



Kennisnotitie

Analyse van de relatie tussen EU-etmaalnormen en jaargemiddelden

Samenvatting

Vanuit het ministerie van IenW is de vraag bij het RIVM gelegd welke jaargemiddelde concentraties overeenkomen met de in de nieuwe richtlijn voorgestelde etmaalwaarden (i.e. de percentielen van de concentratieverdelingen). In het RIVM-rapport "Gevolgen van de voorgestelde Europese luchtkwaliteitsrichtlijn voor Nederland" (2023-0167) wordt hier al iets over gezegd, maar daarin is alleen naar data van het jaar 2021 gekeken. Voor twee groepen jaren, 2013-2023 en 2018-2023 zijn de gemeten jaargemiddelde concentraties van PM₁₀, PM_{2,5} en NO₂ vergeleken met het aantal overschrijdingen van de etmaalgemiddelde grenswaarden. De kortere periode lijkt, gezien de afnames van de concentraties, representatiever voor de komende jaren dan de langere periode. De algemene structuur in de gevonden data lijkt sterk op die welke in het verleden voor etmaalgemiddelden van PM₁₀ is afgeleid en sindsdien in de Nederlandse toetsing wordt gebruikt. In deze notitie worden voor PM₁₀, PM_{2,5} en NO₂ de data weergegeven en de relaties gefit. De jaargemiddelde concentraties waarbij de nieuwe grenswaarden voor de etmaalgemiddelden, volgens de huidige analyse, gemiddeld worden overschreden (*equivalente jaargemiddelde grenswaarde*) zijn voor elke stof berekend en weergegeven in Tabel 1.

Tabel 1: Grenswaarden voor PM₁₀, PM_{2,5} en NO₂

	Jaargemiddelde Grenswaarde	Etmaalgemiddelde grenswaarde	<i>Equivalente jaargemiddelde grenswaarde (afgerond)</i>
PM₁₀	20 µg/m ³	18 dagen 45 µg/m ³	24,4 µg/m ³
PM_{2,5}	10 µg/m ³	18 dagen 25 µg/m ³	10,4 µg/m ³
NO₂	20 µg/m ³	18 dagen 50 µg/m ³	27,8 µg/m ³

De verschillen tussen de feitelijk gemeten aantallen etmaaloverschrijdingen en de berekende aantallen op basis van de fits worden voor alle stations in Nederland op een kaart weergegeven. Voor PM₁₀ en NO₂ liggen de *equivalente* jaargemiddelde grenswaarden ruim boven de expliciete jaargemiddelde grenswaarden van 20 µg/m³. Oftewel, als aan de jaargemiddelde grenswaarde wordt voldaan, zal de etmaalgemiddelde grenswaarde met grote waarschijnlijkheid ook niet worden overschreden. Voor PM_{2,5} liggen de *equivalente* en expliciete jaargemiddelde grenswaarden dicht bij elkaar. Er is een gebied van jaargemiddelde concentraties tussen circa 8 en 10 µg/m³ waarbinnen het aantal toegestane etmaaloverschrijdingen een enkele keer groter kan zijn dan de toegestane 18 keer, terwijl nog wordt voldaan aan de jaargemiddelde grenswaarde.

NB. Kleine variaties in de manier waarop de analyses zijn uitgevoerd, kunnen iets andere resultaten opleveren. De keuze van jaren in de analyses geeft uiteraard ook verschillen. Verder zal de eventuele toepassing van een correctie voor zeezout ook uitmaken.

RIVM

A. van Leeuwenhoeklaan 9
3721 MA Bilthoven
Postbus 1
3720 BA Bilthoven
www.rivm.nl

T 088 689 89 89

Auteurs:

Joost Wesseling, Michelle
Lechner, Suzanne Mijnen-
Visser, Dennis Mooibroek

Centrum:

MIL

Contact:

Joost.Wesseling@rivm.nl

Kenmerk:

KN-2024-0066

DOI:

10.21945/RIVM-KN-2024-
0066

Datum: 18-11-2024

NB. Dit is geen officieel advies voor de keuze van *equivalente* jaargemiddelde grenswaarden. Deze analyse is bedoeld als hulpmiddel om nu effecten van de nieuwe richtlijn in te schatten. Een advies is om deze analyse over enkele jaren, met meer data in het lage concentratiebereik, te herhalen. De concentraties dalen immers continue, waardoor het zinvol is om de nu afgeleide jaargemiddelde grenswaarden opnieuw te onderzoeken.

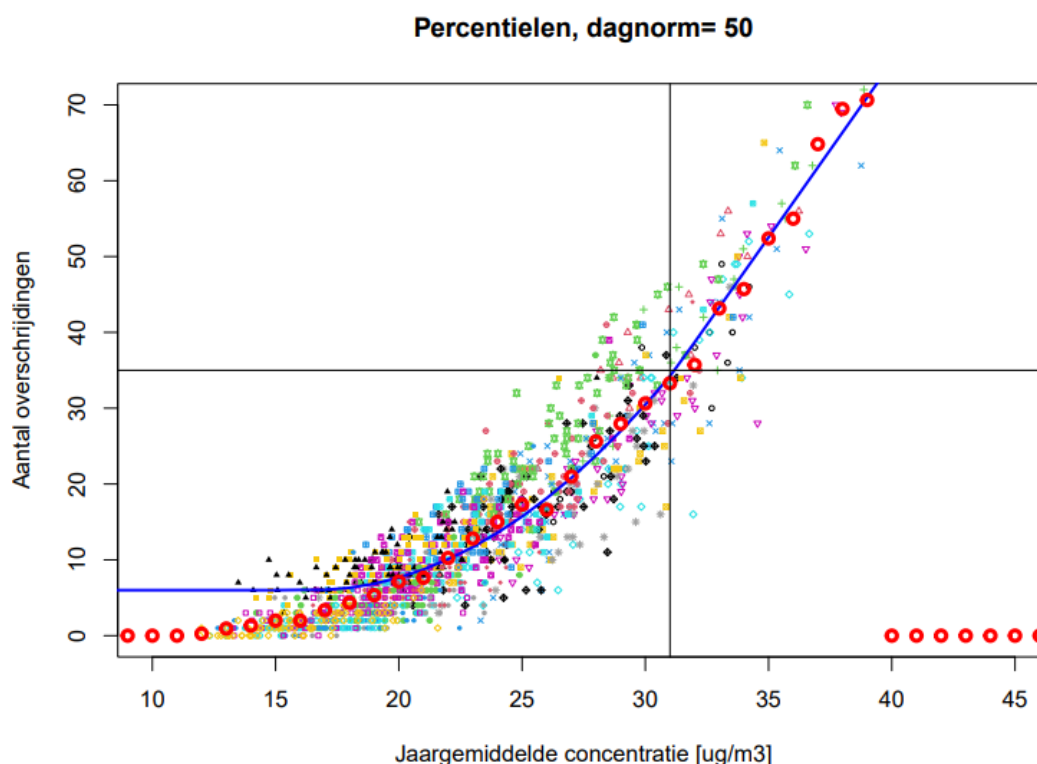
Inleiding

In de richtlijn Directive 2008/50/EC worden voor verschillende stoffen in de lucht grenswaarden voor luchtkwaliteit vastgesteld. Een deel betreft jaargemiddelde grenswaarden, maar er zijn ook uurgemiddelde (voor NO₂) en daggemiddelde (onder andere voor PM₁₀) grenswaarden. In Nederland was de afgelopen jaren de daggemiddelde PM₁₀ grenswaarde belangrijker (strikter, eerder overschreden) dan de jaargemiddelde grenswaarde. De oude en nieuwe uurgemiddelde grenswaarden worden al lang nergens in Nederland overschreden. Hiervoor wordt dan ook geen equivalente relatie afgeleid.

De richtlijn is recent herzien. Deze notitie geeft inzicht in het effect van deze nieuwe richtlijn voor PM₁₀, PM_{2,5} en NO₂. De voorgeschreven grenswaarden worden immers gebruikt in diverse wettelijke toepassingen. Voorbeeld hiervan is de toepassing in de uitvoering van de Monitoring Luchtkwaliteit (MLK) en luchtkwaliteitsberekeningen voor vergunningen door bevoegde gezagen. In de implementatie van de nieuwe richtlijn in de Nederlandse regels komen de nieuwe *equivalente* jaargemiddelde concentraties in de plaats van de huidige voor PM₁₀, waarbij 35 maal per jaar een overschrijding van de dagnorm van 50 µg/m³ in goede benadering overeenkomt met een jaargemiddelde concentratie van circa 31 µg/m³. De gevonden nieuwe relaties tussen uur- en etmaaloverschrijdingen en equivalente jaargemiddelden worden ook op jaargemiddelde rekenresultaten toegepast. Het kan nauwkeuriger/gedetailleerder lijken om de aantallen etmaaloverschrijdingen met behulp van uurlijkse berekeningen expliciet te bepalen. Hierbij moet echter worden bedacht dat dan voor de berekeningen alle uurlijkse emissies, lokale meteo en lokale achtergrondconcentraties beschikbaar moeten zijn, ook voor prognoses. Al deze gegevens komen met (aanzienlijke) onzekerheden. Het is dan ook de vraag of een dergelijke berekening een wezenlijk beter resultaat geeft dan een schatting van de uur/daggemiddelde grenswaarden op basis van berekende jaargemiddelde waarden.

Voor de analyses wordt gebruik gemaakt van gemeten jaarmiddelde concentraties op meetstations van het Landelijk Meetnet Luchtkwaliteit van het RIVM, samen met de regionale meetnetten van DCMR (Milieudienst Rijnmond) en GGD (Gemeentelijke Gezondheidsdienst) Amsterdam. Onderstaande figuur toont de relatie tussen het aantal overschrijdingen van de (oude) dagnorm van 50 µg/m³ en de jaargemiddelde concentratie voor PM₁₀ in de periode 2001 t/m 2023.

Figuur 1: Relatie tussen het aantal overschrijdingen van de (oude) dagnorm van $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en de jaargemiddelde concentratie voor PM_{10} in de periode 2001 t/m 2023. Alleen stations met minimaal 95% van de etmalen geldige data worden getoond. Markers met verschillende kleuren en vorm worden gebruikt voor de verschillende jaren. De rode cirkels tonen de gemiddelde waarde van de concentratie en aantallen over de hele periode. De blauwe lijn geeft de relatie aan die momenteel in Nederland voor PM_{10} wordt gebruikt.



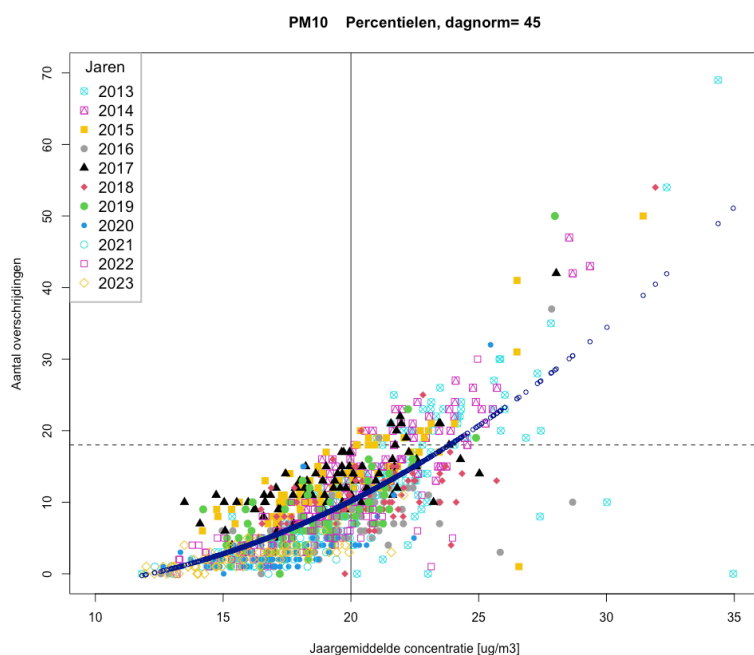
Door de karakteristieke vorm van een hockeystick wordt de figuur ook de "fijnstof hockeystick" genoemd. Elke kleur en symbool in de figuur geeft aan dat de betreffende data voor een specifiek jaar is. De hogere jaargemiddelden zijn de metingen van de eerdere jaren. Naarmate de data recenter is, schuiven de data zowel in overschrijdingen als in jaargemiddelden naar linksonder in de figuur. De dikke rode cirkels in de figuur zijn de gemiddelde aantallen etmaaloverschrijdingen per bin van $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ breed. Er is in het verleden een relatie afgeleid tussen de verdeling van fijnstofconcentraties in de buitenlucht en het aantal overschrijdingen van etmaalwaarden¹. De blauwe lijn in figuur 1 geeft de relatie aan die momenteel voor PM_{10} wordt gebruikt. De typische vorm van een hockeystick is zichtbaar in de fijnstofdata in geheel Europa. In Nederland wordt voor het toetsen van de etmaalnorm voor PM_{10} indirect getoetst aan de *equivalente* jaargemiddelde norm van $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze impliciete norm voor het jaargemiddelde is strenger dan de expliciete jaargemiddelde grenswaarde van $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze keuze leidt tot onnodige onzekerheid in de toetsing en was in het verleden soms lastig te communiceren.

¹ Wesseling, J., Sauter, F., Jonker, S., "On the relation between daily exceedances and yearly averages for PM_{10} ", HARMO 2011 - Proceedings of the 14th International Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, 2011, Pages 283-287

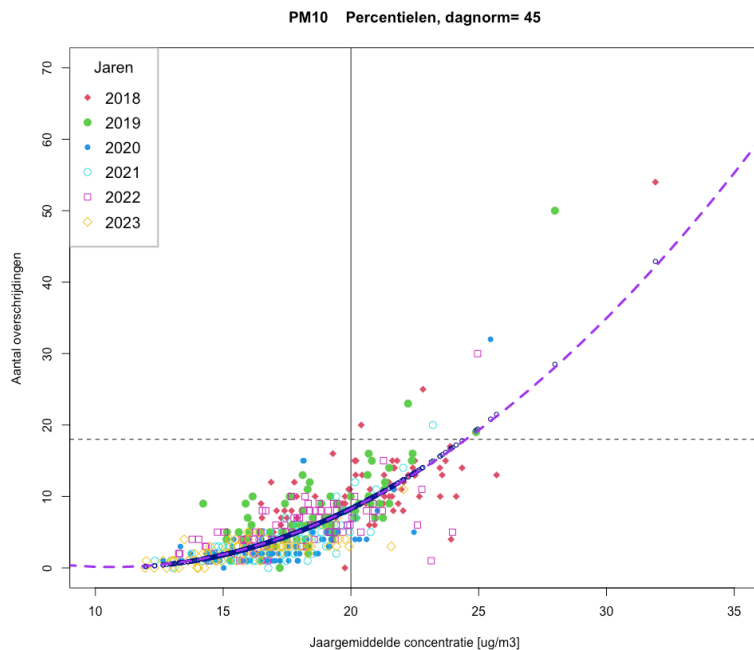
Nieuwe relatie PM_{10}

Op basis van deels dezelfde historische gegevens, aangevuld met recentere data, kan de relatie tussen overschrijding van de voor PM_{10} nieuwe voorgestelde dagnorm van $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (maximaal 18 overschrijdingen per jaar) en de jaargemiddelde concentraties worden bepaald. Voor een relatie die de komende jaren gebruikt moet gaan worden, is het gezien de trendmatige veranderingen in de concentraties² niet zinvol om data van meer dan 5-10 jaar oud te gebruiken. Er is nog steeds een keuze in welke jaren gebruikt worden. Het maakt een verschil voor het resultaat van de analyse of gegevens gebruikt worden van de afgelopen circa 10 jaar, of van de afgelopen circa 5-6 jaar. Een complicatie is dat de jaren 2020 en 2021 naar verwachting minder representatief zijn voor gemiddelde jaren wegens de Covid-19 pandemie. Figuur 2 toont de relatie voor PM_{10} tussen het aantal overschrijdingen van de nieuwe dagnorm ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en de jaargemiddelde concentratie, voor de periode 2013-2023 en 2018-2023.

Figuur 2: Relatie tussen het aantal overschrijdingen van een nieuw voorgestelde dagnorm van $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en de jaargemiddelde concentratie voor PM_{10} in de periode 2013 t/m 2023 (boven) en de periode 2018 t/m 2023 (onder). Alleen stations met minimaal 95% van de etmalen geldige data worden getoond. De donkerblauwe cirkels zijn het resultaat van een fit aan de data. De paarse onderbroken lijn in de onderste figuur is een iets versimpelde fit aan de data.



² <https://www.clo.nl/indicatoren/nl024318-fijnstof-pm10-in-lucht-1992-2023>



De versimpelde fits aan de data voor de kortere periode (2018-2023) geven de volgende resultaten, 463 datapunten:

$$\text{Etmaaloverschrijdingen} = 10,9 - 2,03 * C_{\text{PM}_{10}} + 0,095 * C_{\text{PM}_{10}}^2$$

Een jaargemiddelde PM_{10} concentratie van $24,425 \mu\text{g}/\text{m}^3$ komt in goede benadering overeen met 18 etmaaloverschrijdingen, met een 95% betrouwbaarheidsinterval van $0,35 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor praktische toepassing kan er hier (en voor de andere stoffen) voor worden gekozen om de equivalente concentratie op een of twee decimalen af te ronden.

De fits zijn geldig voor jaargemiddelde concentraties van minimaal $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Bij lagere concentraties is geen data beschikbaar, maar zijn de aantallen etmaaloverschrijdingen naar verwachting in de orde van 0-3. Evenzo is de kwaliteit van de fit boven een jaargemiddelde concentratie van $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ onbekend.

Bij de fit zijn de aantallen gebruikte decimalen iets gereduceerd ten opzichte van de feitelijke fitresultaten. De resultaten van de aangepaste fit liggen tussen 12 en $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ binnen $0,02$ etmaaloverschrijding. Het nieuwe aantal toegestane overschrijdingen van de etmaalnorm van 18 keer ligt (ruim) boven de jaargemiddelde concentratie van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. In de periode 2013-2023 is er bij de gebruikte dataset geen enkel datapunt dat bij een jaargemiddelde PM_{10} concentratie onder $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in een jaar 18 of meer etmaaloverschrijdingen heeft.

De conclusie is dan ook, op basis van de gebruikte gegevens, dat, als er geen sprake is van een overschrijding van de jaargemiddelde grenswaarde voor PM_{10} van $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, er naar verwachting ook geen sprake is van overschrijding van de etmaalgemiddelde grenswaarde.

Om te controleren hoe de fit van de aantallen etmaaloverschrijdingen over het land varieert, worden in Figuur 3 de verschillen tussen gemeten en met de fit bepaalde

aantallen weergegeven. Over het algemeen bedragen de verschillen slechts 1-2 dagen. Het gemiddelde absolute verschil bedraagt 1,5 dagen en de standaarddeviatie is 2,2. Grote verschillen zijn er op de Reijndersweg in Velsen (10 dagen), in Wijk aan Zee (6,1 dagen) en op de Neherkade in Den Haag (9,4 dagen). De eerste twee locaties zijn industrieel belast. Het is niet verassend dat de gemiddelde systematiek daar minder representatief is. De reden voor het verschil in Den Haag is niet direct duidelijk.

Figuur 3: Gemiddelde verschil tussen gemeten en via de hier afgeleide relatie berekende aantallen overschrijdingen van de dagnorm voor PM₁₀ over de periode 2018-2023.



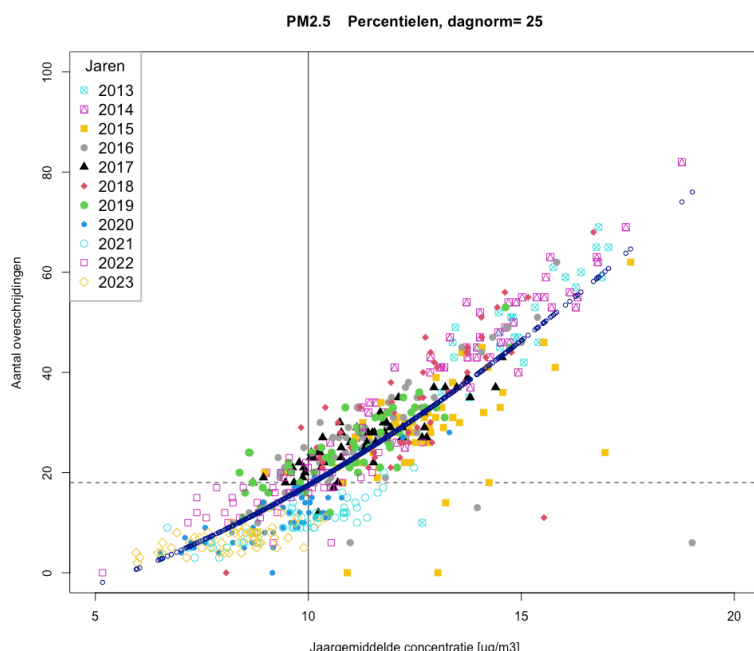
Conclusie PM₁₀

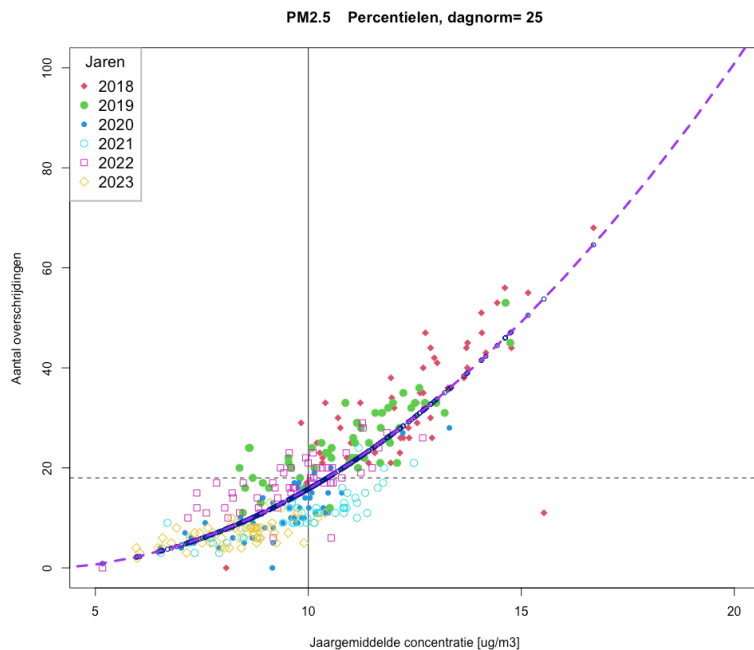
- 18 etmaaloverschrijdingen per jaar van de etmaalgemiddelde concentratie van 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ voor PM₁₀ komt in goede benadering overeen met een jaargemiddelde concentratie van 24,425 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, afhankelijk van de gebruikte jaren in de analyse.
- De fit van de relatie tussen jaargemiddelde en etmaalgemiddelde overschrijdingen kan naar keuze op een iets langere of kortere periode worden gebaseerd.
- Op basis van de gebruikte gegevens is de conclusie, dat, als er geen sprake is van een overschrijding van de jaargemiddelde grenswaarde voor PM₁₀ van 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, er naar verwachting ook geen sprake is van overschrijding van de etmaalgemiddelde grenswaarde.

Nieuwe relatie PM_{2,5}

De nieuwe richtlijn geeft ook een etmaalgemiddelde grenswaarde voor PM_{2,5}, namelijk 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Deze grenswaarde mag maximaal 18 dagen per jaar overschreden worden. Eenzelfde analyse als voor PM₁₀ geeft voor PM_{2,5} onderstaande relatie. Er is gebruik gemaakt van de beschikbare data sinds 2013. Figuur 4 toont de relatie voor PM_{2,5} tussen het aantal overschrijdingen van de nieuwe dagnorm en de jaargemiddelde concentratie, voor de periode 2013-2023 en 2018-2023.

Figuur 4: Relatie tussen het aantal overschrijdingen van een nieuw voorgestelde dagnorm van 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en de jaargemiddelde concentratie voor PM_{2,5} in de periode 2013 t/m 2023 (boven) en de periode 2018 t/m 2023 (onder). Alleen stations met minimaal 95% van de etmalen geldige data worden getoond. De donkerblauwe cirkels zijn het resultaat van een fit aan de data. De paarse onderbroken lijn in de onderste figuur is een iets versimpelde fit aan de data.





Ook hier is er minder sprake van een typische vorm van een hockeystick dan bij de klassieke PM_{10} -curve. Het verloop van de concentraties in de jaren toont verder duidelijk een verschuiving naar lagere concentraties in de laatste jaren. Het nieuwe aantal toegestane overschrijdingen van de etmaalnorm van 18 keer komt in goede benadering gemiddeld overeen met een equivalente jaargemiddelde concentratie van 10-11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, afhankelijk van de gekozen jaren in de analyse. Er is een kleine range van jaargemiddelden waarbinnen het aantal etmaaloverschrijdingen groter kan zijn dan 18 terwijl de jaargemiddelde concentratie nog niet wordt overschreden, grofweg tussen 8-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

De versimpelde fits aan de data voor de kortere periode (2018-2023) geven de volgende resultaten, 463 datapunten:

$$\text{Etmaaloverschrijdingen} = 3,83 - 2,46 * C_{PM_{2,5}} + 0,3655 * C_{PM_{2,5}}^2$$

Een jaargemiddelde $PM_{2,5}$ concentratie van 10,445 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ komt praktisch overeen met 18 etmaaloverschrijdingen, met een 95% betrouwbaarheidsinterval van 0,15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Bij de fits zijn de aantallen gebruikte decimalen iets gereduceerd ten opzichte van de feitelijke fitresultaten. De resultaten van de fit liggen tussen 5 en 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ binnen 0,01 etmaaloverschrijding. De fits zijn geldig voor jaargemiddelde concentraties van minimaal 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Bij lagere concentraties is geen data beschikbaar, maar zijn de aantallen etmaaloverschrijdingen naar verwachting in de orde van 0-5. Evenzo is de kwaliteit van de fit boven een jaargemiddelde concentratie van 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ onbekend.

Om ook voor $PM_{2,5}$ te controleren in hoe de fit van de aantallen etmaaloverschrijdingen over het land varieert worden in Figuur 5 de verschillen weergegeven. Over het algemeen zijn de verschillen hier iets groter, het gemiddelde absolute verschil bedraagt 2,1 dagen. De grootste verschillen zijn 7 etmaaloverschrijdingen per jaar en de standaarddeviatie van de verschillen is 2,8.

Figuur 5: Gemiddelde verschil tussen gemeten en via de hier afgeleide relatie berekende aantallen overschrijdingen van de dagnorm voor PM_{2,5} over de periode 2018-2023.



Conclusie PM_{2,5}

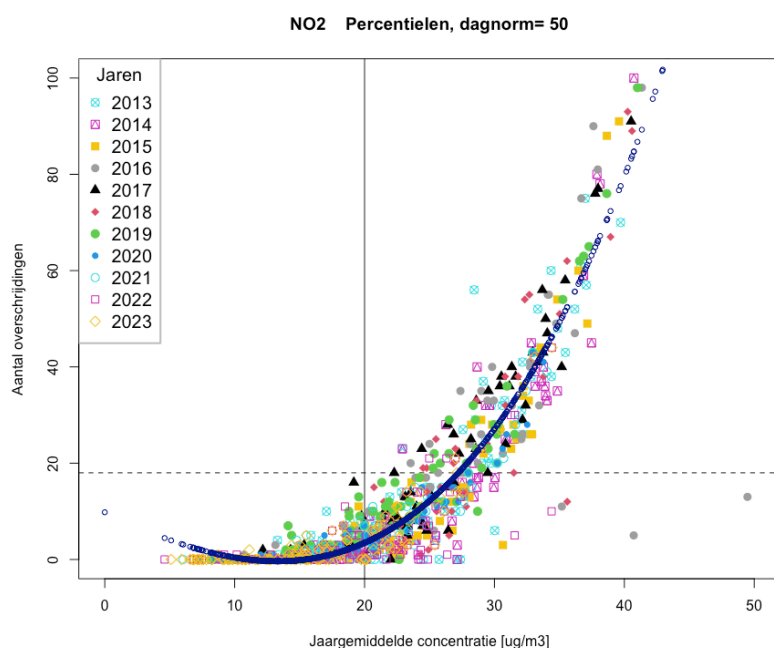
- 18 etmaaloverschrijdingen per jaar van de etmaalgemiddelde concentratie van 25 µg/m³ voor PM_{2,5} komt in goede benadering overeen met een jaargemiddelde concentratie van 10,445 µg/m³ (gebaseerd op de fit van de kortere periode, 2018-2023).
- De impliciete jaargemiddelde norm, afgeleid uit het aantal etmaaloverschrijdingen, ligt iets boven de voorgestelde expliciete jaargemiddelde grenswaarde voor PM_{2,5} van 10 µg/m³.

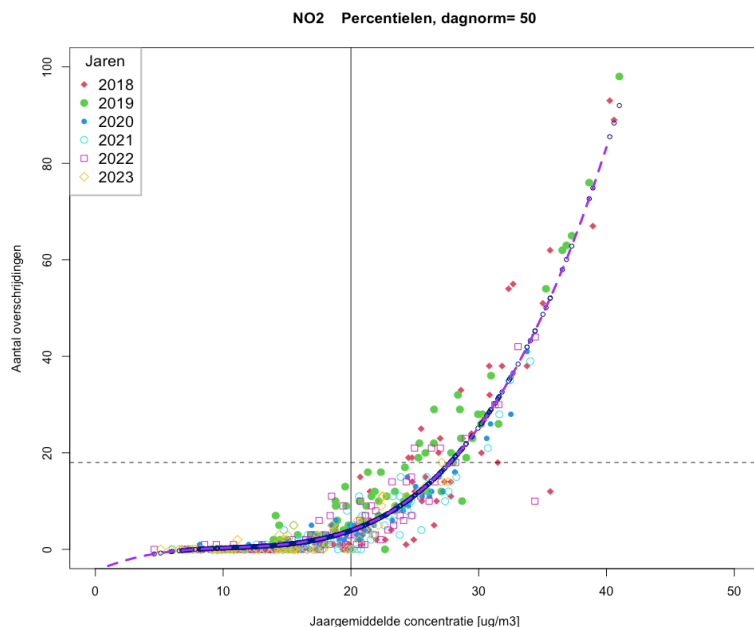
Er is een gebied tussen jaargemiddelde concentraties van circa 8-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ waarbinnen het aantal toegestane etmaaloverschrijdingen een enkele keer groter kan zijn dan de toegestane 18 keer terwijl nog wordt voldaan aan de jaargemiddelde grenswaarde.

Nieuwe relatie NO_2

De nieuwe richtlijn introduceert ook een grenswaarde voor het etmaalgemiddelde van NO_2 : 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, waarbij deze waarde maximaal 18 dagen per jaar mag worden overschreden. De nieuwe grenswaarde voor het jaargemiddelde van NO_2 is 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Voor NO_2 is eenzelfde analyse gedaan als voor PM_{10} en $\text{PM}_{2,5}$. In Figuur 6 is de relatie tussen het aantal overschrijdingen van de dagnorm en het jaargemiddelde weergegeven.

Figuur 6: Relatie tussen het aantal overschrijdingen van een nieuw voorgestelde dagnorm van 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en de jaargemiddelde concentratie voor NO_2 in de periode 2013 t/m 2023 (boven) en de periode 2018 t/m 2023 (onder). Alleen stations met minimaal 95% van de etmalen geldige data worden getoond. De donkerblauwe cirkels zijn het resultaat van een fit aan de data. De paarse onderbroken lijn in de onderste figuur is een iets versimpelde fit aan de data.





Voor NO₂ volstaat een fit met een 2^e-orde polynoom niet, dus is een 3^e-orde polynoom gebruikt. De fits zijn geldig voor jaargemiddelde concentraties van minimaal 12 µg/m³ voor de periode 2013-2023 en vanaf 8 µg/m³ bij de fit aan 2018-2023. Bij lagere concentraties dan circa 8 µg/m³ is geen data beschikbaar, maar zijn de aantallen etmaaloverschrijdingen naar verwachting in de orde van 0-3. Het nieuwe aantal toegestane overschrijdingen van de etmaalnorm van 18 keer komt bij benadering overeen met een equivalente jaargemiddelde concentratie van circa 28 µg/m³, ruim boven de jaargemiddelde grenswaarde van 20 µg/m³.

De versimpelde fits aan de data voor de kortere periode (2018-2023) geven de volgende resultaten, 463 datapunten:

$$\text{Etmaaloverschrijdingen} = -4,51 + 1,171 * C_{\text{NO}_2} - 0,1006 * C_{\text{NO}_2}^2 + 0,003156 * C_{\text{NO}_2}^3$$

Een jaargemiddelde NO₂ concentratie van 27,76 µg/m³ komt praktisch overeen met 18 etmaaloverschrijdingen, met een 95% betrouwbaarheidsinterval van 0,27 µg/m³.

Bij de fits zijn de aantallen gebruikte decimalen iets gereduceerd ten opzichte van de feitelijke fitresultaten. De resultaten van de fit liggen tussen 20 en 30 µg/m³ binnen 0,05 etmaaloverschrijding. De fits zijn geldig voor jaargemiddelde concentraties van minimaal 10 µg/m³. Bij lagere concentraties is geen data beschikbaar, maar zijn de aantallen etmaaloverschrijdingen naar verwachting in de orde van 0-3.

Om ook voor NO₂ te controleren in hoeverre de fit van de aantallen etmaaloverschrijdingen over het land varieert worden in Figuur 7 de verschillen weergegeven. Over het algemeen zijn de verschillen hier iets groter dan voor PM₁₀, het gemiddelde absolute verschil bedraagt 1,6 dagen en de standaarddeviatie 3,0. Er zijn grotere verschillen, tot 7 dagen, op enkele straat- en industriële stations. Op de locatie Neherkade in Den Haag zijn voor 2 jaar gegevens, met een gemiddeld verschil van 18 etmaaloverschrijdingen per jaar tussen de gemeten en berekende waarden. Echter, de NO₂ concentraties tussen de opeenvolgende jaren verschillen ook 8 µg/m³, dit suggereert dat de metingen niet representatief waren.

Figuur 7: Gemiddelde verschil tussen gemeten en via de hier afgeleide relatie berekende aantallen overschrijdingen van de dagnorm voor NO₂ over de periode 2018-2023.



Conclusie NO₂

- 18 etmaaloverschrijdingen per jaar van de etmaalgemiddelde concentratie van 50 µg/m³ voor NO₂ komt bij benadering overeen met een jaargemiddelde concentratie van 27,76 µg/m³ (gebaseerd op de fit van de kortere periode, 2018-2023).
- De impliciete jaargemiddelde norm, afgeleid uit de etmaaloverschrijdingen, ligt ruim boven de voorgestelde expliciete jaargemiddelde grenswaarde voor NO₂ van 20 µg/m³.