



## 10. TROPOSFERISCH OZON (O<sub>3</sub>)

### 1. Inleiding

Ozon is een gas dat is samengesteld uit drie zuurstofatomen. Het betreft een secundaire pollutant, wat betekent dat de stof niet rechtstreeks in de omgevingslucht wordt uitgestoten, maar gevormd wordt door atomen die onder de invloed van zonnefotonen (UV) van een zuurstofmolecule (O<sub>2</sub>) worden gescheiden:



90% van de ozon in de atmosfeer zit in de stratosfeer geconcentreerd, op een afstand tussen 15 en 35 km van het aardoppervlak. Deze "ozonlaag" is het natuurlijke zonnescherm van onze planeet: het werkt als een onzichtbare filter die alle levensvormen beschermt tegen de gevaren van te veel blootstelling aan de ultravioletstralen (UV) van de zon. Ozon heeft immers als belangrijke fysieke eigenschap dat het heel erg doeltreffend UV-stralen absorbeert.

De overige 10% bevindt zich in nabijheid van de grond: net dit troposferisch ozon is problematisch voor onze gezondheid en wordt behandeld in deze fiche.

#### 1.1. Toxiciteit / invloed op het milieu

Zelfs al is ozon geen typische stedelijke pollutant, toch verschijnt hij op de eerste plaats tussen de indicatoren van de luchtkwaliteit wegens zijn invloed op de gezondheid en het milieu. Ozon die in abnormaal hoge hoeveelheden voorkomt in nabijheid van de bodem, kan voor ernstige gezondheidsproblemen zorgen, in het bijzonder bij gevoelige personen (oudere personen, heel jonge kinderen, astmatische personen...).

In de Europese richtlijnen staan verschillende concentratiedrempelwaarden gedefinieerd:

- tussen 180 en 240 µg/m<sup>3</sup> wordt een vermindering vastgesteld van de ademhalingsfunctie met 5% bij de gemiddelde bevolking en met 10% bij gevoelige personen;
- tussen 240 en 360 µg/m<sup>3</sup> bereikt deze vermindering van de ademhalingsfunctie 5 tot 15% bij de gemiddelde bevolking en 10 tot 30% bij gevoelige personen, met mogelijk hoofdpijn, irritatie van de ogen, de neus en de keel;
- boven 360 µg/m<sup>3</sup> worden al deze gevolgen nog ernstiger en de vermindering van de ademhalingsfunctie bedraagt meer dan 15% bij de gemiddelde bevolking en meer dan 30% bij gevoelige mensen; er wordt eveneens een belangrijke vermindering van de fysieke prestaties waargenomen.

Ozon heeft eveneens een schadelijke invloed op de plantengroei, zowel op de bladcellen (bladschade in de vorm van vlekken of weefselafsterving), als op de groei zelf of op de productiviteit van de teelten.

#### 1.2. Oorsprong van de pollutant <sup>1</sup>

In tegenstelling tot andere pollutanten wordt ozon niet door een bijzondere bron uitgestoten. Daarom kan er geen uitstootinventaris over worden opgemaakt.

Ozon is immers een secundaire pollutant die ontstaat door een fotochemische reactie, in aanwezigheid van (UV-)zonnestraling en zuurstof, tussen primaire pollutanten (precursoren genoemd) zoals stikstofoxiden (NO<sub>x</sub>).

Een ozonconcentratie die op een precieze locatie wordt gemeten is steeds het resultaat van twee tegengestelde processen: een ozonvormingsproces en een ozonafbraakproces. Er komt dan een dynamisch evenwicht tussen deze twee processen tot stand:



Dit evenwicht wordt echter verstoord door het feit dat de NO grotendeels oxideert tot NO<sub>2</sub> in een reactie met de radicalen uit de vluchtige organische stoffen (VOS). Bijgevolg is de NO niet beschikbaar voor de afbraak van ozon en kan de gevormde NO<sub>2</sub> opnieuw worden opgesplitst onder invloed van de UV-stralen, om zo ozon te vormen. Eenzelfde NO<sub>2</sub>-molecule kan de vorming van verschillende O<sub>3</sub>-moleculen meebrengen. Dit kettingproces kan aanleiding geven tot een vorming van te veel ozon, zelfs in het geval van een lage concentratie van de voorlopers.

<sup>1</sup> U vindt meer details in het rapport 'Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest - Zomerperiode 2013'.



De twee processen evolueren aan een andere snelheid: de ozonvorming gaat eerder traag (verschillende uren), maar ozonafbraak gebeurt in slechts enkele minuten. Zo is de ruimtelijke spreiding van de ozonconcentratie niet homogeen, onder andere omwille van de ozonafbraak die al naargelang de plek sterk kan verschillen.

In het Brussels Hoofdstedelijk Gewest is autoverkeer de voornaamste emissiebron van  $\text{NO}_x^2$  en VOS<sup>3</sup> en goed voor 50% van de uitstoot<sup>4</sup>. Andere belangrijke emissiebronnen van  $\text{NO}_x$  zijn industriële processen, elektriciteitsproductie (thermische centrales), huishoudelijke verwarming (minder belangrijk in de zomer) en enkele specifieke industriële activiteiten. Tijdens het raffineren, opslaan, de verwerking en de distributie van aardolieproducten, alsook bij het gebruik van solventen voor verschillende soorten van activiteiten (verven, verfcabines, drukkerijen, industriële reiniging, enz.) vindt er een aanzienlijke VOS-uitstoot plaats.

De  $\text{NO}_x$  houden dus verband met zowel de ozonvorming als de ozonafbraak.  $\text{NO}$  en  $\text{NO}_2$  zijn grotendeels afkomstig van dezelfde bron (wegverkeer). Bijgevolg leiden kortetermijnmaatregelen voor een verminderde precursorenproductie, met als uiteindelijk doel de ozonvorming te verlagen, eveneens tot een verminderde ozonafbraak. Het fenomeen is dus erg complex: emissiereducerende maatregelen, met een visie op te korte termijn, kunnen immers het tegenovergestelde resultaat opleveren.

## 2. Concentraties in de omgevingslucht

### 2.1. Reglementering

De ozonreglementering staat beschreven in fiche Lucht 3 over de regelgeving inzake luchtverontreiniging die beoogt de volksgezondheid op lokaal niveau te beschermen. De Europese doelstellingen en verplichtingen komen erin aan bod (streefwaarden, informatie- en alarmprempels, monitoring), alsook de toepassing ervan in België en in het Brussels Gewest.

### 2.2. Toezicht

In Brussel werd begonnen met ozonmetingen in 1986.

Het Brussels telemetrisch netwerk omvat 7 ozonmeetpunten: Maricollen in Sint-Agatha-Berchem (B011), KMI in Ukkel (R012), Sluis 11 in Sint-Jans-Molenbeek (R001), Voorhaven in Brussel/Haren (N043), Baksteenkaai in Brussel (B004), Europees Parlement in Brussel (B006) en Gulledele in Sint-Lambrechts-Woluwe (WOL1).

Doorgaans worden de hoogste ozonconcentraties opgemeten op niet rechtstreeks door het verkeer beïnvloede meetposten. Vermits er geen belangrijke verkeersassen in de onmiddellijke omgeving van de meetposten van Sint-Agatha-Berchem (B011) en van Ukkel (R012) zijn, is er daar bijvoorbeeld een geringere ozonafbraak dan in de nabijheid van de belangrijke verkeersroutes. De situatie van deze twee meetposten is dan ook ideaal voor het meten van maximale ozonconcentraties in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Ozonafbraak als rechtstreeks gevolg van de invloed van het verkeer kan men duidelijk vaststellen op de meetposten dichtbij het stadscentrum, met name in Molenbeek (R001) en Bakstenenkaai (B004) en op de meetposten langs de verkeersassen, zoals de meetpost op Voorhaven (N043) en Sint-Lambrechts-Woluwe (WOL1).

De meetgegevens met betrekking tot omgevingsozon zijn beschikbaar op volgende websites:

- Op de [webpagina's "luchtkwaliteit" van de website van Leefmilieu Brussel](#) worden de gegevens in real time weergegeven voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest
- De Intergewestelijke Cel voor het Leefmilieu ([www.irceline.be](http://www.irceline.be)) geeft de (huidige en historische) gevalideerde gegevens voor heel België.

<sup>2</sup> Zie in dit verband fiche Lucht 8.

<sup>3</sup> Zie in dit verband fiche Lucht 9.

<sup>4</sup> Zie in dit verband de indicator 'Staat van het leefmilieu' met betrekking tot de uitstoot van ozonprecursoren.



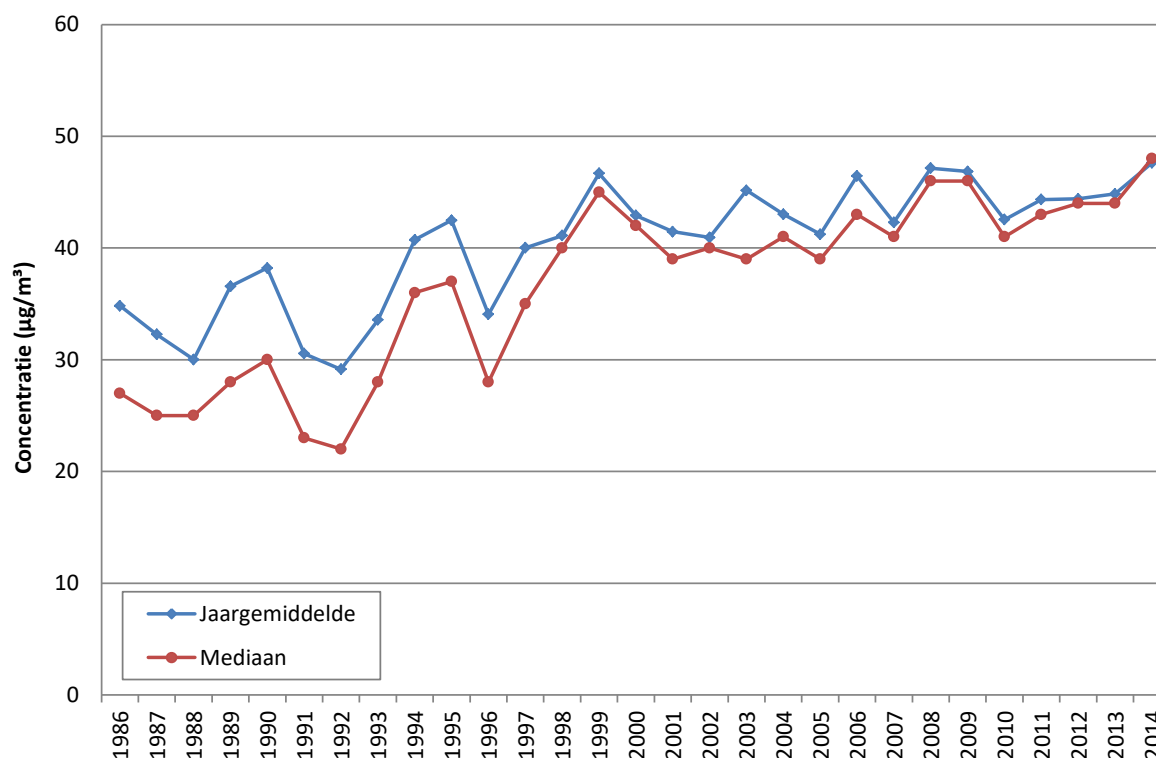
## 2.3. Evolutie van de O<sub>3</sub>-concentraties

### 2.3.1. Evolutie op lange termijn van de O<sub>3</sub>-concentraties

**Figuur 10.1:**

**Evolutie van de gemiddelde en mediane jaarconcentraties troposferisch ozon in de meetpost van Ukkel (1986-2014)**

Bron: Leefmilieu Brussel, Laboratorium voor milieu-onderzoek (lucht)



In 2014 bedroeg zowel de gemiddelde als de mediane jaarconcentratie troposferisch ozon in het meetstation Ukkel 48 µg/m<sup>3</sup>. De evolutie van de concentraties in de tijd duidt schijnbaar op een stijging van de mediaanconcentratie in de jaren '90. In de jaren 2000 is ze veel minder uitgesproken: de huidige mediaan lijkt zich te stabiliseren. Bovendien daalt het aantal of de intensiteit van O<sub>3</sub>-concentratiepieken.

De stijgende tendens in de jaren '90 valt te verklaren door met name een algemene daling van NO-concentraties (ozonafbrekende pollutie). Die daling blijkt evenwel niet duidelijk voor alle meetstations.

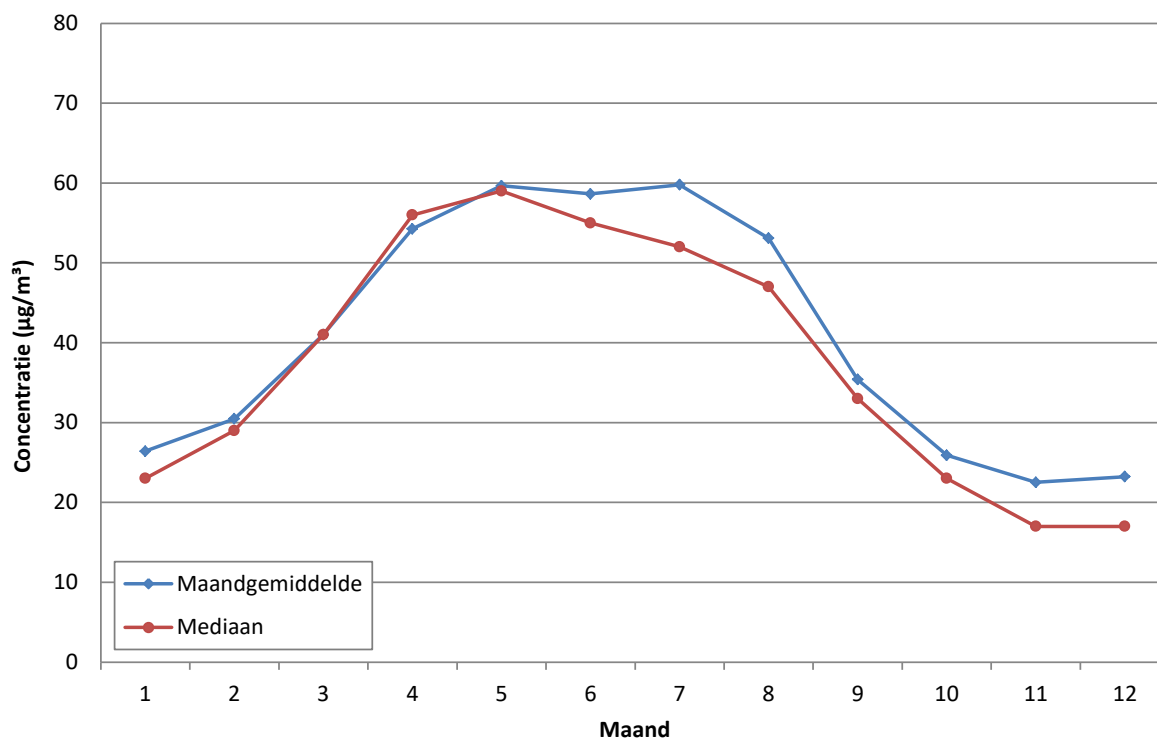
### 2.3.2. Maandelijks evolutie van de ozonconcentraties

De gemiddelde en mediane ozonconcentraties zijn hoger in de lente en in de zomer (van maart tot augustus). Op het einde van het jaar (november en december) liggen ze lager.



**Figuur 10.2**  
**Evolutie van de gemiddelde en mediane maandconcentraties van troposferisch ozon in de meetpost van Ukkel (1986-2014)**

Source: Leefmilieu Brussel 2016



De verklaring voor deze tendens is tweërlei:

- In de zomer: meer uren zonneshijns (en dus UV-straling), gunstig voor ozonvorming;
- In de winterperiode: minder uren zonneshijns (en dus UV-straling) en hogere NO-uitstoot door met name de verwarming van gebouwen, wat ozonafbrekende chemische reacties in de hand werkt.

### 2.3.3. Gemiddelde dagevolutie van de O<sub>3</sub>-concentraties

De gemiddelde dagevolutie van de ozonconcentratie in de zomerperiode is gebonden aan de zonnestraling: ze neemt af tijdens de eerste uren van de ochtend, neemt vervolgens toe naarmate de dag vordert en bereikt een maximum op het einde van de namiddag of in de avond, en neemt geleidelijk weer af tijdens de nacht.

Zoals vroeger gezegd, de hoogste ozonconcentraties worden gemeten in Ukkel en Sint-Agatha-Berchem, waar de evolutie van de gemiddelde concentraties met dit schema strookt. De concentratieniveaus in Woluwe en Voorhaven zijn lager. Een grotere plaatselijke ozonafbraak ter hoogte van deze meetstations, onder andere door de NO-emissies van het drukke verkeer, is verantwoordelijk voor deze lagere ozonconcentraties.

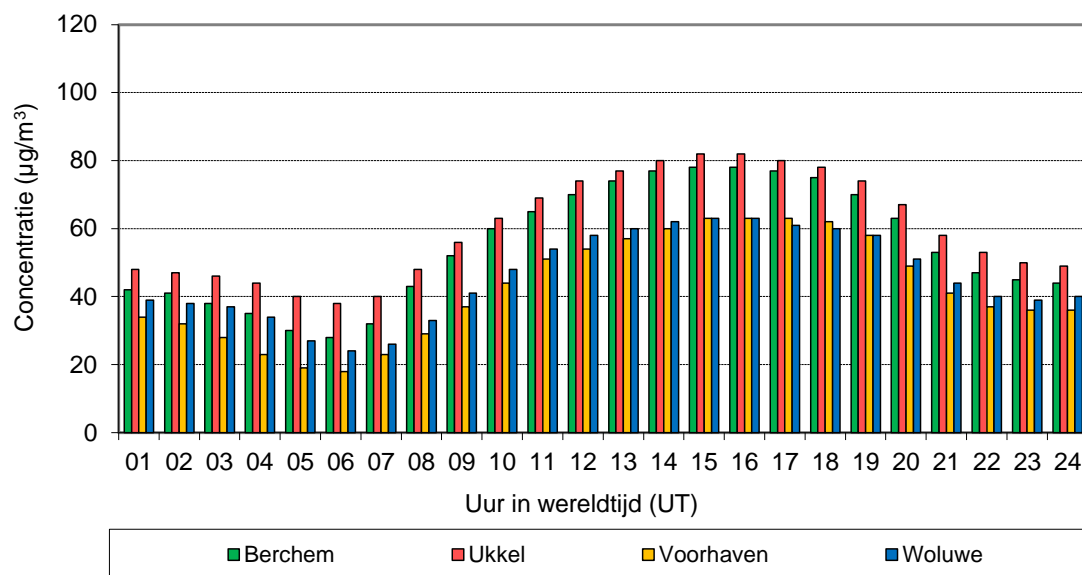
Onderstaande figuur illustreert deze vaststellingen met de meetgegevens uit 2014.



**Figuur 10.3:**  
**Ozonconcentratie: evolutie van de daggemiddelden gemeten in 4 meetposten tijdens de zomerperiode 2014 (1 mei t/m 31 augustus)**

Tijdsschaal is de universele tijd (UT). Tijdens de zomerperiode bedraagt het verschil tussen de lokale tijd (LT) en de universele tijd 2 uur: LT = UT +2. Het middaguur in zonnentijd (12:00 u UT) komt overeen met 14:00 u lokale tijd (LT).

Bron: Leefmilieu Brussel, 2016

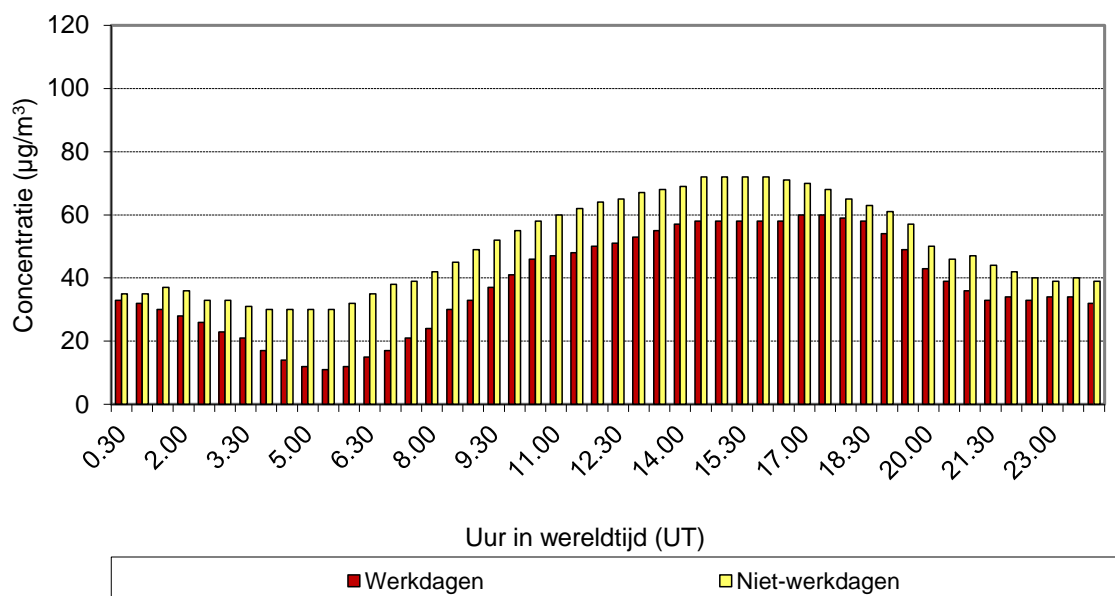


Voor elke meetpost werd de gemiddelde waarde op alle dagen van de zomerperiode berekend per uurperiode.

Gemiddeld liggen de O<sub>3</sub>-concentraties, voor eenzelfde meetstation, in de zomer hoger op niet-werkdagen (zaterdag, zondag en feestdagen; gekenmerkt door een doorgaans minder druk verkeer) dan op werkdagen. Het verschil in de ozonconcentraties op werkdagen en op niet-werkdagen is het opvallendst in de meetstations in een omgeving met druk verkeer (Voorhaven bijvoorbeeld). Dit verschil tussen de toestand op werkdagen en op niet-werkdagen wordt jaarlijks waargenomen (zie verslagen van Leefmilieu Brussel over de luchtkwaliteit in de zomerperiode).

**Figuur 10.4:**  
**Ozonconcentratie: evolutie van de daggemiddelden in de meetpost van Haren-Voorhaven op werkdagen en niet-werkdagen tijdens de zomerperiode mei tot augustus 2014**

Bron: Leefmilieu Brussel, 2016





## 2.4. Naleving van de normen

### 2.4.1. Richtwaarde voor de volksgezondheid

Ter herinnering: de richtwaarde voor de volksgezondheid, die moest worden bereikt vanaf 2010, is een maximumwaarde over 8 uur van 120 µg/m<sup>3</sup> (maximum 25 dagen per jaar te overschrijden, gemiddeld over 3 kalenderjaren).

**Tabel 10.5**

Aantal dagen waarop de maximale dagwaarde van het glijdend gemiddelde van de ozonconcentratie over 8 uur hoger ligt dan 120 µg/m <sup>3</sup> (1998-2014)															
Bron: Leefmilieu Brussel, Dpt. Laboratorium, luchtkwaliteit en IRCEL, 2015															
Opm. : de bepaling van het geldige aantal overschrijdingen per jaar moet beantwoorden aan een aantal vereisten die zijn opgenomen in bijlage VII van de richtlijn 2008/50/EU. Het aantal overschrijdingen in onderstaande tabel houdt rekening met deze vereisten met ingang van 1/10/2009. De waarden kunnen dus lichtjes afwijken van de waarden die voor 1/10/2009 werden gepubliceerd.															
Meetstation	1998-2000	1999-2001	2000-2002	2001-2003	2002-2004	2003-2005	2004-2006	2005-2007	2006-2008	2007-2009	2008-2010	2009-2011	2010-2012	2011-2013	2012-2014
St.-Katelijne (B004)	#	#	9	14	14	16	11	#	#	14	13	9	8	8	6
Parlement (B006)	#	#	#	21	17	17	16	15	16	9	12	10	9	6	6
Berchem (B011)	15	19	17	27	23	24	22	20	22	15	16	13	12	11	10
Voorhaven (N043)	6	15	13	17	13	17	14	13	11	7	6	5	5	5	3
Molenbeek (R001)	7	10	10	15	11	12	12	11	9	3	5	7	7	4	2
Ukkel (R012)	18	22	17	19	17	19	25	23	25	18	18	16	13	12	9
Woluwe (WOL1)	5	#	#	#	#	12	11	8	8	4	7	7	8	5	3

# : Geen metingen

De roodgekleurde cellen wijzen op een overschrijding van het aantal toegelaten overschrijdingsdagen (25 dagen) van de jaargemiddelde concentraties van 120 µg/m<sup>3</sup> berekend over 3 jaar, zoals opgelegd door de richtlijn 2008/50/EU.

In het verleden schommelde het aantal dagen waarin die waarde werd overschreden, gemiddeld genomen over drie jaar, tussen 20 en 30. Zo konden twee gemiddeld ozonrijke zomerperiodes of soms zelfs een zomer op drie jaar met erg veel ozon leiden tot een overschrijding van de streefwaarde.

Momenteel wordt de streefwaarde voor de volksgezondheid nageleefd, maar toch is het belangrijk ervoor te zorgen dat deze doelstelling ook in de toekomst wordt in acht genomen.

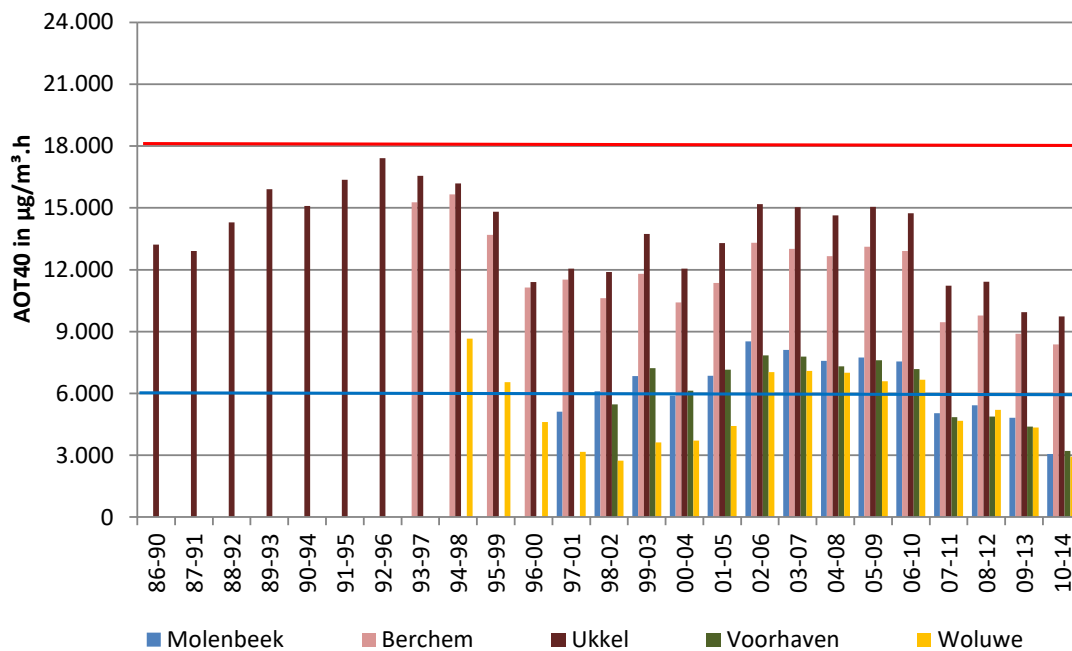
Om de ozonpieken in de zomer te bestrijden is het bovendien noodzakelijk dat de achtergrondconcentraties van ozon teruglopen. Zoals reeds eerder gezegd is dat alleen maar mogelijk door een vermindering op grote schaal en op lange termijn van de uitstoot van de precursoren, in het bijzonder de NO<sub>x</sub> en de VOS.

### 2.4.2. Richtwaarde voor de plantengroei

De ozonrichtlijn geeft eveneens een richtwaarde tegen 2010 voor de bescherming van de plantengroei: de AOT40-MJ berekend in de periode van mei tot juli, tussen 8 en 20 uur en als gemiddelde over 5 jaar, mag niet hoger zijn dan 18.000 µg/m<sup>3</sup>.h (cf. rode lijn in de grafiek). De periode van 5 jaar vangt aan in 2010. De streefwaarde op lange termijn is 6 000 µg/m<sup>3</sup>.h (cf. blauwe lijn in de grafiek).



**Figuur 10.6:**  
**Ozonconcentratie: Evolutie van de AOT40-MJ – gemiddelde over 5 jaar (mei-juli, 8-20 u in Centraal-Europa, AOT berekend met 100% beschikbaarheid van gegevens, 1986-2014)**  
 Bron: Leefmilieu Brussel, 2016



Gemiddeld wordt over de periode van 5 jaar in geen van de meetstations een AOT40-MJ-waarde hoger dan 18.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$  gemeten. Waarden lager dan de doelstelling op lange termijn, namelijk 6.000  $\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{h}$ , liggen op dit moment nog ver af in de meetstations van Ukkel en Sint-Agatha-Berchem.

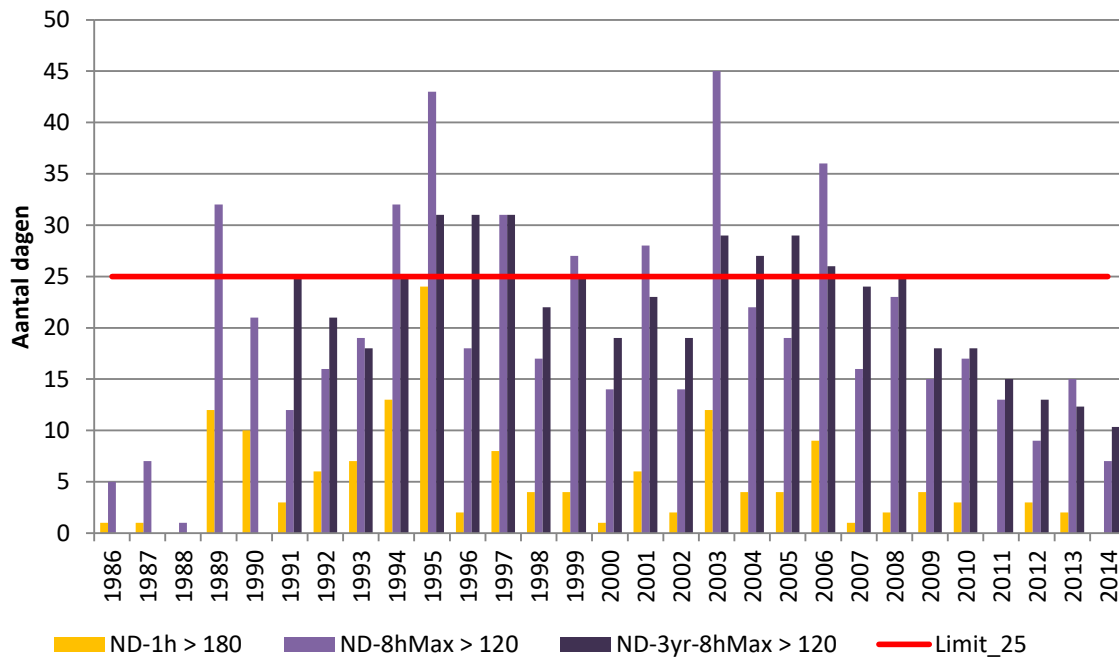
### 2.4.3. Informatie- en alarmdrempels

In 2014 werd de informatiedrempel voor de bevolking, namelijk 180  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  als uurwaarde, niet overschreden. Bijgevolg werd de alarmdrempel, namelijk 240  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  als uurwaarde, evenmin overschreden in 2014.

**Figuur 10.7:**

**Ozonconcentratie: Aantal dagen met overschrijding van de informatiedrempel (uurwaarde > 180 µg/m<sup>3</sup>) en van de richtwaarde voor de volksgezondheid (dagelijks maximum van het glijdend gemiddelde over 8 uur > 120 µg/m<sup>3</sup>)**

Bron: Leefmilieu Brussel, 2016



## Bronnen

1. Leefmilieu Brussel 2013. "Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest - zomerperiode 2013", Technische rapport van het Laboratorium voor Milieuonderzoek, 121 p.  
[http://document.leefmilieu.brussels/opac\\_css/electfile/rptO3\\_2013\\_nl.PDF](http://document.leefmilieu.brussels/opac_css/electfile/rptO3_2013_nl.PDF)
2. Leefmilieu Brussel 2013. "Luchtkwaliteit in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest - zomerperiode 2013 : Bijlage - Tabellen met de cumulatieve frequentieverdeling uurwaarden O3, NO2 en de som (O3 + NO2) tijdens de zomerperiodes "april - september" jaren 1986-2013", Technische rapport van het Laboratorium voor Milieuonderzoek, 33 p.  
[http://document.leefmilieu.brussels/opac\\_css/electfile/rptO3\\_2013\\_Annex\\_nl.pdf](http://document.leefmilieu.brussels/opac_css/electfile/rptO3_2013_Annex_nl.pdf)

## Andere factsheets in verband hiermee

Schriftje Lucht – basisgegevens voor het plan

- 2. Vaststellingen
- 3. De internationale overeenkomsten en de gevolgen ervan inzake verschaffing van gegevens - lokale invloed: bescherming van de volksgezondheid
- 4. De internationale akkoorden inzake mondiale vormen van luchtverontreiniging
- 5. De internationale verplichtingen voor het verzamelen en verschaffen van gegevens - De atmosferische pollutanten opgevolgd in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest
- 8. Stikstofoxiden
- 9. VOS
- 25. Verwijdering van de doelstellingen: luchtkwaliteit en emissies
- 40. De richtlijnen voor de luchtkwaliteit van de Wereldgezondheidsorganisatie
- 41. Indicatoren voor de luchtkwaliteit in Brussel
- 59. De bescherming van de luchtkwaliteit





## **Auteurs van de fiche**

Initiële redactie: DE VILLERS Juliette, SQUILBIN Marianne, VANDERSTRAETEN Peter

Update 2016: VERBEKE Véronique, VANDERPOORTEN Annick

Herlezing: GANTY Céline, De VOS Thierry

Datum van update: februari 2016.