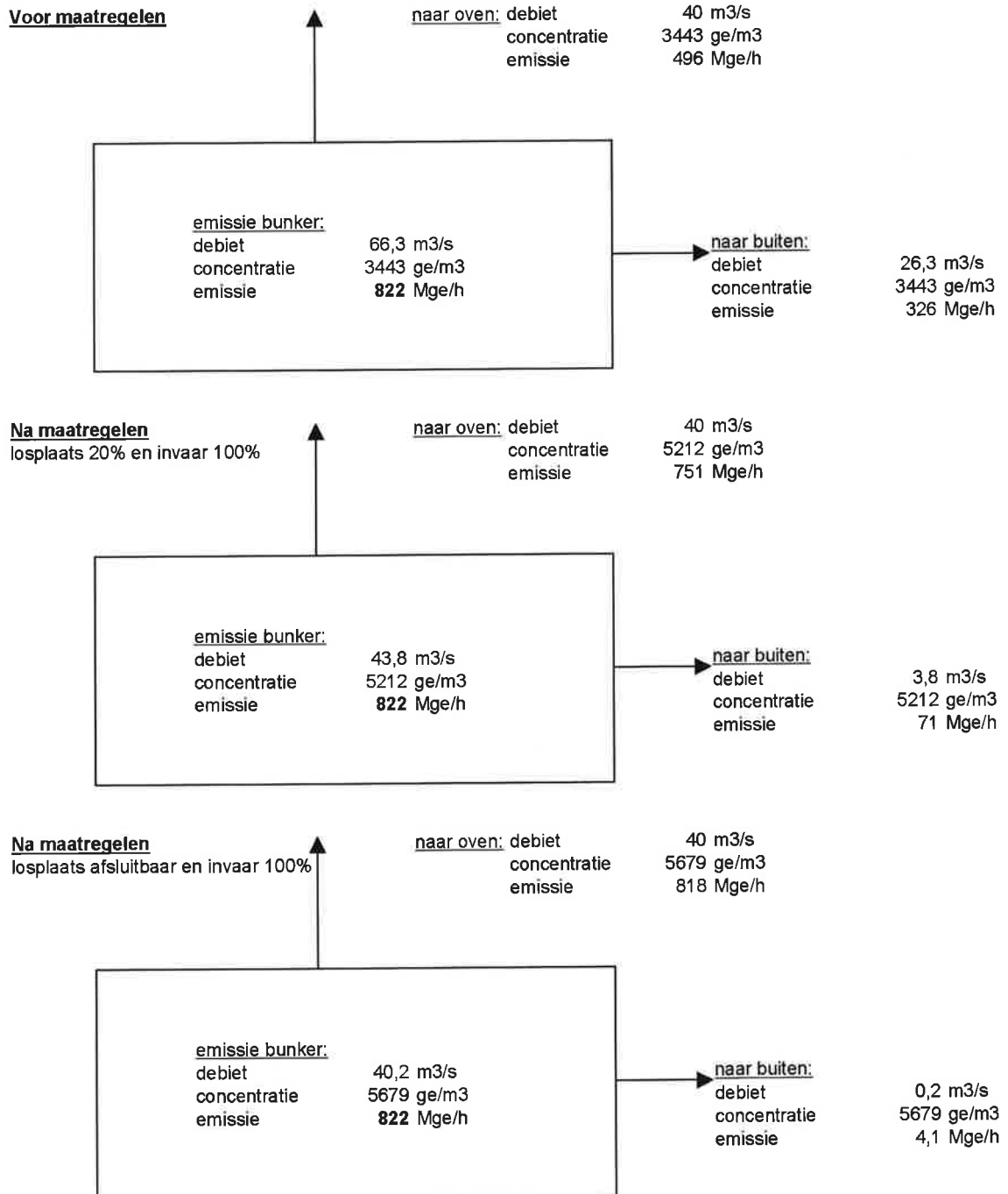
ρ = soortelijke massa van lucht
[ca. 1,2 kg/m³]

v = meteorologische windsnelheid [m/s]

| Rwind [°] | 1 | 2 | 3 | 4 |
|-----------|-------|-------|-------|-------|
| 0 | -0,24 | 0,39 | 0,25 | 0,48 |
| 10 | -0,25 | 0,5 | 0,15 | 0,58 |
| 20 | -0,26 | 0,56 | 0,03 | 0,64 |
| 30 | -0,25 | 0,59 | -0,08 | 0,59 |
| 40 | -0,25 | 0,6 | -0,21 | 0,42 |
| 50 | -0,16 | 0,59 | -0,25 | 0,26 |
| 60 | -0,04 | 0,58 | -0,25 | 0,13 |
| 70 | 0,08 | 0,55 | -0,26 | 0,01 |
| 80 | 0,15 | 0,37 | -0,2 | -0,12 |
| 90 | 0,21 | 0,24 | -0,17 | -0,21 |
| 100 | 0,27 | 0,13 | -0,19 | -0,27 |
| 110 | 0,33 | -0,02 | -0,21 | -0,31 |
| 120 | 0,4 | -0,16 | -0,23 | -0,33 |
| 130 | 0,47 | -0,27 | -0,25 | -0,32 |
| 140 | 0,54 | -0,26 | -0,25 | -0,27 |
| 150 | 0,49 | -0,21 | -0,24 | -0,28 |
| 160 | 0,35 | -0,18 | -0,21 | -0,29 |
| 170 | 0,26 | -0,15 | -0,2 | -0,28 |
| 180 | 0,28 | -0,16 | -0,2 | -0,26 |
| 190 | 0,26 | -0,19 | -0,21 | -0,25 |
| 200 | 0,11 | -0,23 | -0,24 | -0,28 |
| 210 | -0,05 | -0,25 | -0,26 | -0,30 |
| 220 | -0,24 | -0,25 | -0,29 | -0,31 |
| 230 | -0,28 | -0,25 | -0,17 | -0,26 |
| 240 | -0,26 | -0,23 | 0 | -0,17 |
| 250 | -0,23 | -0,22 | 0,18 | -0,07 |
| 260 | -0,21 | -0,22 | 0,35 | 0,01 |
| 270 | -0,2 | -0,24 | 0,43 | 0,04 |
| 280 | -0,21 | -0,27 | 0,48 | 0,03 |
| 290 | -0,23 | -0,3 | 0,52 | 0,01 |
| 300 | -0,25 | -0,32 | 0,53 | 0,00 |
| 310 | -0,25 | -0,33 | 0,49 | -0,05 |
| 320 | -0,31 | -0,28 | 0,53 | 0,04 |
| 330 | -0,3 | -0,13 | 0,49 | 0,17 |
| 340 | -0,27 | 0,06 | 0,41 | 0,30 |
| 350 | -0,24 | 0,24 | 0,34 | 0,41 |

Bijlage 3 Emissieverdeling

Bij de berekening van de rest-emissie na maatregelen is er vanuit gegaan dat er sprake is van een gelijkblijvende emissie vanuit de bunker, welke wordt verdeeld over de afzuiging naar de oven (en die daarmee wordt geëlimineerd) en een rest-emissie via de gebouwventilatie.



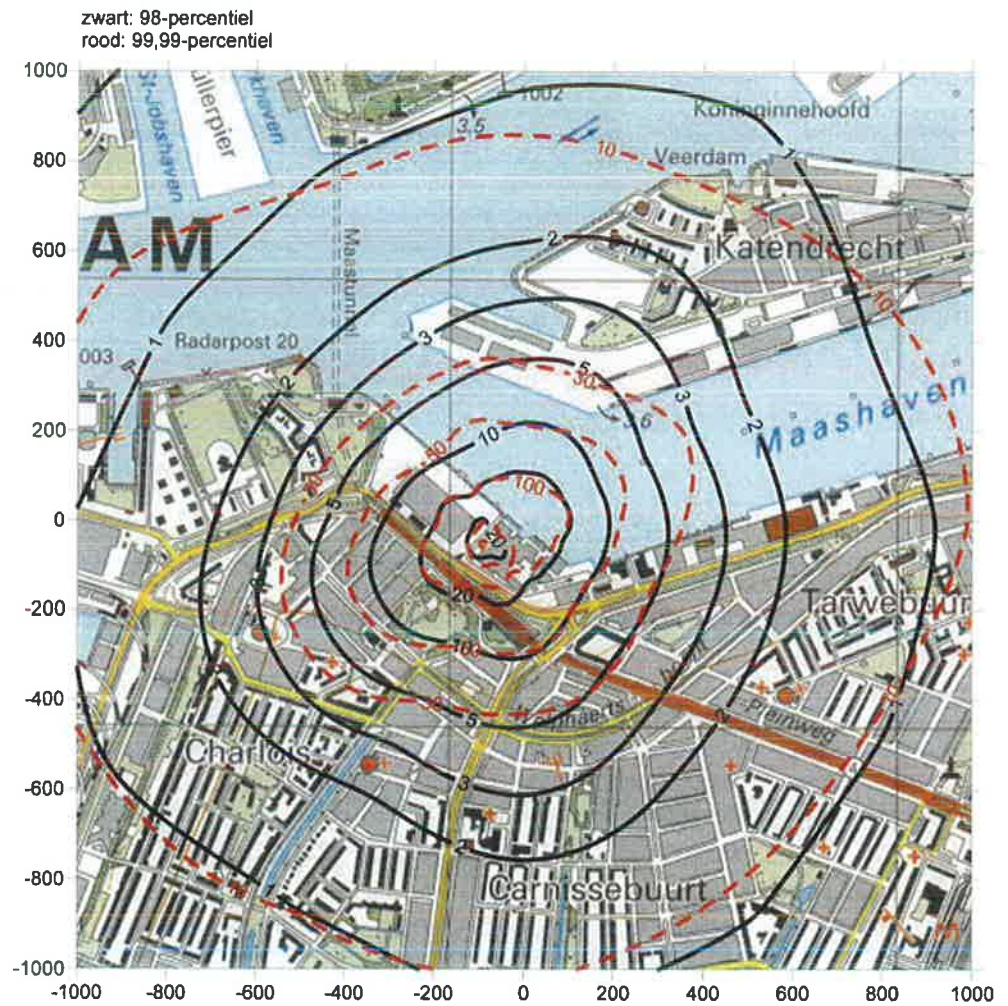
Bijlage 4 Resultaten verspreidingsberekeningen

Tabel 1 *Berekende situaties*

| Figuur | Opmerkingen |
|---------------|---|
| 1 | huidige situatie uitgaande van meetwaarden |
| 2 | huidige situatie met temperatuurcorrectie |
| 3 | situatie zonder bakken uitgaande van meetwaarden |
| 4 | situatie zonder bakken met temperatuurcorrectie |
| 5 | situatie zonder bakken, maatregelen bunker, bij losplaatsen gedeeltelijk geopend |
| 6 | situatie zonder bakken, maatregelen bunker, bij losplaatsen gedeeltelijk geopend met temperatuurcorrectie |
| 7 | situatie zonder bakken, maatregelen bunker, bij losplaatsen geheel gesloten |
| 8 | situatie zonder bakken, maatregelen bunker, bij losplaatsen geheel gesloten met temperatuurcorrectie |



Figuur 1 98-percentiel geurimmissieconcentraties huidige situatie (uitgaande van meetwaarden)



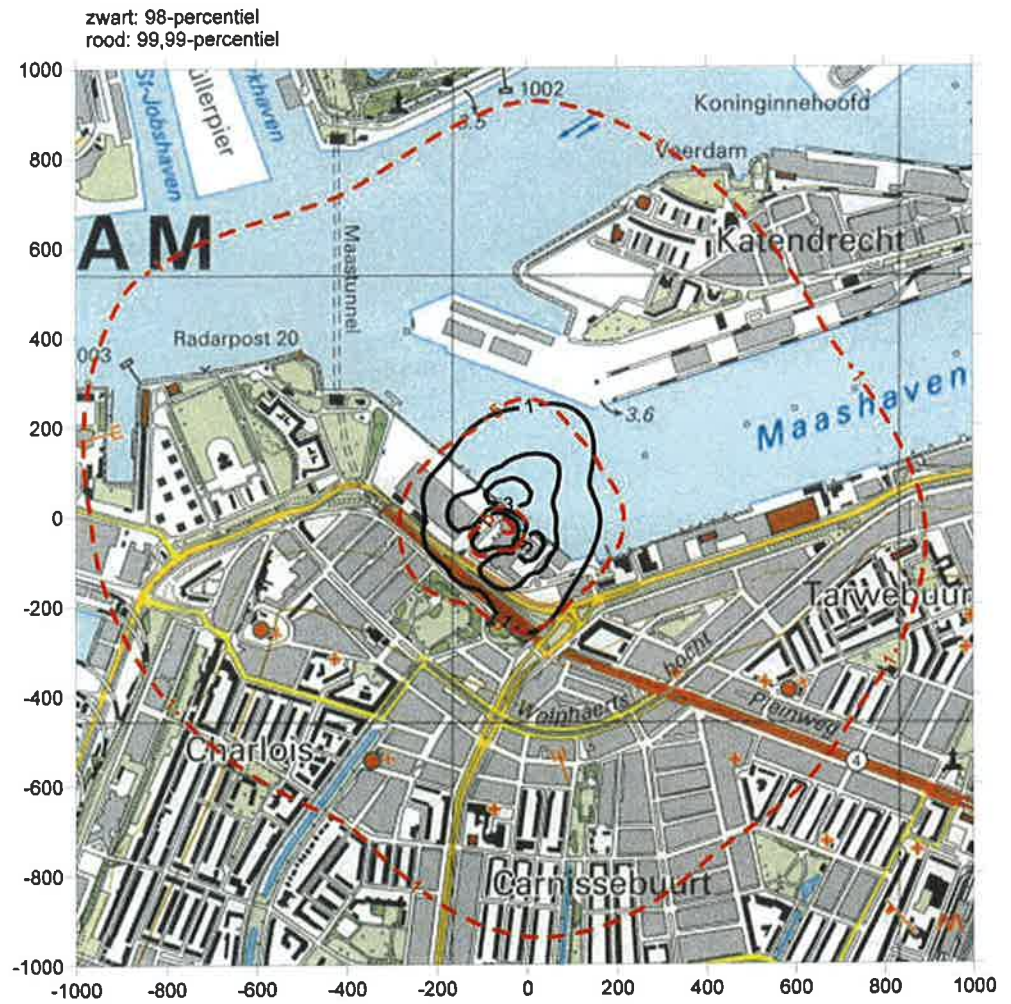
Figuur 2 98-percentiel geurimmissieconcentraties huidige situatie (emissie berekend aan de hand van maximale etmaaltemperaturen)



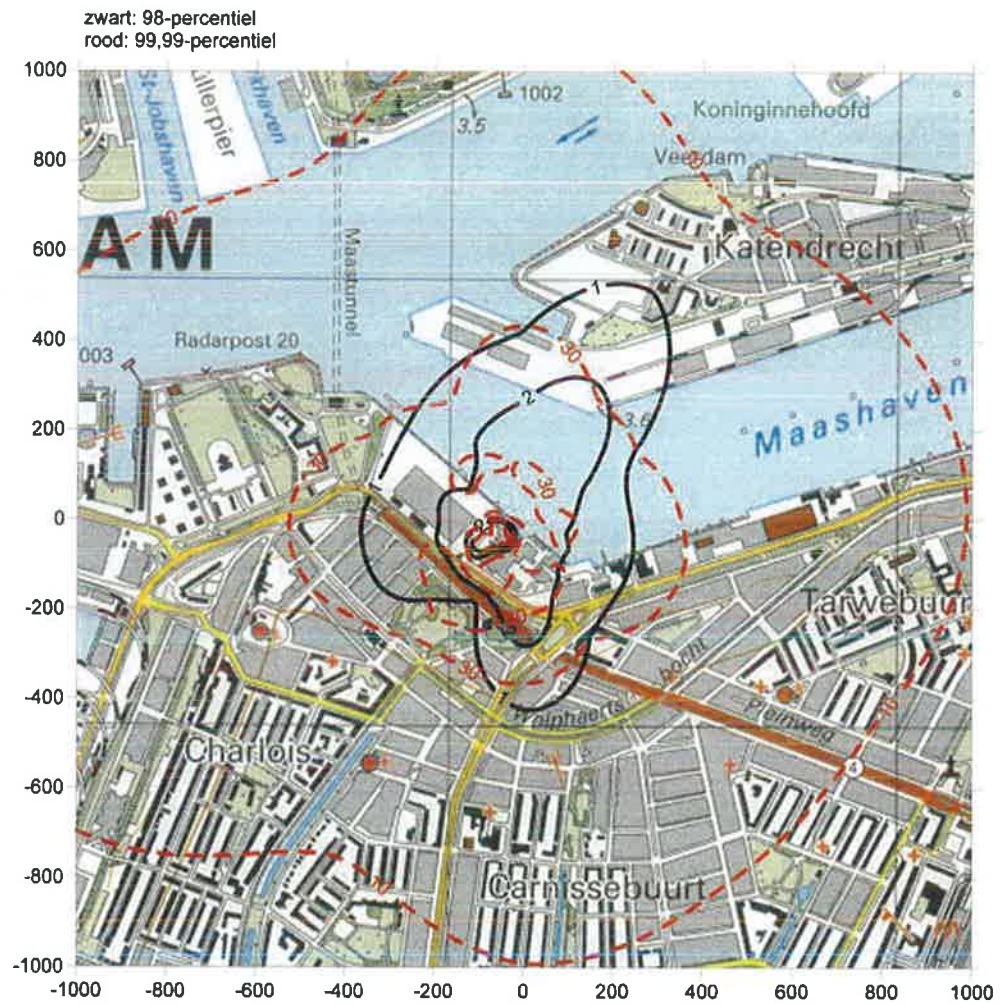
Figuur 3 98-percentiel geurimmissieconcentraties zonder bakken (uitgaande van meetwaarden)



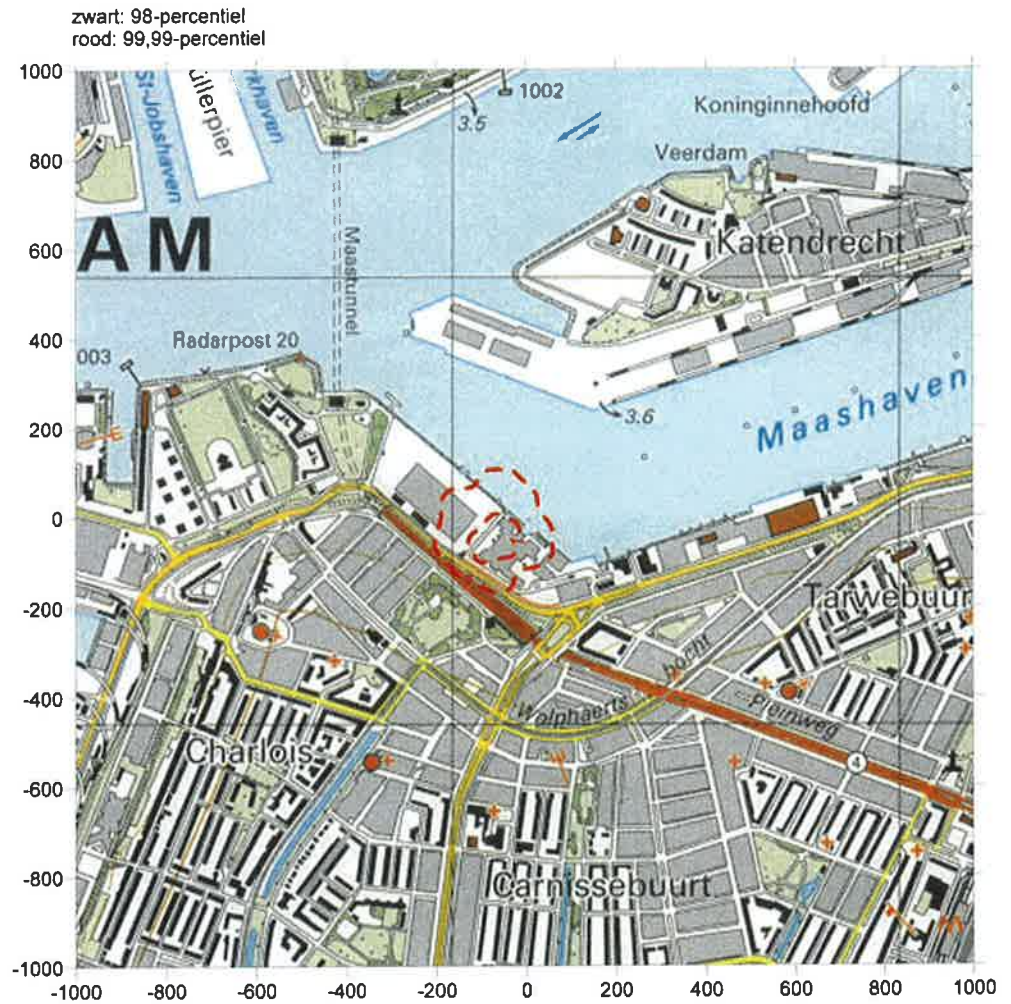
Figuur 4 98-percentiel geurimmissieconcentraties zonder bakken (emissie berekend aan de hand van maximale etmaaltemperaturen)



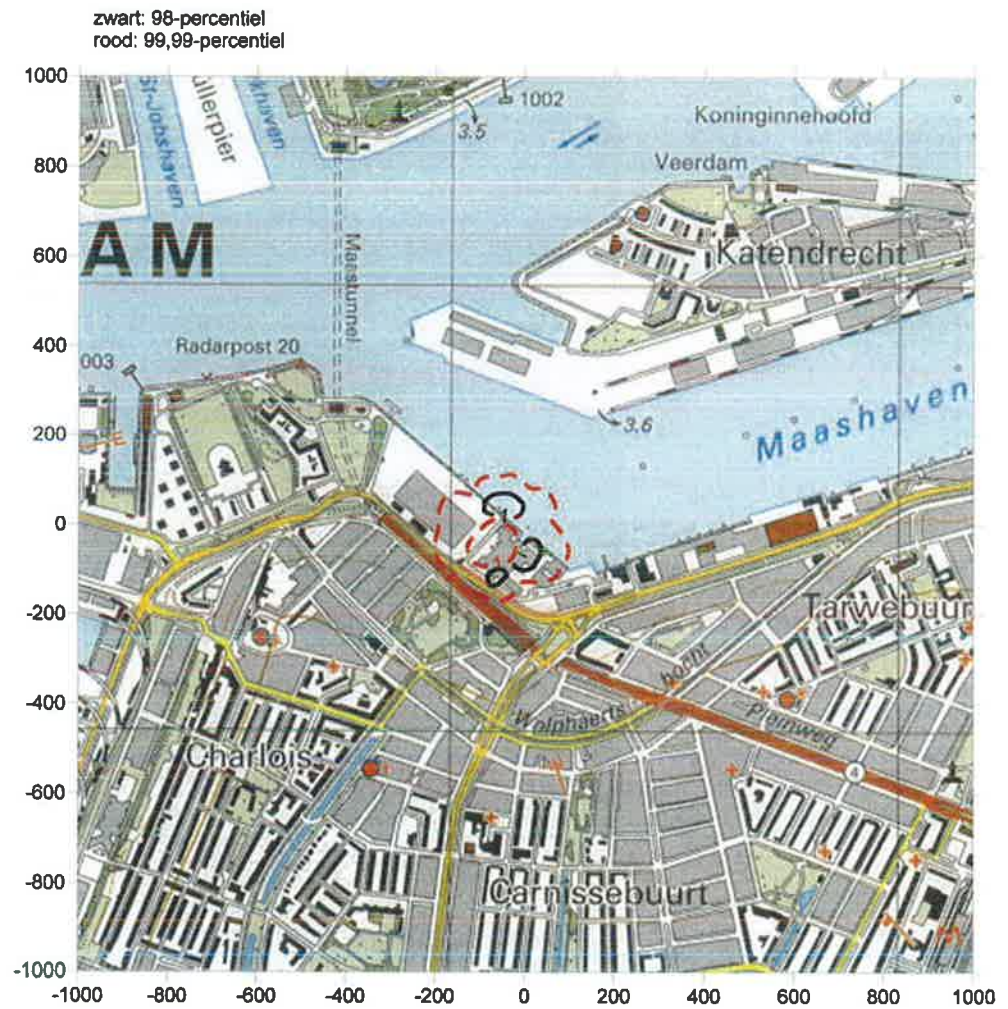
Figuur 5 98-percentiel geurimmissieconcentraties situatie zonder bakken, maatregelen bunker, bij losplaatsen gedeeltelijk geopend



Figuur 6 98-percentiel geurimmissieconcentraties situatie zonder bakken, maatregelen bunker, bij losplaatsen gedeeltelijk geopend (emissie berekend aan de hand van maximale etmaaltemperaturen)



Figuur 7 98-percentiel geurimmissieconcentraties zonder bakken, maatregelen bunker, bij losplaatsen geheel gesloten



Figuur 8 98-percentiel geurimmissieconcentraties zonder bakken, maatregelen bunker, bij losplaatsen geheel gesloten (emissie berekend aan de hand van maximale etmaaltemperaturen)