

A satellite view of Earth from space, showing a large, dark, swirling cloud formation over a landmass. The land is brown and textured, with some green areas. The sky is dark blue. The text "OZONE MONITORING INSTRUMENT" is written in orange capital letters at the top left.

OZONE MONITORING INSTRUMENT

Oog voor detail

Het Ozone Monitoring Instrument (OMI) is een satellietinstrument dat dagelijks wereldwijd metingen doet aan de samenstelling van de atmosfeer.

Met deze metingen volgen we het herstel van de ozonlaag. Ook geven de metingen inzicht in de veranderingen van het klimaat en in de kwaliteit van de lucht die we elke dag inademen.

Het belang van OMI

Ozon speelt een complexe rol in het klimaatstelsel: hoog in de atmosfeer beschermt het ons tegen gevaarlijke ultraviolette straling, laag in de atmosfeer is het schadelijk voor onze gezondheid en verhoogt het als broeikasgas de temperatuur. Het is niet voor niets dat men veranderingen in ozon goed in de gaten wil houden.

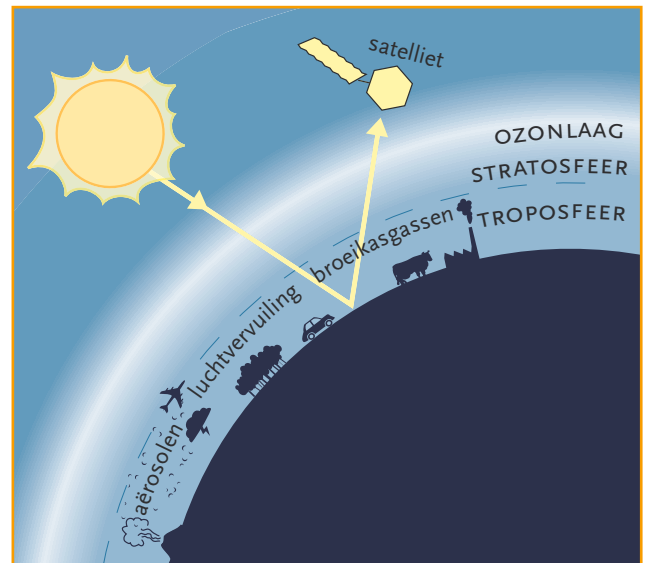
De verandering van het klimaat is voor het waterrijke Nederland van cruciaal belang. In recente jaren zijn zowel overstromingen als extreme droogte voorgekomen. De verwachting is dat Nederland niet alleen warmer maar ook natter wordt en de zeespiegel in de toekomst verder blijft stijgen.

Het maken van een ultraviolette stralings- (zonkracht) en smogverwachting is van groot belang voor de volksgezondheid. Daarnaast is het volgen van regionale en intercontinentale verplaatsingen van luchtvervuiling een belangrijk politiek aandachtspunt.

De metingen van OMI leveren een belangrijke bijdrage aan de beantwoording van de volgende wetenschappelijke vragen die van belang zijn voor het leven op aarde:

- Zal de ozonlaag zich gaan herstellen?
- Wat zijn de bronnen van luchtvervuiling en hoe verplaatst de vervuiling zich?
- Welke rol spelen ozon en aerosolen (kleine deeltjes zoals stof en roet) in klimaatverandering?

De antwoorden op deze vragen resulteren in een grotere kennis en begrip van het klimaat- en het milieusysteem, een belangrijke stap voorwaarts in de bescherming van het leefmilieu op aarde.



De atmosfeer – In de troposfeer vinden vrijwel alle menselijke activiteiten plaats. De troposfeer is aan de polen ongeveer 10 km dik en in de tropen ongeveer 18 km. De laag direct erboven noemt men de stratosfeer. Deze laag strekt zich uit tot ongeveer 50 km hoogte. De beschermende ozonlaag bevindt zich hierin.

OMI meet het zonlicht dat in de atmosfeer of via het aardoppervlak wordt weerkaatst. Daaruit wordt de hoeveelheid ozon, stikstofdioxide en andere gassen in de atmosfeer berekend en wordt informatie over aerosolen en wolken verkregen.

Waarom een nieuw satellietinstrument voor ozon?

OMI doet dagelijks wereldwijd metingen aan de samenstelling van de atmosfeer. OMI is gericht op het observeren van de ozonlaag, luchtvervuiling, en gassen die een rol spelen bij klimaatveranderingen en meet ozon, stikstofdioxide, aerosolen, wolken en andere sporengassen.

Het unieke aan OMI is dat het in staat is om de volledige atmosfeer in één dag in kaart te brengen met uitzonderlijk veel detail: een onderscheidend vermogen van 20 km x 20 km, of anders gezegd, met een overzicht van de aarde op de schaal van een grote stad als Rotterdam. Dit is tot nu toe door geen enkel satellietinstrument voor ozon gedaan. Hierdoor kan OMI “tussen de wolken door” kijken en dringt daarmee door tot de onderste laag van de atmosfeer, de troposfeer. De luchtkwaliteit wordt met OMI daardoor dagelijks wereldwijd veel beter waargenomen dan voorheen.

Lange meetreeksen van ozon en andere gassen zijn voor het doen van klimaatonderzoek erg belangrijk. OMI zet de bestaande reeksen voort met nog gedetailleerder metingen.

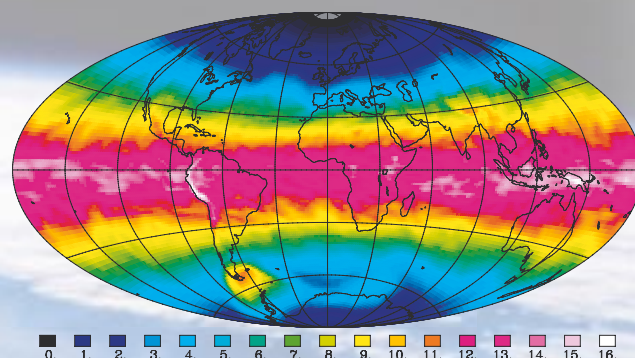
Praktische toepassingen

De hoeveelheid UV-straling die het aardoppervlak bereikt hangt vooral af van de dikte van de ozonlaag, de aanwezigheid van wolken, de hoeveelheid aerosolen (kleine deeltjes zoals stof en roet) en de stand van de zon. Meer UV-straling betekent een groter risico op verbranding van de huid en ook een grotere kans op smogvorming in gebieden met veel vervuiling.

Op basis van OMI-metingen en computermodellen worden UV-verwachtingen (zonkracht) gemaakt voor een week vooruit. Zo kan tijdig worden gewaarschuwd voor dagen met een verhoogd verbrandingsrisico en een gevaarlijk hoog smoggehalte.

Uit OMI-metingen van de verplaatsing van ozon kan informatie worden afgeleid over de sterkte en richting van de wind. Deze informatie is vooral belangrijk op plekken waar geen metingen vanaf de grond gedaan worden, zoals bijvoorbeeld boven oceanen. Deze gegevens worden door het KNMI aan Europese en Amerikaanse meteorologische instituten gestuurd. Met deze extra metingen kan de middenlange termijn weersverwachting worden verbeterd.

Door zwaveldioxide (SO_2) en aerosolmetingen van OMI kunnen wekenlang de door vulkanen uitgestoten aswolken worden gevolgd. Deze gegevens kan men gebruiken voor het aanpassen van vliegtuigroutes na een vulkaanuitbarsting.



Zonkracht – Ozon arme lucht uit het ozongat zorgde op 12 oktober 2000 voor een veel hogere zonkracht in het zuiden van Argentinië dan gebruikelijk voor deze omgeving. Gebaseerd op ozonmetingen door het Global Ozone Monitoring Experiment (GOME) van de Europese ruimtevaartorganisatie ESA. Index: Blauw betekent een lage en roze een hoge zonkracht.
© KNMI/ESA

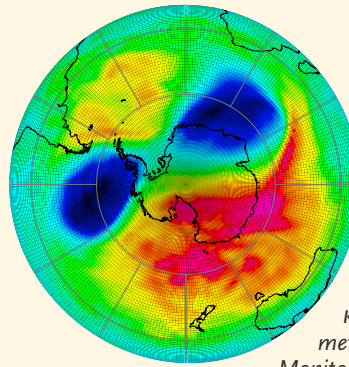


Aërosolen – De Etna vulkaan op Sicilië spuwt grote hoeveelheden as en stof de lucht in. Opname gemaakt op 28 oktober 2002 door MODIS op NASA's EOS Aqua satelliet.

© Jacques Descloitres, MODIS Rapid Response Team, NASA GSFC

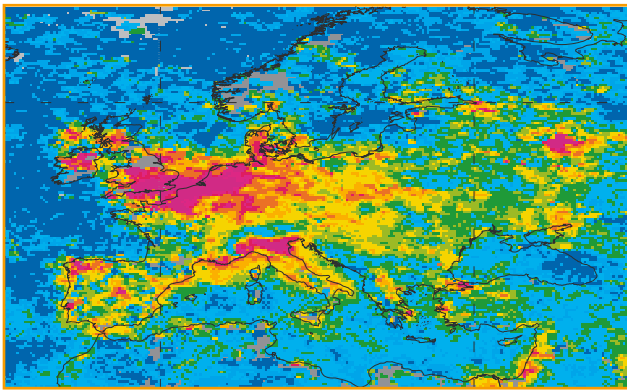
Observeren herstel ozonlaag

De ozonlaag in de stratosfeer beschermt ons tegen schadelijke ultraviolette straling. Zonder de ozonlaag zou het leven op aarde onmogelijk zijn. Ten gevolge van schadelijke, door mensen geproduceerde, stoffen (de zogeheten CFK's) is de ozonlaag dunner geworden. Het duidelijkst is dat zichtbaar in het zogenoemde ozongat boven Antarctica. Als gevolg van maatregelen die wereldwijd zijn genomen om deze schadelijke stoffen niet meer te produceren, wordt verwacht dat de ozonlaag zich gaat herstellen. OMI meet of en in welke mate dit ook werkelijk gebeurt. Er zijn namelijk aanwijzingen dat klimaatveranderingen het herstel van de ozonlaag juist weer vertragen. De metingen van OMI vallen dus in een spannend tijdperk.



De ozonlaag – De ongebruikelijke splitsing van het ozongat in september 2002 door een ongewoon windpatroon boven Antarctica was al een week van tevoren nauwkeurig voorspeld door het KNMI aan de hand van ozonmetingen door het Global Ozone Monitoring Experiment (GOME) van de Europese ruimtevaartorganisatie ESA en modelberekeningen. Het ozongat is meestal rond tot ellipsvormig. Het ontstaat begin september als de zon weer opkomt in Antarctica en verdwijnt gewoonlijk in de loop van december. Index: Blauw betekent weinig en rood veel ozon.

© KNMI/ESA



Luchtkwaliteit – Luchtvervuiling door stikstofdioxide boven Europa, gemiddeld over januari tot en met mei 2003, zoals gemeten door het Sciamachy satellietinstrument. Regionale luchtvervuiling bedekt grote delen van Europa, waaronder Nederland. Ook de metropolen Moskou en Istanbul zijn duidelijk zichtbaar.

Index: Blauw betekent weinig en rood veel stikstofdioxide

© KNMI/IASB/ESA

Luchtkwaliteit

Ozon in de stratosfeer heeft een beschermende werking; in de troposfeer is het juist schadelijk voor onze gezondheid. Ozon in de troposfeer ontstaat, onder invloed van zonlicht, uit stikstofoxides en koolwaterstoffen. Deze worden uitgestoten door het verkeer en industriële centra of komen vrij bij verbranding van biomassa (bossen, graslanden en landbouwgronden). Ook aerosolen (kleine deeltjes zoals stof en roet) en natuurlijke processen zoals bliksem en vulkaanuitbarstingen veroorzaken luchtvervuiling. De hele mix van vervuilende gassen en aerosolen wordt ook wel “smog” genoemd.

Door het hoge onderscheidend vermogen is OMI als eerste satellietinstrument in staat om wereldwijd en dagelijks de luchtvervuiling in kaart te brengen op regionale schaal. Ook grootschalig transport van luchtvervuiling, zoals van de VS naar Europa en van China naar de VS, wordt zo in kaart gebracht.

Klimaatverandering

Ozon is ook een broeikasgas. Het verhoogt de temperatuur op aarde. Vooral ozon in de troposfeer speelt hierin een belangrijke rol. Aerosolen in de troposfeer hebben een heel complexe rol: afhankelijk van het soort aerosol en de hoogte waarop ze zich bevinden verhogen of verlagen ze de temperatuur. Er zijn tot nu toe nog veel te weinig metingen van ozon en aerosolen in de troposfeer om hun klimateffecten goed te kunnen onderzoeken.

Een centraal vraagstuk in het huidige klimaatonderzoek is de vraag hoe veranderingen in de samenstelling van de atmosfeer het klimaat beïnvloeden, en vice versa. Er zijn sterke aanwijzingen dat het broeikaseffect het herstel van de ozonlaag vertraagt.



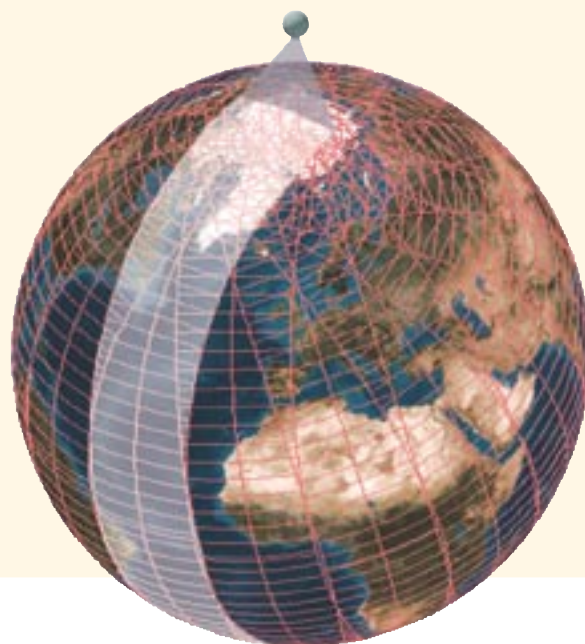
© R. Noordhoek

Het instrument

OMI is de eerste van een nieuwe generatie satelliet-instrumenten voor ozon door het gebruik van een tweedimensionale detector, een zogenaamde CCD (zoals in een digitale camera). Door het geraffineerde optische ontwerp van TNO TPD is OMI een mooi klein en licht satellietinstrument van maar een paar schoenendozen groot.

Het OMI instrument zet de unieke, ruim 30 jaar lange ozonmeetreeks van de Amerikaanse instrumenten TOMS (Total Ozone Monitoring Spectrometer) en SBUV (Solar Backscatter Ultraviolet Instrument) voort. OMI is onderdeel van NASA's klimaat- en milieusatelliet EOS Aura. TOMS meet in zes golflengten. OMI meet daarentegen ruim 1100 golflengten in het ultraviolette en zichtbare licht (een spectrum) en observeert daardoor veel meer stoffen.

OMI is niet het eerste ozoninstrument in de ruimte dat bij zoveel golflengten meet. Europese voorgangers zijn GOME op de ERS-2 satelliet en Sciamachy op de Envisat satelliet. Ook in deze projecten speelt Nederland een belangrijke rol. Deze instrumenten gebruiken geen CCD, waardoor hun onderscheidend vermogen veel lager en hun wereldwijde bedekkingsgraad veel kleiner is dan die van OMI. Met deze instrumenten is wel een schat aan ervaring opgedaan, die nuttig was bij de ontwikkeling van OMI.



De metingen – De dagelijkse wereldwijde bedekking door OMI geprojecteerd op de aarde. Bij elke omloop meet OMI een strook met een breedte van 2600 km, waardoor elke plek op aarde minstens één maal per dag gezien wordt. Bij de polen is er een grote overlap tussen opeenvolgende stroken en wordt dezelfde plek op aarde meerdere malen bekeken. De strook van 2600 km is onderverdeeld in tientallen meetgebieden met een onderscheidend vermogen vanaf 20 km × 20 km. Elke baan duurt ongeveer 100 minuten, na 14 banen (één dag) heeft OMI de hele aarde bekeken.

Technische gegevens OMI

Golflengte meetbereik	Zichtbaar licht
	VIS kanaal: 350 – 500 nm*
	Ultraviolet licht
	UV-1 kanaal: 270 – 314 nm*
	UV-2 kanaal: 306 – 380 nm*
Spectrale resolutie	0,4 à 0,65 nm*
Kijkhoek	114 graden (2600 km op de grond)
Grond pixel	13 × 24 km ² in het UV-2 en VIS kanaal 13 × 48 km ² in het UV-1 kanaal
Detector	2 CCD's: elk 780 × 576 pixels**
Massa	65 kilogram
Meettijd	Bij daglicht elke 2 seconde een meting
Energie verbruik	66 Watt
Hoeveelheid gegevens	0,8 Mb per seconde
Afmetingen	50 × 40 × 35 cm
Mondiale bedekking	Dagelijks

* 1 nm = 1 nanometer = één miljoenste millimeter

** golflengte × onderscheidend vermogen



Het instrument – Het OMI instrument, vlak voor de verscheping naar de VS. Het linker kastje bevat de telescoop en de CCD's; het rechter kastje bevat de belangrijkste elektronica. Links vooraan is de spleet van 114 graden breed zichtbaar waardoor licht op de telescoop valt, hier afgedekt met een rode beschermplaat.

OMI partners

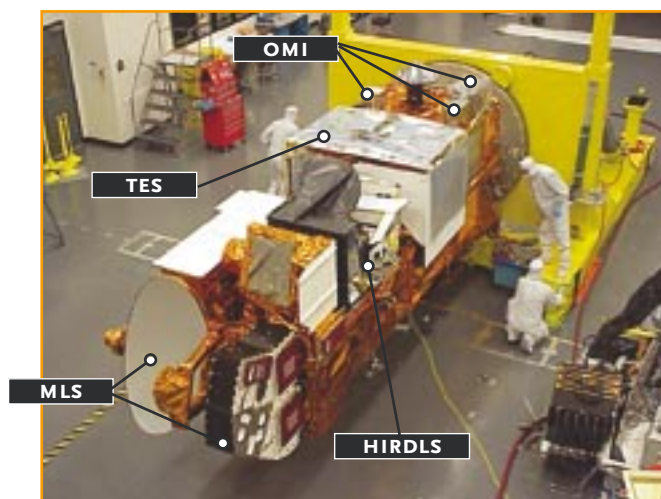
Het OMI instrument is, in opdracht van het Nederlands Instituut voor Vliegtuigontwikkeling en Ruimtevaart (NIVR), gebouwd door Dutch Space en TNO TPD in samenwerking met de Finse industrie, Patria New Technologies Ltd. en VTT. Het OMI-project wordt gefinancierd door de ministeries van EZ, V&W, OC&W en de Finse overheid. Het KNMI heeft de wetenschappelijke leiding van het OMI-project. Het KNMI adviseert het NIVR over de wetenschappelijke eisen waaraan het instrument moet voldoen, bewaakt de kwaliteit van de metingen, bedient het instrument en leidt het onderzoek dat met OMI plaatsvindt.

Het KNMI werkt nauw samen met onderzoekers bij NASA's Goddard Space Flight Center en het Finse Meteorologisch Instituut. Daarnaast zijn ook de Stichting Ruimtevaart Onderzoek Nederland (SRON) en de software bedrijven TriOpsys en SSF betrokken bij het OMI project.

EOS Aura is de derde in de serie van belangrijke milieu-satellieten die het hele systeem van land, oceaan en atmosfeerprocessen bestuderen en is onderdeel van NASA's Earth Science Enterprise.

Technische gegevens EOS Aura

Afmeting	Bij lancering: 2,70 m × 2,28 m × 6,91 m In de ruimte: 4,70 m × 17,37 m × 6,91 m
Massa	Totaal: 2967 kg, waarvan 1200 kg aan instrumenten
Elektrisch vermogen	4600 Watt
Baan hoogte	705 km



De satelliet – EOS Aura tijdens de opbouw. OMI is één van vier instrumenten op de NASA satelliet EOS Aura. De vier instrumenten kijken elk op hun eigen manier naar de atmosfeer en leveren gezamenlijk een schat aan informatie. De andere instrumenten zijn de Microwave Limb Sounder (MLS), de High Resolution Dynamics Limb Sounder (HIRDLS) en de Tropospheric Emission Spectrometer (TES).



KNMI
Klimaatonderzoek & Seismologie
Postbus 201, 3730 AE, De Bilt
Telefoon 030 220 69 11
Email prv@knmi.nl

Internet <http://www.knmi.nl/omi/>
<http://www.knmi.nl/voori/weer/zonkracht.html>
<http://eos-aura.gsfc.nasa.gov/>



Omslag foto: bosbranden in Portugal – Een grote rookpluim, afkomstig van grote bosbranden in zuid-west Portugal, hangt boven de Atlantische Oceaan. Deze opname is gemaakt op 13 september 2003 door de Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) op de EOS Aqua satelliet. De brandhaarden zijn versterkt weergegeven in geel. OMI levert vergelijkbare informatie. De gele zweem onderaan de foto is Sahara zand dat door een zandstorm over de oceaan wordt geblazen.

© Jeff Schmaltz, MODIS Rapid Response Team, NASA GSFC