

INDICATOR: TROPOSFERISCHE OZONCONCENTRATIE: JAARGEMIDDELDE EN AANTAL DAGEN WAAROP DE MAXIMALE 8-URENCONCENTRATIE DE EUROPESE DREMPEL OVERSCHREED

THEMA: LUCHT

1 BELANG VAN DE INDICATOR EN ELEMENTEN VOOR DE INTERPRETATIE

Vraag achter de indicator:

Hoe evolueert de blootstelling van de bevolking aan troposferische ozon?
Worden de normen inzake bescherming van de gezondheid nageleefd?

Context van de indicator:

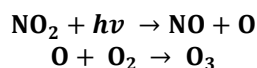
Door de indicator beschreven milieuproblematiek:

Ozon (O₃) is een oxiderend gas dat betrokken is bij de afbraak van organisch materiaal en daardoor irriterend is voor levende organismen (zowel mensen als dieren, gewassen of bossen).

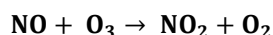
Ozon is een **secundaire** verontreinigende stof, d.w.z. dat het niet rechtstreeks in de atmosfeer wordt uitgestoten, maar wordt gevormd door fotochemische reactie met andere precursor-verontreinigende stoffen. Deze ozonvorming vindt plaats in de troposfeer en wordt daarom troposferisch ozon genoemd, in tegenstelling tot stratosferisch ozon (de "ozonlaag"), dat noodzakelijk is voor het leven op aarde door het filteren van hoogenergetische ultraviolette (UV) straling.

In de troposfeer wordt ozon voornamelijk geproduceerd op warme, zonnige dagen in aanwezigheid van precursoren, waarvan stikstofoxiden (NO_x) en de vluchtige organische stoffen (VOS).

Ozon wordt altijd geproduceerd door de reactie van de zuurstofmolecule O₂ met een zuurstofatoom O. Zuurstofatomen worden geproduceerd door de fotochemische dissociatie (onder invloed van ultraviolette zonnestraling) van NO₂-moleculen, zoals beschreven in de onderstaande chemische reactievergelijkingen:



Stikstofmonoxide wordt echter zelf snel geoxideerd door O₃:



We zien dus dat NO_x een precursor maar ook een consument-effect heeft op O₃. Er ontstaat dus een chemisch evenwicht tussen deze verontreinigende stoffen.

In de praktijk is de atmosferische chemie van ozon complex en zijn er veel verschillende soorten bij deze evenwichten betrokken. Daarom spelen vluchtige organische stoffen (VOS, b.v. methaan, etheen, formaldehyde, isopreen, enz.) een belangrijke rol bij de vorming van ozon. De situatie hangt ook af van het chemische regime van de betrokken geografische



regio, d.w.z. van de waarde van de $[\text{NO}_x]/[\text{COV}]$ -verhouding. Dit verklaart waarom het zo moeilijk is doeltreffende maatregelen te nemen om de ozonconcentraties te verminderen, vooral bij verontreinigingspieken.

In stedelijke gebieden zijn de NO_x -concentraties over het algemeen hoog. Het proces wordt dan beperkt door de VOS-concentratie. Een vermindering van de NO_x -uitstoot (b.v. door maatregelen op te leggen inzake verkeer) zal de ozonconcentratie dan ook niet verminderen. Daar zijn twee redenen voor:

- Ten eerste, aangezien de reacties beperkt worden door de VOS-concentratie, zal een verlaging van de NO_x -concentratie geen significante invloed hebben.
- Anderzijds produceren NO_x -emissies bij de verbranding in motorvoertuigen NO , dat bijdraagt tot het verbruik van O_3 . Dit laatste effect is lokaal, betrekkelijk snel (uurlijkse schaal) en treedt op buiten het NO_x -evenwicht (d.w.z. de verhouding $[\text{NO}]/[\text{NO}_2]$ is plaatselijk hoger dan ver van het wegverkeer), hetgeen de sterke anti-correlatie tussen de aanwezigheid van verkeer en ozonconcentraties verklaart.

Wat de gevolgen van ozon voor de menselijke gezondheid betreft, gaat het meestal om een verminderde longfunctie en het risico van een ontsteking van de luchtwegen. De vegetatie daarentegen ondergaat een progressieve afbraak van het plantenweefsel, dat meer te lijden heeft van chronische lage blootstelling dan van verontreinigingspieken, waardoor extra hulpmiddelen nodig zijn en de groei en de opbrengst van de gewassen worden vertraagd.

Beleidscontext en juridische context:

De monitoring en rapportering van de ozonconcentratie in de lucht moeten gebeuren volgens de Europese richtlijn 2008/50/EG. De richtlijn¹ werd goedgekeurd op 21 mei 2008 en is sinds 11 juni 2008 van kracht (de Lidstaten dienden deze richtlijn vóór 11 juni 2010 naar hun nationale recht om te zetten). Richtlijn 2024/2881, vastgesteld op 23 oktober 2024, herzielt Richtlijn 2008/50/EG en introduceert nieuwe normen voor de bewaking van troposferisch ozon, van toepassing vanaf 2030.

Te bereiken kwantitatieve doelstellingen en statuut van de streefdoelen:

Richtlijn 2008/50/EG legt voor troposferische ozon geen (juridisch bindende) grenswaarde op, maar wel een “**streefwaarde**”. Het is de bedoeling dat men met het bereiken van een dergelijk niveau op lange termijn schadelijke gevolgen voor de gezondheid van mens en/of milieu in zijn geheel kan voorkomen; waar mogelijk moet dat niveau binnen een bepaalde periode worden bereikt. De richtlijn formuleert meer bepaald twee streefcijfers voor de troposferische ozonconcentratie: een ter bescherming van de volksgezondheid en een andere ter bescherming van de vegetatie² (zie onderstaande tabel). Het jaar 2010 is het eerste jaar waarvan de gegevens aangewend worden voor het beoordelen van de naleving van de streefcijfers.

De richtlijn legt eveneens “**langetermijndoelstellingen**” op om de bescherming van de volksgezondheid en de vegetatie te garanderen. Het betreft drempelwaarden waaronder volgens de huidige wetenschappelijke kennis, rechtstreekse gevolgen voor de volksgezondheid en/of het milieu in zijn geheel weinig waarschijnlijk zijn. Behalve waar dit niet door proportionele maatregelen (of met andere woorden kostenefficiënt) kan worden bereikt, moet deze doelstelling op lange termijn worden bereikt om de menselijke gezondheid en het milieu een doeltreffende bescherming te bieden.

Bovendien bevat deze richtlijn een “**informatiedrempel**” en een “**alarmdrempel**” voor de troposferische ozonconcentratie. De “informatiedrempel” is een niveau waarboven een kortstondige blootstelling risico's inhoudt voor bijzonder kwetsbare bevolkingsgroepen waardoor zij moeten kunnen beschikken over de meest recente informatie. De “alarmdrempel” is een niveau waarboven een kortstondige blootstelling risico's inhoudt voor de gezondheid van de bevolking als geheel. Wanneer de alarmdrempel wordt bereikt, moeten de lidstaten eventueel, en voor zover nuttig, stappen ondernemen in

² Het streefcijfer voor de bescherming van de vegetatie is de AOT40; dit is echter niet opgenomen in de indicator voor het troposferisch ozon.



overeenstemming met de artikelen betreffende de voorlichting van het publiek en de kortetermijnactieplannen van de richtlijn.

Richtlijn 2024/2881 versterkt de streefwaarde voor de bescherming van de volksgezondheid. De naleving van deze nieuwe waarde moet vanaf 2030 worden beoordeeld. De richtlijn versterkt ook de doelstelling op lange termijn voor de bescherming van de volksgezondheid, die tegen 2050 moet worden bereikt. De streefwaarden voor de bescherming van de vegetatie en de informatie- en alarmdrempels voor ozonconcentraties in de troposfeer blijven ongewijzigd ten opzichte van Richtlijn 2008/50/EG.

Ten slotte bevatten de aanbevelingen van de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) voor 2021 concentratiewaarden voor ozonconcentraties. Deze aanbevelingen zijn uitsluitend gebaseerd op de gezondheidseffecten van luchtverontreiniging. Naast de dagelijkse waarde bevatten de WHO-richtlijnen ook een aanbevolen waarde voor de ozonconcentratie in de troposfeer tijdens de piekperiode; deze referentieperiode wordt gedefinieerd als het glijdende 6-maandgemiddelde met het hoogste gemiddelde van het jaar, doorgaans van maart tot augustus.

Deze verschillende doelstellingen worden in onderstaande tabel uiteengezet:

Europese luchtkwaliteitsnormen en door de WHO aanbevolen waarden voor ozon			
Middelingsstijd	Europese normen Richtlijn 2008/50/EG Toepassing vanaf 2010	Europese normen Richtlijn (UE) 2024/2881 Toepassing vanaf 2030	WHO richtwaarden 2021
1 uur	180 µg/m ³ (informatiedrempel)	180 µg/m ³ (informatiedrempel)	
	240 µg/m ³ (alarmdrempel)	240 µg/m ³ (alarmdrempel)	
Hoogste dagwaarde van de 8-uurgemiddelden* (bescherming van volksgezondheid)	120 µg/m ³ 25 toegestane overschrijdingsdagen per jaar, gemiddelde berekend op 3 jaar (streefwaarde)	120 µg/m ³ 18 toegestane overschrijdingsdagen per jaar, gemiddelde berekend op 3 jaar (streefwaarde)	100 µg/m ³ 3-4 overschrijdingsdagen per jaar (advieswaarde)
	120 µg/m ³ geen toegestane overschrijdingen (doelstelling op de lange termijn)	100 µg/m ³ geen toegestane overschrijdingen (doelstelling op de lange termijn - 2050)	
AOT-40** (bescherming van vegetatie)	18000 (µg/m ³)*h gemiddelde over 5 jaar (streefwaarde)	18000 (µg/m ³)*h gemiddelde over 5 jaar (streefwaarde)	
	6000 (µg/m ³)*h (doelstelling op de lange termijn)	6000 (µg/m ³)*h (doelstelling op de lange termijn)	
Piekperiode			60 µg/m ³ *** (advieswaarde)

* berekend op basis van de glijdende gemiddelden over 8 uur. Deze gemiddelde concentraties worden berekend op basis van uurgegevens en elk uur bijgewerkt.

** berekend o.b.v. één-uurwaarden gemeten tussen mei en juli (tussen 8 en 20 uur Centraaleuropese tijd)

*** gemiddelde van het dagelijks hoogste glijdend 8-uurgemiddelde op de hoogste glijdende 6 maandperiode van het jaar

2 METHODOLOGISCHE FUNDERINGEN

Definitie:

Er worden twee indicatoren aangewend:

- de gemiddelde en jaarconcentraties voor ozon in het station van Ukkel, berekend voor een kalenderjaar (van 1 januari tot 31 december). Hoewel er geen Europese norm of door de WHO aanbevolen waarde is voor het jaargemiddelde, biedt het monitoren ervan een interessant perspectief op langetermijntrends in ozonconcentraties.
- het aantal dagen waarop in het station van Ukkel de maximale waarde van de glijdende 8-uurgemiddelden het door de EU opgelegde streefcijfer van 120 µg/m³ ter bescherming van de volksgezondheid overschrijdt, per jaar en gemiddeld over drie jaar. Deze indicator wordt vergeleken met de huidige Europese streefwaarde en de streefwaarde voor 2030.

Eenheid: respectievelijk µg/m³ en aantal dagen



Berekeningswijze en aangewende gegevens:

De twee indicatoren worden berekend in het station van Ukkel, een stedelijk station dat zeer weinig wordt beïnvloed door het verkeer: de ozonconcentraties zijn er het hoogst in Brussel omdat het minder wordt blootgesteld aan directe NO-uitstoot van het verkeer. Ze worden berekend op basis van halfuurconcentraties zonder afronding.

Het aantal dagen waarop de hoogste waarde van de gemiddelde 8-uurconcentraties de drempel van $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ overschrijdt wordt vergeleken met het door de EU toegelaten aantal overschrijdingsdagen (25 per kalenderjaar, berekend als een gemiddelde over 3 jaar, te tellen vanaf 2010). Het jaar 2010 is dus het eerste jaar waarvan de gegevens gebruikt worden om de conformiteit met de streefwaarde na te gaan (dit is het gemiddelde van het aantal overschrijdingsdagen over de periode 2010-2012).

De hoogste dagwaarde van de glijdende 8-uurgemiddelden wordt afgerond. Als algemene regel geldt dat alleen het eindresultaat wordt afgerond; het is dit afgerond resultaat dat vergeleken wordt met de door Europa vooropgestelde waarden.

De meetmethode van de ozonconcentratie wordt toegelicht in het technisch rapport "Ozon en stikstofdioxide" (hoofdstuk 2.2).

Bron van de aangewende gegevens:

Leefmilieu Brussel, Dpt. Laboratorium, Luchtkwaliteit. De kwaliteit van de gegevens voldoet aan de criteria van de richtlijn 2008/50/EG en de aanbevelingen van de beschikking 2011/850/EG.

Aanbevolen periodiciteit voor het updaten van de indicator:

Jaarlijks

3 COMMENTAAR AANGAANDE DE METHODOLOGIE OF DE INTERPRETATIE VAN DE INDICATOR

Beperking van de indicator en gebruiksvoorzorgen:

De ozonconcentratie is ruimtelijk niet homogeen verspreid.

De spreiding hangt voornamelijk af van de ozonafbraak, die kan verschillen naargelang de plaats:

- Op plekken met een surplus aan stikstofoxide NO, haalt de ozonafbraak het op de ozonvorming. Dat is het geval in de stadscentra en in de omgeving van verkeersaders.
- Gezien op grotere schaal stellen we de hoogste ozonconcentraties vast in de periferie van grote steden en op plaatsen met minder verkeer, omdat de NO-uitstoot daar lager ligt en de ozonvorming niet belemmert. Dat geldt voor de rurale meetposten (niet voorhanden in het Brussels Gewest) en voor de stedelijke meetposten die in residentiële omgevingen zijn gelegen (Ukkel, Sint-Agatha-Berchem).

Wij vestigen de aandacht op de manier waarop het aantal overschrijdingsdagen (gemiddelde over 3 jaar) wordt aangeduid in de histogrammen: het jaar dat op de abscis wordt aangeduid, stemt overeen met het laatste jaar van elke driejaarlijkse periode. Bijvoorbeeld, de waarde bij het jaar 2012 komt dus overeen met het gemiddelde van de jaren 2010 tot 2012.

Om de geldigheid bij het aggregeren van de gegevens en het berekenen van statistische parameters te controleren, werden in de richtlijn 2008/50/EG criteria vastgelegd voor de volgende parameters [bijlage I, punt A; bijlage VII, punt A.2] :

- De uurwaarden (dit zijn de basisgegevens): de vereiste proportie valide gegevens om een geldige uurwaarde te verkrijgen, bedraagt 75% (45 minuten).



- De 8-uurwaarden: minstens 75% van de waarden (d.w.z. 6 uur) moet beschikbaar zijn om een geldig 8-uurgemiddelde te kunnen berekenen.
- Het hoogste 8-uurgemiddelde per dag berekend op basis van de voortschrijdende uurgemiddelden over 8 uur: hiervoor moet men beschikken over 75% van de voortschrijdende 8-uurgemiddelden per uur (d.w.z. 18 8-uurgemiddelden per dag).
- Jaargemiddelde: 75 % van de uurwaarden voor de periode april tot september en 75% van de uurwaarden voor de periode van januari tot maart en van oktober tot december, waarbij dit percentage geldt voor elke periode apart.
- Aantal overschrijdingen en maximumwaarden per maand: maandelijks moeten er 27 dagwaarden beschikbaar zijn. Daarnaast moet aan deze voorwaarde zijn voldaan in minstens 5 van de 6 maanden tussen de periode van april tot september.
- Het aantal overschrijdingen en maximumwaarden per jaar: voor de zomermaanden, van april tot september, is minstens 90% van de gegevens vereist; voor de wintermaanden, van oktober tot februari, is minstens 75% van de gegevens vereist.

Indien het gemiddelde over 3 jaar niet op basis van een volledige en ononderbroken gegevensreeks kan worden vastgesteld, dan worden de geldige gegevens over één jaar gelijkgesteld met de jaargegevens die minimaal vereist zijn voor de controle op de inachtneming van de streefwaarde voor de bescherming van de menselijke gezondheid [bijlage VII, punt B].

Sinds 2006 moeten de brutogegevens geïntegreerd worden over 60 minuten. Tevoren waren het de halfuurlijkse waarden waarop een afronding was toegepast die dienst deden als basis voor de berekeningen van het Dpt. Laboratorium, Luchtkwaliteit. Sinds 2012 wordt voor de berekening van de statistische parameters de aanbevelingen gevolgd van de "Commission Implementing Decision 2011/850/EC laying down rules for Directives 2004/107/EC and 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council as regards the reciprocal exchange of information and reporting on ambient air quality"; deze werden gepubliceerd op 12 december 2011.

Moeilijkheden eigen aan de methodologie:

De methodologische moeilijkheden op het vlak van de eigenlijke meetmethode en de ruimtelijke representativiteit van de verschillende meetposten worden uiteengezet in de technische rapporten vermeld onder het punt 6 hieronder.

4 VERBANDEN MET ANDERE INDICATOREN OF GEGEVENS (UIT HET RAPPORT OVER DE STAAT VAN HET BRUSSELSE LEEFMILIEU)

- Luchtkwaliteit: NO₂-concentratie
- Luchtkwaliteit: concentratie van fijne deeltjes (PM10)
- Emissie van ozonprecursoren (NO_x, VOS, CO en CH₄)

5 VOORNAAMSTE INSTELLINGEN BETROKKEN BIJ HET ONTWIKKELEN VAN GELIJKAARDIGE INDICATOREN (EUROPA, BELGIË, ANDERE INDIEN PERTINENT)

Waals Gewest:

SPW Environnement - Département de l'Étude du milieu naturel et agricole (DEMNA) – Direction de l'état environnemental (DEE)

Etat de l'environnement wallon / Indicateurs environnementaux / Composantes environnementales et lien environnement-santé / Air et climat / Ozone dans l'air ambiant (santé).

Beschikbaar op:

<http://etat.environnement.wallonie.be/contents/indicatorsheets/AIR%208.eew-sheet.html#>

Vlaams Gewest:

Lucht / Ozon / Ozonconcentratie / Ozonconcentratie (O₃) in de omgevingslucht

Beschikbaar op:

<https://www.vmm.be/lucht/ozon/ozonconcentratie>



Lucht / [Ozon](#) / Ozonoverschrijdingsdagen / Ozonoverschrijdingsdagen (NET60)

Beschikbaar op:

<https://www.vmm.be/lucht/ozon/ozonoverschrijdingsdagen>

Europese Unie:

AEE

Europe's air quality statut in 2024

Beschikbaar op:

<https://www.eea.europa.eu/publications/europes-air-quality-status-2024>

Indicator: Exceedance of air quality standards in urban areas

Beschikbaar op:

<https://www.eea.europa.eu/ims/exceedance-of-air-quality-standards>

6 BIBLIOGRAFISCHE REFERENTIES (METHODOLOGIE, INTERPRETATIE)

- Leefmilieu Brussel. Dpt. Laboratorium, Luchtkwaliteit, juni 2025. "Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest – Jaarverslag 2024", technisch rapport, 84 blz.
Te raadplegen op:
https://document.environnement.brussels/opac_css/doc_num.php?explnum_id=11453
- Leefmilieu Brussel, BRASSEUR OLIVIER, januari 2011. "Ozone et Dioxyde d'Azote", technisch rapport, 45 blz.
Te raadplegen op:
http://document.environnement.brussels/opac_css/electfile/Air_Labo_o3_no2.PDF
- WHO, "WHO global air quality guidelines : Particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide - Executive summary", 16 blz.
Te raadplegen op:
<https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345334/9789240034433-eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

7 VOLLEDIGHEID (DEKKING IN RUIMTE EN TIJD)

Beschikbare tijdreeks: 1989-2024³

Ruimtelijke dekking van de gegevens: Momenteel meten 5 stations van het telemetrische net van LB de troposferische ozonconcentraties, maar alleen het station van Ukkel is in de indicator opgenomen.

Datum waarop de indicator voor het laatst werd bijgewerkt: september 2025

Datum waarop deze methodologische fiche voor het laatst werd bijgewerkt: september 2025

³ Conform bijlage XI van richtlijn 2008/50/EG is het jaargemiddelde slechts geldig indien het berekend werd o.b.v. 90% van de uurwaarden of (indien niet beschikbaar) van de gemeten 24-uurwaarden over het jaar. Voor ozon voldoet de opgelegde gegevensbeschikbaarheid van de uurwaarden (groter dan of gelijk aan 90%) slechts vanaf het jaar 1999.

