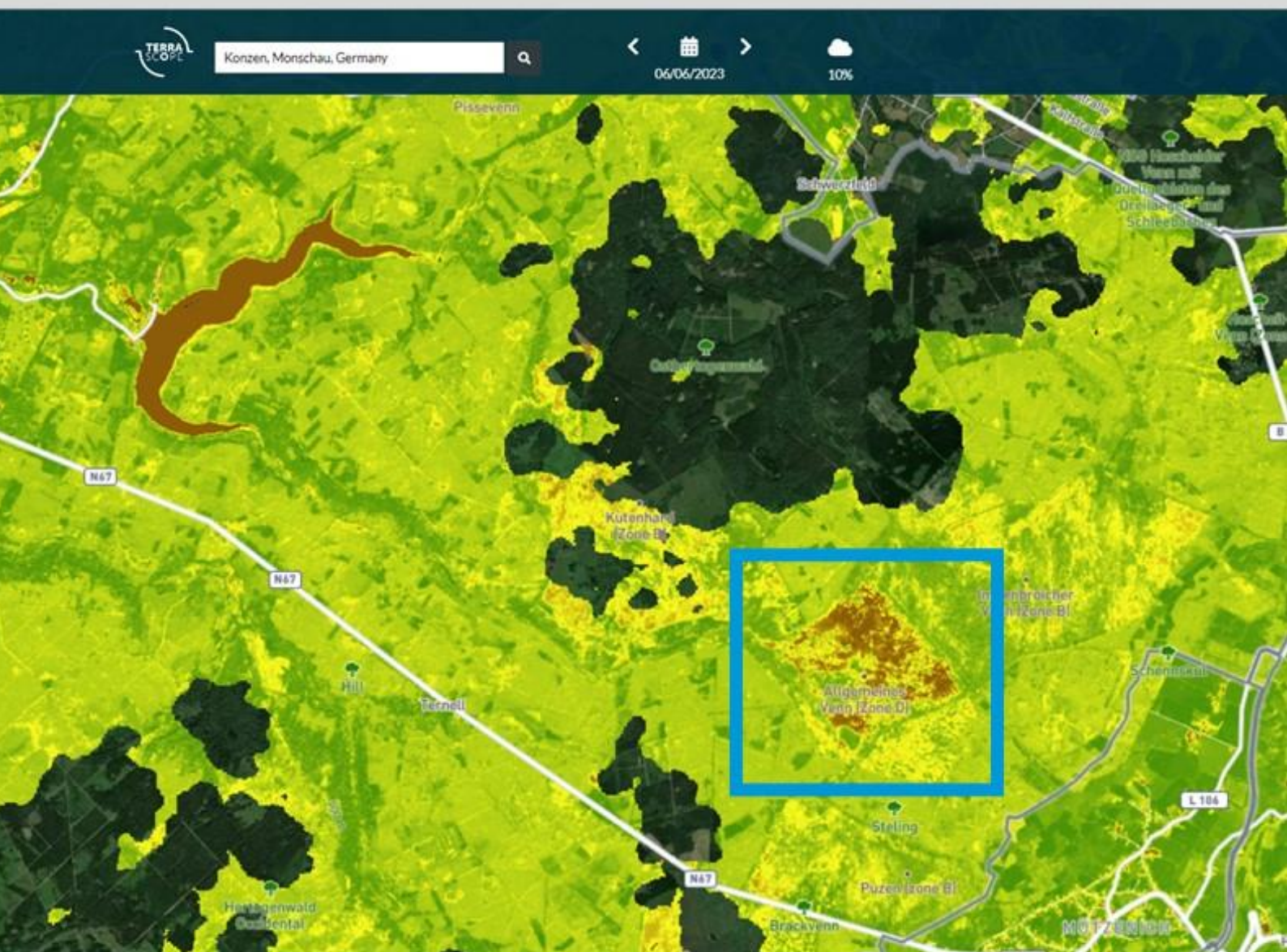


# Climate detectives

## Onderzoeksproject natuurbranden

Lerarengids



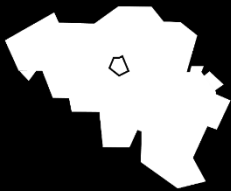
- Inspiratie om deel te nemen aan 'Climate Detectives' ●●●●●●
- Klimaatverandering en bosbranden, oorzaken en gevolgen ●●●
- Hoe onderzoek je bosbranden in je schoolomgeving? ●●●●●
- Voorbeeldonderzoek: natuurbranden Hoge Venen 2023 ●●

## OVER ESERO BELGIUM

ESERO is een scholenprogramma van de Europese Ruimtevaartorganisatie ESA. Het doel van dit programma is leraren van basisonderwijs en middelbaar onderwijs helpen om het populaire thema ruimtevaart in de klas te brengen, binnen hun lesopdracht. Dit doen we op drie manieren: **lesmateriaal** (online), **lerarenvormingen**, en **STEM projecten voor scholen**. Het aanbod is volledig gratis voor leraren in beroep en leraren in opleiding, en is afgestemd op de eindtermen in het onderwijs. Hedendaagse en inspirerende ruimtevaartmissies vormen de context diverse schoolvakken.

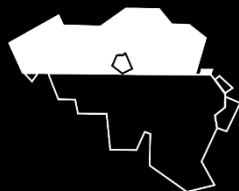
## WWW.ESERO.BE

Nationale coördinator



**KU LEUVEN**

Vlaamse coördinator



 **UGENT**  
VOLKSSTERRENWACHT  
ARMAND PIEN

Frans- en Duitstalige coördinator



**ULB**  
La Sclentoôthèque

ESA Education beheert en coördineert alle ESERO's in Europa. Elke ESERO bestaat dankzij een cofinanciering van ESA en nationale partners. Het federaal wetenschapsbeleid (BELSPO) is de cofinancierende partner voor ESERO Belgium.



# Climate detectives: onderzoeksproject natuurbranden

## *Handleiding voor leraren*

### Kenmerken

**Doelgroep** Secundair onderwijs, alle graden.

**Type** Mini-onderzoek om te gebruiken bij deelname aan schoolproject Climate Detectives – als inspiratie of om uit te voeren zoals hier uitgewerkt, maar dan in je eigen omgeving.

**Hoeveel lestijden?** Tussen 5 en 15 lestijden (afhankelijk van hoeveel je gaat verdiepen)

**Benodigdheden**

- Een gewoon klaslokaal
- Computers, internet

**Wat de leerlingen gaan leren**

- Klimaatprobleem in België begrijpen en identificeren.
- Leren een wetenschappelijk onderzoek uitwerken.
- Betrouwbare bronnen verzamelen.
- Waarnemingsdata van satellieten verzamelen, ordenen, analyseren en concluderen.
- (Lokale) gronddata verzamelen, ordenen, analyseren en concluderen.
- In teamverband werken: plannen, taakverdeling, communicatievaardigheden, ...
- Mediacommunicatie
- Oplossingsgericht denken: haalbaarheid

**Samenvatting** Elk schooljaar kan je klas als een detective een lokaal klimaatprobleem onderzoeken met feedback van een professionele wetenschapper, door mee te doen aan het project Climate Detectives. Om de leerkrachten te helpen bieden we vanaf september 2022 kant-en-klaar onderzoekjes aan, dat je min of meer kan nadoen in je eigen regio. Deze worden door ESERO Belgium ontwikkeld in samenwerking met het wetenschappelijk instituut VITO. Deze tweede casus behandelt natuurbranden in België aan de hand van zeer concrete gevallen uit het recente verleden. We maken gebruik van satellietgegevens en -beelden, en geven suggesties om het onderzoek aan te vullen met grondgebonden metingen.

# Colofon

**Eerste uitgave** Maart 2024

**Tweede uitgave** /

**Derde uitgave** /

**Gebruik** Deze cursus mag gratis gebruikt worden voor educatieve doeleinden. Als je onderdelen eruit kopieert, dan moet dit gebeuren met een verwijzing naar het origineel. De recentste versie van de cursus kan je downloaden op [www.esero.be](http://www.esero.be)

## AUTEURS

**ESERO Belgium** Cursusinhoud, lay-out, lerarenvorming, ondersteuning Belgische scholen.  
Medewerkers: Pieter Mestdagh, Leonie De Clercq, Fien Jonckheere.

**VITO** De Terrascope viewer en de concrete casussen die zich hierop baseren worden aangeleverd door het wetenschappelijke instituut VITO (aardobservatie).  
Medewerkers: Jorgen Everaerts, Evelyn Stynen.

**ESA Education** ESA biedt het Climate Detectives project aan in heel Europa, via de nationale ESERO's. Veel ondersteunend lesmateriaal wordt gemaakt bij ESA Education en aangeboden op de internationale projectwebsite. Dit lesmateriaal is gebaseerd op een selectie van werk uit alle ESERO-landen.

## Uw mening is belangrijk

ESERO Belgium werkt altijd aan een betere kwaliteit. Gebruikers van onze cursussen worden aangemoedigd om feedback te geven via de contact gegevens op [www.esero.be](http://www.esero.be). Wanneer uw reactie bijdraagt aan een belangrijke verbetering van de cursus, dan wordt uw naam opgenomen in de auteurslijst (colofon) in de nieuwe online editie. Op die manier helpen gebruikers de andere, toekomstige gebruikers om beter lesmateriaal te krijgen.

# Inhoud

|                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------|----|
| Kenmerken .....                                              | 3  |
| Colofon .....                                                | 4  |
| Project Climate Detectives .....                             | 6  |
| ❶ Drie projectfasen .....                                    | 6  |
| ❷ Goed om weten .....                                        | 7  |
| ❸ Doel van deze cursus .....                                 | 8  |
| CASUS : Natuurbranden in België .....                        | 9  |
| ❶ FASE 1a – Inleidende lessen .....                          | 9  |
| Enkele belangrijke sleutelwoorden, termen en concepten ..... | 9  |
| Klimaatverandering uitgelegd .....                           | 14 |
| Klimaatverandering: tips voor inleidende lessen .....        | 16 |
| De PPM klok.....                                             | 20 |
| Achtergrondinformatie natuurbranden .....                    | 24 |
| ❷ FASE 1b – Identificeer je onderzoek.....                   | 28 |
| Het thema: Bekijk volgende informatieve filmpjes .....       | 28 |
| Identificeer de onderzoeksvraag.....                         | 30 |
| Identificeer de onderzoeksgegevens .....                     | 31 |
| Het onderzoeksplan indienen .....                            | 45 |
| ❸ FASE 2 – Onderzoek het klimaatprobleem .....               | 47 |
| Gegevens verzamelen.....                                     | 47 |
| Analyse en conclusie : Conclusie .....                       | 69 |
| ❹ FASE 3 – Maak het verschil.....                            | 69 |

# Project Climate Detectives



## CLIMATE DETECTIVES

*Wordt een detective in de mysteries van het klimaat, en maak het verschil!*

### Waarom?

Leerlingen worden gestimuleerd in hun ontwikkeling van verschillende STEM-gerelateerde vaardigheden, waaronder een wetenschappelijke werkwijze en de verzameling, visualisatie en analyse van data.

Deze data zijn bovendien 'real-world' data van een relevant en actueel domein: klimaat. Leerlingen vergroten hierdoor hun kennis en besef van de huidige klimaattoestand en worden voorbereid op de verschillende klimaatproblematieken van de 21ste eeuw. Het project illustreert waarom het monitoren van onze planeet vanuit de ruimte een must is in verband met onze hedendaagse uitdagingen. Deze monitoring is geen interpretatiewerk, maar een wetenschappelijk correcte kwantificatie van de feitelijke toestand.

## 1 Drie projectfasen

### FASE 1: Welk onderzoek ga je doen?

Eerst gaat je team een klimaatgebonden probleem proberen vinden in je eigen omgeving. Beschrijf het probleem. Wat is je onderzoeksvraag? Wat ga je bestuderen en welke beelden of data ga je gebruiken? De leraar dient het voorstel in. Een expert zal jullie feedback geven in januari.

## **FASE 2: Onderzoek en resultaten**

Vervolgens ga je satellietbeelden en/of grondmetingen gebruiken om de casus te onderzoeken als een detective. Op het einde van deze fase kan je terug over het onderzoek praten met een beroepswetenschapper. Formuleer een besluit op basis van je resultaten.

## **FASE 3: Maak het verschil**

Op basis van je resultaten wordt gevraagd om naar oplossingen te zoeken en/of je omgeving te helpen bewust maken van het onderzochte probleem. Uiteindelijk post je je verslag op het ESA Climate Detectives Platform, waar alle klimaatdetectives van Europa mekaars werk kunnen bekijken. Nadien krijg je weer feedback van een expert.

Deze cursus geeft suggesties voor elke fase. Je bent zelf helemaal vrij om de cursus te volgen of om je eigen variant ervan uit te voeren.

Bij elke fase hoort een uiterste datum. Deze data worden jaarlijks gecommuniceerd op onze website.

## **2 Goed om weten**

Hieronder geven we enige basiskenmerken mee van het project, maar voor uitgebreide en actuele informatie ga je best naar onze website [www.esero.be](http://www.esero.be) > projecten > Climate detectives.

### **Handleiding voor leraren**

De leraar die dit begeleidt, kan gebruik maken van een uitgebreide lerarengids, gemaakt door ESA voor alle landen en alle onderzoeksprojecten. De gids wordt jaarlijks geactualiseerd in de internationale versie (in het Engels). In de mate van het mogelijke proberen we elk jaar een vertaling te publiceren in het Nederlands en het Frans. Download de lerarengids via [www.esero.be](http://www.esero.be) > projecten > Climate detectives.

### **Begeleidend lesmateriaal**

ESA publiceert talrijke lespakketten (lager en secundair onderwijs) die de milieu- en klimaatonderwerpen en aardobservatie behandelen in je klas. Deze lesactiviteiten geven de leerlingen meer inzicht in de terminologie en de principes van klimaatverandering alvorens aan hun onderzoek te beginnen. Het lesmateriaal is van hoge wetenschappelijke en didactische kwaliteit, en bevat quasi altijd activerende lesvormen en concrete voorbeelden voor onderzoekend leren.

### **Praat met beroepswetenschappers over je onderzoek**

De leerlingenteams krijgen de mogelijkheid om met wetenschappers te praten die bezig zijn met het klimaat of met aardobservatie vanuit de ruimte. Ze krijgen ook feedback op

hun werk van deze wetenschappers. Ze kunnen online in gesprek gaan, wat kan zorgen voor heel wat goede raad en inspiratie.

Het is de taak van ESERO Belgium om voor elk deelnemend team een wetenschapper te engageren voor deze opdracht. Het Belgisch netwerk van ESERO is uitgebreid, en we doen er alles aan om bij elk onderzoekje een helpende wetenschapper te vinden.

### **Wie kan deelnemen en hoe?**

- Open voor alle Belgische scholen, leerlingen tussen 8 en 19 jaar.
- Elk team moet begeleid worden door een leraar en moet minstens 2 leerlingen bevatten. Je kan ook met heel de klas meedoen.
- Voor Belgische deelnemers is er een nationale Climate Detectives coördinator en helpdesk, namelijk ESERO Belgium
- Je kan je inschrijven of je vrijblijvend aanmelden als geïnteresseerde leerkracht of geïnteresseerd team via [www.esero.be](http://www.esero.be).

### **Ondersteuning leraren**

- We bieden detail-informatie aan via onze website, houden je op de hoogte van alle projectnieuws, en ondersteunen de begeleidende leraar waar nodig. Aarzel niet, en kom met elke vraag bij ons. Als we zelf niet meteen het antwoord weten, gaan we voor jou op zoek in ons netwerk, en bezorgen je alsnog zo snel mogelijk een goed antwoord.
- Vragen die we binnenkrijgen van leraren en die relevant kunnen zijn voor anderen, worden op onze website gepubliceerd, samen met ons antwoord.
- Samen met VITO bieden we deze uitgewerkte projectjes voor leraren aan om deelname eenvoudiger te maken.
- Bekijk ook onze agenda, want er zijn soms nascholingen over dit project, gratis voor leraren in beroep en leraren in opleiding. Heb je een nascholing gemist? Je kan er zelf één aanvragen bij jouw scholengroep of instituut of vakvereniging indien je een groep van 10 deelnemers kan bijeen brengen. Neem contact op met ESERO Belgium.

## **3 Doel van deze cursus**

Deze gids is gemaakt om de deelname aan het project gemakkelijker te maken voor leerkrachten. In plaats van volledig zelf een lokaal klimaatprobleem te identificeren, een onderzoeksvraag en onderzoeksplan te formuleren en de gegevens te analyseren, presenteren we hier een kant-en-klaar project dat op de eigen lokale schoolomgeving toegepast kan worden.

Deze casus focust op de natuurbranden als gevolg van klimaatverandering en maakt hierbij gebruik van satellietbeelden genomen door ESA's Sentinel satellieten.

## CASUS :

# Natuurbranden in België

Veel voorkomende klimaat gerelateerde problemen in Vlaanderen hebben te maken met te veel of te weinig water op een bepaalde plaats en een bepaalde tijdsperiode. Daarbij komt ook nog eens de aanhoudende hitte. Droogte en hitte zijn twee factoren die de natuur gevoeliger maken voor brand al dan niet veroorzaakt door natuurlijke stichters.

Recente natuurbranden in de Hoge Venen (Ardennen, Luik) vormen de basis van dit voorbeeld-onderzoek. We starten met een meer algemene inleiding en context over klimaatproblematiek (meer bepaald neerslagpatronen en temperatuurextremen), en werken vervolgens de concrete casus uit.

## ① FASE 1a – Inleidende lessen

### Betrek de leerlingen

Hoewel het geen absolute noodzaak is, raden wij aan om de leerlingen een zekere basis mee te geven over het thema 'klimaat' alvorens je dit project in de klas brengt. Dit verhoogt de intrinsieke motivatie bij de leerlingen en dus ook de betrokkenheid voor dit project, en de finale impact van de oefening.

Je kan dit project zien als een losstaand project of als een aanvulling van de vaste lessen op je school. Tot slot kan je op onze site ook nog enkele activerende introductielessen vinden. Je kan deze lessen gebruiken ter inleiding van dit project of als aanvulling van de vaste lessen op school.

### Enkele belangrijke sleutelwoorden, termen en concepten

Om dit project zo goed mogelijk uit te werken, moeten de leerlingen volgende begrippen leren kennen.

#### Klimaat:<sup>1</sup>

Het klimaat is de gemiddelde toestand van het weer berekend over een langere periode voor een bepaalde regio. Het klimaat wordt bepaald door middel van diverse weerkundige parameters zoals de temperatuur, de neerslaghoeveelheid, de luchtvochtigheid, etc.

Bepalend voor het klimaatype is onder andere de hoogte van de regio, de breedtegraad, en de nabijheid van zeeën of bergketens. België kent een gematigd klimaat, deels te

---

<sup>1</sup> Bron: KMI Weerwoorden : <https://www.meteo.be/nl/info/weerwoorden>

danken aan de onmiddellijke nabijheid van de Noordzee en de Atlantische Oceaan en de werking van de warme golfstroom.

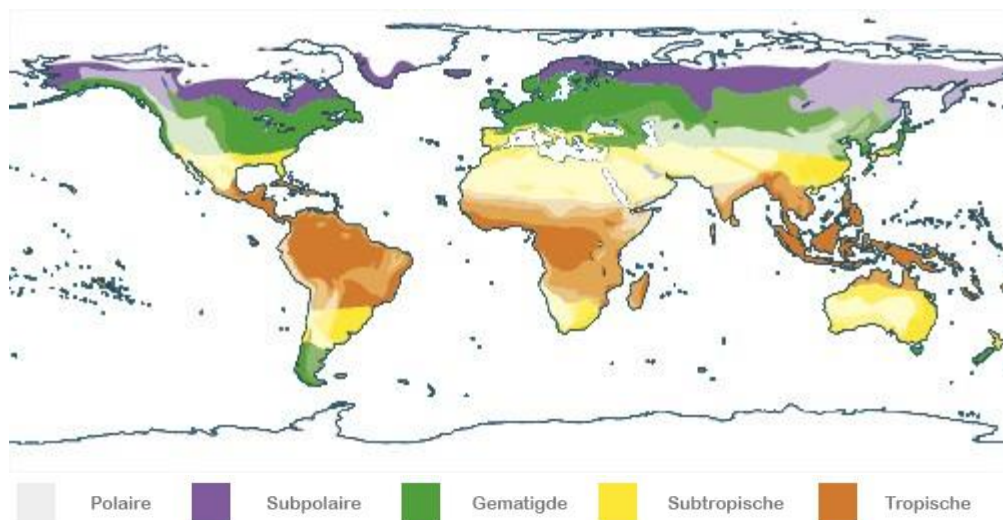
### Klimaattypes<sup>2</sup>:

Op de wereldkaart kunnen verschillende klimaattypes onderscheiden worden, gaande van erg warm (de subtropische klimaten) tot erg koud (poolklimaten).

Tussen deze twee extremen bestaan er tal van tussensituaties, die in de eerste plaats beïnvloed worden door de breedteligging (en dus door de hellingsgraad ten opzichte van de zon), maar ook door tal van factoren, zoals het reliëf, de aanwezigheid van de zee of van bergketens, de atmosferische circulatie, enz.

Enkele voorbeelden van steden of gebieden per klimaat:

- Droog subtropisch klimaat: Death Valley in Californië
- Vochtig subtropisch klimaat: Tokyo, Hong Kong, Sidney
- Mediterraan klimaat (Middellandse-Zee klimaat): Barcelona, Rome, Athene
- Gematigd zeeklimaat: Brussel, Londen, Parijs
- Gematigd continentaal klimaat: New York, Montreal, Shanghai
- Subpolair klimaat: Tromsø (Noorwegen) of Moermask (Rusland)
- Polair klimaat: Groenland, Antarctica



### Klimaatverandering<sup>3</sup>:

Veranderingen in het klimaat ontstaan door wijzigingen in de energiebalans van de aarde. De inkomende straling van de zon is namelijk nodig voor het ontstaan en de ontwikkeling van klimaten. Storingen van deze energiebalans maken dat de aarde opwarmt of afkoelt door onder andere de werking van het zogenaamde broeikaseffect. De broeikasgassen aanwezig in de atmosfeer vormen dan een scherm, zoals het glazen dak van een broeikas of serre.

<sup>2</sup> Klimaat.be: Klimaat vs het weer : <https://klimaat.be/klimaatverandering/oorzaken/klimaat-versus-weer>

<sup>3</sup> KMI Weerwoorden: <https://www.meteo.be/nl/info/weerwoorden>

Voor de studie van de klimaatveranderingen hebben klimatologen nood aan betrouwbare weerkundige gegevens van een zeer lange periode. Voor gegevens uit het verleden maken ze vaak gebruik van ijsboringen in de dikke en op grote diepte zeer oude ijspakketten in Antarctica en van boringen van de oceaanbodem.

#### **Weer<sup>4</sup>:**

Het weer is de actuele toestand van de atmosfeer op een bepaalde plaats, op een bepaald ogenblik. Het weerbeeld wordt bepaald door een samenspel van weerselementen zoals luchtdruk, temperatuur, luchtvochtigheid, neerslag, bewolking,... Het toekomstige weer wordt voorspeld door meteorologen. Het begrip weer mag niet verward worden met het begrip klimaat (metingen over 30 jaar).

#### **Broeikaseffect<sup>5</sup>:**

Het broeikaseffect wijst op de uitwerking van het complexe atmosferische proces waarbij broeikasgassen als een scherm de door de aarde weerkaatste zonnestraling vasthouden. Dit effect zorgt voor warmere temperaturen op aarde doordat extra energie wordt vastgehouden. De klimaatopwarming wordt rechtstreeks in verband gebracht met de toename van sommige broeikasgassen in onze atmosfeer, waarvan koolstofdioxide de belangrijkste is.

#### **Broeikasgassen<sup>6</sup>:**

De verschillende broeikasgassen worden uitgestoten in verschillende concentraties en hebben een verschillend 'opwarmend vermogen' (Global Warming Potential of GWP), dat het effect van dit gas gedurende een periode van 100 jaar weergeeft. CO<sub>2</sub> wordt hier als referentie genomen en kreeg dan ook de referentiewaarde 1 mee. Om de uitstoot van de verschillende gassen in eenzelfde eenheid uit te kunnen drukken en hun gezamenlijk effect te berekenen, worden de uitgestoten hoeveelheden omgerekend naar CO<sub>2</sub>-equivalenten. Bv. methaan heeft een GWP van 25: de uitstoot van 1 kg methaan stemt dus overeen met 25 kg CO<sub>2</sub>-equivalenten.

##### Natuurlijke broeikasgassen

1. Waterdamp (H<sub>2</sub>O)
2. Koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>), GWP = 1
3. Methaan (CH<sub>4</sub>), GWP = 25
4. Lachgas of distikstofoxide (N<sub>2</sub>O), GWP = 298
5. Ozon (O<sub>3</sub>)

##### 'Industriële' broeikasgassen

6. Gefluoreerde koolwaterstoffen (CFK's, HCFC's, HFK's, PFK's)
7. Zwavelhexafluoride (SF<sub>6</sub>), GWP = 23.500
8. Stikstoftrifluoride (NF<sub>3</sub>), GWP = 12.200

<sup>4</sup> KMI Weerwoorden: <https://www.meteo.be/nl/info/weerwoorden>

<sup>5</sup> KMI Weerwoorden: <https://www.meteo.be/nl/info/weerwoorden>

<sup>6</sup> Klimaat.be: De verschillende broeikasgassen :  
<https://klimaat.be/klimaatverandering/oorzaken/broeikasgassen>

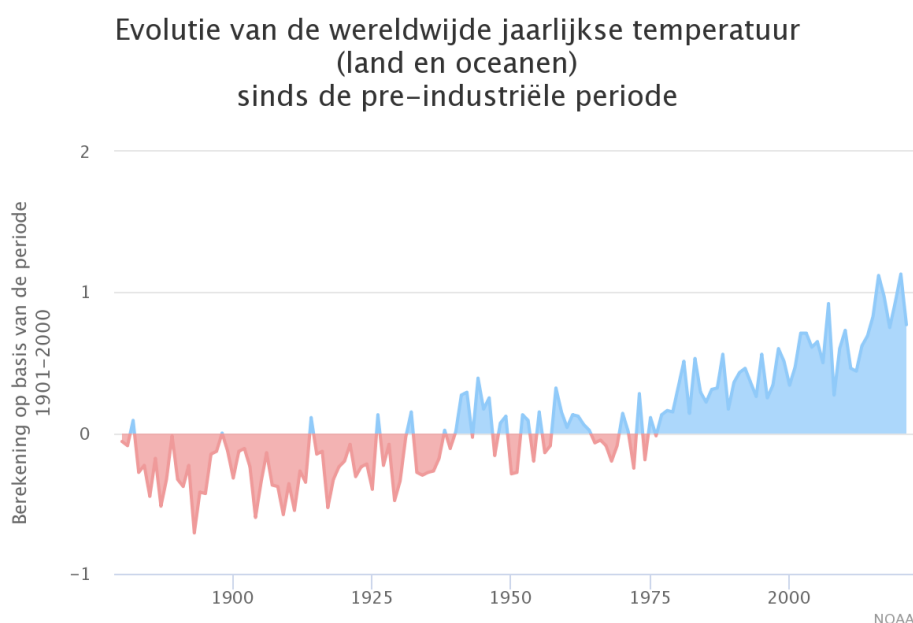
Voor waterdamp is geen GWP opgegeven, omdat emissie van waterdamp geneutraliseerd wordt door meer condensatie en neerslag. GWP gaat over het effect door uitstoot, dus niet alleen over het vermogen van de molecule om infraroodstraling te absorberen, maar ook over de duur van verblijf in de atmosfeer.

Voor ozon is de GWP ook moeilijk te bepalen, omdat dit gas niet erg stabiel is, zeker als je een periode van 100 jaar beschouwt. Soms worden GWP's echter bepaald voor kortere perioden.

### Opwarming van de Aarde<sup>7</sup>:

Sinds decennia berekent de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) de gemiddelde temperatuur aan de oppervlakte van de aarde op basis van gegevensbestanden van vijf verschillende internationale bronnen: NOAA, NASA GISS, Met Office/UEA, Copernicus Climate Change Service en Japan Meteorological Agency.

Een van de meest voor de hand liggende signalen van klimaatverandering is de stijging van de gemiddelde temperatuur op aarde in de afgelopen decennia. Door de gemiddelde temperatuur van het land, van de oceanen of van het land en de oceanen samen voor een maand of een periode van enkele maanden te vergelijken met de gemiddelde temperatuur voor dezelfde periode in de 20ste eeuw, is het mogelijk om te zien of het klimaat warmer of kouder is dan in het verleden:



De bevindingen van de WMO (de dato 2022) zijn op zijn zachtst gezegd verontrustend:

De zeven laatste jaren (2014-2021) waren de warmste jaren die ooit geregistreerd werden.

<sup>7</sup> Klimaat.be: De opwarming van de aarde: <https://klimaat.be/klimaatverandering/waargenomen-veranderingen/opwarming-van-de-aarde>

De gemiddelde temperatuur op het aardoppervlak ligt 1,11°C hoger ( $\pm 0,13$  °C) dan die tijdens het pre-industrieel tijdvak (periode 1850-1900).

Vier belangrijke indicatoren van klimaatverandering - de concentratie broeikasgassen, de stijging van de zeespiegel, de opwarming van de oceanen en de verzuring - hebben in 2021 nieuwe records gevestigd.

Extreem weer, dat de dagelijkse vertaling is van klimaatverandering, heeft al honderden miljarden dollars/euros aan economische schade veroorzaakt, een zware menselijke tol geëist en een grote impact gehad op de levenskwaliteit van heel veel mensen.

### **Bloom<sup>8</sup>**

grote vegetatiezones op aarde worden biomen genoemd. Hierin zijn het klimaat en de overheersende vegetatie per bioom gelijkaardig.

### **Brand<sup>9</sup>**

voor het ontstaan van een brand zijn er vier voorwaarden nodig: ontstekingsbron, hoge temperatuur, zuurstof en een brandstof.

### **Brandcultuur<sup>10</sup>**

kleinschalige brandjes stichten met overbodige grassen, struiken en onkruid om het as te gebruiken voor bemesting.

### **Fotosynthese<sup>11</sup>**

is een proces waarbij planten water en koolstofdioxide omzetten in zuurstof en suiker (glucose) onder invloed van licht.

### **Natuurbrand<sup>12</sup>**

een natuurbrand is een brand in een natuurgebied, bijvoorbeeld in een bos, duinen, heide of veengebied. Bosbranden zijn de gekendste vorm van een natuurbrand.

---

<sup>8</sup>

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Natuurbrand#:~:text=Natuurbranden%20kunnen%20op%20de%20lange,nieuwe%20planten%20en%20bomen%20opschieten.>

<sup>9</sup>

<https://nl.wikipedia.org/wiki/Natuurbrand#:~:text=Natuurbranden%20kunnen%20op%20de%20lange,nieuwe%20planten%20en%20bomen%20opschieten.>

<sup>10</sup> <https://express.adobe.com/page/w5vjHv6dIH8c8/>

<sup>11</sup> <https://www.mrchadd.nl/academy/vakken/biologie/wat-is-fotosynthese-en-waarom-is-dit-zo-belangrijk#:~:text=Fotosynthese%20is%20het%20proces%20waarbij,in%20bijvoorbeeld%20zetmeel%20of%20cellulose.>

<sup>12</sup> <https://nl.wikipedia.org/wiki/Natuurbrand>

**Serotinie<sup>13</sup>**

een ecologische aanpassing van bepaalde planten waarbij de zaden pas vrijkomen na reactie op een bepaalde stimulus uit de omgeving. Een gekend voorbeeld hierbij is vuur van natuurbranden dat zorgt dat de plant de zaden vrijgeeft na contact met het vuur en de hitte.

**Spatiale resolutie**

de afmetingen van het gebied van één pixel op de grond.

**Swath width<sup>14</sup>**

is de horizontale afstand op het aardoppervlak dat door de satelliet gescand wordt wanneer de sensor afbeeldingen maakt.

**Klimaatverandering uitgelegd<sup>15</sup>**

Het klimaat is altijd in beweging. Natuurlijke en menselijke invloeden zorgen voor verandering. Zo is de gemiddelde temperatuur van de aarde in de afgelopen 130 jaar met 1 graad gestegen. Ook is de zeespiegel in die tijd met 20 centimeter gestegen.

Het klimaat verandert door veel verschillende oorzaken, zoals:

- de activiteit van de zon;
- de toename van broeikasgassen in de lucht;
- vulkaanuitbarstingen;
- meteorietinslagen.

Sinds de industriële revolutie is de invloed van de mens op het klimaat snel groter geworden. Dit komt vooral door de uitstoot van broeikasgassen als koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>) en methaan (CH<sub>4</sub>) en bijkomende door veranderingen zoals grootschalige ontbossing. Broeikasgassen zorgen ervoor dat warmte meer wordt vastgehouden in de atmosfeer en daardoor stijgt de temperatuur op aarde. Zonder broeikasgassen zou de aarde ijskoud zijn, maar met teveel broeikasgassen wordt het juist te heet.

De toename van CO<sub>2</sub> komt vooral door de verbranding van aardolie, aardgas en steenkool. Dit is de menselijke bijdrage aan de lange termijn koolstofcyclus, waarbij fossiele koolstof terug vrijkomt. Daarnaast is er ook een menselijke bijdrage aan de korte termijn koolstofcyclus door verbranding van hout en bossen.

De toename van methaan komt vooral door landbouw (bijvoorbeeld koeien en rijstvelden), moerasgas in waterrijke gebieden en door weglekken van aardgas.

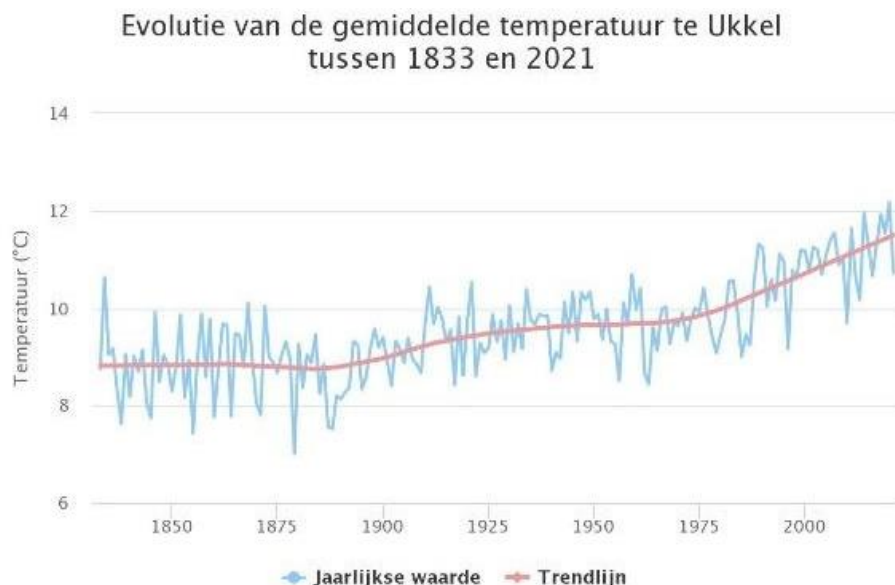
---

<sup>13</sup> <https://nl.wikipedia.org/wiki/Serotinie>

<sup>14</sup> <https://eo.belspo.be/nl/teledetectiebeelden>

<sup>15</sup> [www.klimaat.be](http://www.klimaat.be) & [www.rijksoverheid.nl](http://www.rijksoverheid.nl)

Als de uitstoot van broeikasgassen in hetzelfde tempo doorgaat, wordt het gemiddeld steeds warmer op aarde. Zo is de gemiddelde temperatuur van de aarde in de afgelopen 130 jaar met 1 graad gestegen. In België met zelfs 1,9 graden, zoals gemeten door het Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI). Sinds 1954 merken we hierbij ook een duidelijke versnelling: sinds dat jaar schommelt de opwarming tussen 0,27°C en 0,33°C per decennium, afhankelijk van de regio. Op de onderstaande afbeelding wordt deze trend ook grafisch duidelijk gemaakt (merk hierbij op dat de verticale as pas begint bij 6 graden om de zichtbaarheid te verhogen, wat een vertekend beeld kan geven).



De klimaatverandering heeft grote gevolgen voor mens, natuur en milieu. Zo begint het groei- en bloeiseizoen al vroeger. Leefgebieden van dieren en planten veranderen, bijvoorbeeld door hogere temperaturen. Daardoor sterven steeds meer dieren en plantensoorten uit of vertrekken zij uit hun leefgebied. Ook kan hun leefgebied door klimaatverandering juist groter worden. Het veranderende klimaat kan ook nadelig zijn voor onze gezondheid. Denk aan luchtwegproblemen door luchtvervuiling, of meer allergieën. Door veranderingen in temperatuur, vochtigheid en neerslag kunnen infectieziekten meer ruimte krijgen.

Ook krijgen we vaker last van extreem weer. Er komen meer stortregens, zwaardere stormen of juist lange drogere en hete perioden. België blijkt na Nederland het meest kwetsbare land in Europa te zijn voor een stijgend zeeniveau, omdat ons land veel laag gelegen zones heeft. In Vlaanderen ligt 15 % van het oppervlak nu al op minder dan 5 meter boven het gemiddelde zeeniveau, en de aanleg van hogere dijken is heel duur en ingewikkeld. Door het intensief grondgebruik hebben rivieren heel weinig ruimte voor de afvoer van water, waardoor er bij neerslagpieken grote overstromingsproblemen ontstaan. Zulke neerslagpieken zijn in frequentie aan het toenemen.

Ook leidt klimaatverandering plaatselijk tot een tekort aan drinkwater of voedsel. Daardoor ontvluchten steeds meer mensen hun regio of land. Dit heeft gevolgen voor de Belgische handel, die sterk afhankelijk is van de wereldeconomie. Omdat een veranderend klimaat zulke grote gevolgen heeft, is het van belang dat we ons beleid baseren op actuele wetenschappelijke inzichten.

## Klimaatverandering: tips voor inleidende lessen

### Mogelijke vragen voor klasgesprek

Wat is het grote verschil tussen weer en klimaat?  
Kan je mij enkele weerparameters geven?  
Kan je mij enkele klimaattypes geven?  
Kan je enkele oorzaken geven van die verschillende klimaattypes?  
Kan je het broeikaseffect uitleggen?  
Wat is de link tussen broeikaseffect en opwarming van de aarde?  
Wat bedoelt men met klimaatverandering?  
Wat zijn de oorzaken van klimaatverandering?

### Mind Map

Laat de leerlingen in groepjes zitten. Geef elke groep een A3-blad. Laat hen in het midden van dat blad 'Weer & Klimaat' noteren. Geef de leerlingen de nodige tijd om hun Mind Map aan te vullen. Ga rond en geef indien nodig de groepjes een duwtje in de rug. Tot slot kan je elke groep aan het woord laten en de verschillende mindmaps samenbrengen tot één grote mindmap op het bord. Vraag voldoende door wanneer de leerlingen de mindmaps overlopen zodat je zeker de nodige uitdieping van bovenstaande woordenlijst bekomt. Zorg zeker dat alle bovenstaande begrippen aan bod komen.

### Filmpjes

We adviseren onderstaande video's om de leerlingen hun voorkennis aan te vullen of hun interesse te wekken. Alle video's geven overzichtelijke samenvattingen van het klimaatprobleem, de rol van satellieten, en mooie illustrerende beelden.

#### ESA and climate change:

4 min 19 sec – Engels gesproken

Onderwerp: oorzaken en gevolgen van klimaatverandering, samenvatting.

Deelonderwerpen:

- Het zeewaterniveau stijgt, het weer verandert, de ijskappen smelten, ecosystemen op het land veranderen.
- Stijging van methaan en koolstofdioxide in de atmosfeer veroorzaakt door de mens.
- Het verschil tussen voorgaande periodes en huidige tijd (kort).
- Hoe ESA in staat is om de veranderingen in luchtsamenstelling in kaart te brengen.
- Het belang van satellietdata om de overheden te overtuigen dat er dringend actie nodig is.
- Korte uiteenzetting van wat er ons nog te wachten staat indien we niet onmiddellijk het klimaatprobleem aanpakken.

Videolink:

[https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2019/02/023/1902\\_023\\_AR\\_EN.mp4](https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2019/02/023/1902_023_AR_EN.mp4)

### Change in the Arctic:

3 min 26 sec – Engels gesproken

Onderwerp: De Aarde verliest steeds meer ijs: oorzaken, gevolgen, en opvolging met satellieten.

Deelonderwerpen:

- Data tonen aan dat de Noordpool in snel tempo zijn ijs verliest. Hierdoor wordt er minder zonnewarmte gereflecteerd waarbij de temperatuur van de aarde weer wat sneller gaat stijgen.
- Hoe meer de permafrost ontdooit, hoe meer de ondergrondse methaan en CO<sub>2</sub> vrijkomen. Extra broeikasgassen die voor het klimaat nefast zijn.
- Niet alleen de oppervlakte van het Noordpool-ijs maar ook de dikte van het ijs verandert zienderogen.
- Smeltend ijs veroorzaakt verandering in de samenstelling van het zeewater, een stijging van het zeeniveau en een verandering in de zeestromen met verregaande gevolgen.

Videolink:

[https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2021/09/065/2109\\_065\\_AR\\_EN.mp4](https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2021/09/065/2109_065_AR_EN.mp4)

### Accessing Earth's atmosphere:

5 min 27 sec – Engels gesproken

Onderwerp: de grote veranderingen die we als mensheid veroorzaken in de atmosfeer, en hoe ze opgevolgd worden. Aardobservatie maakt de onzichtbare realiteit zichtbaar.

Deelonderwerpen:

- Cijfers over de samenstelling van de lucht sinds het pre-industriële tijdperk. CO<sub>2</sub> concentratie is met 50% vermeerderd, methaan is gestegen met een 150%.
- In de geschiedenis van de aarde is dit nog nooit in zulk snel tempo voorgekomen.
- Met satellietdata worden deze veranderende concentraties aan broeikasgassen heel precies in kaart gebracht.
- Grote gevolgen voor de watercyclus en plantencyclus (kort).
- Satellieten kunnen de oorsprong van die broeikasgassen achterhalen. Wat is er afkomstig van de natuur zelf en wat komt er vrij aan broeikasgassen door de mens?
- Welke gebieden produceren het meeste broeikasgassen en hoe kunnen we die regeringen overtuigen of helpen deze emissies te verminderen?
- Link tussen de Covid-19-maatregelen en de uitstoot van broeikasgassen. Het toonde aan dat met een serieuze en globale inspanning we het klimaatprobleem zeker zinvol kunnen aanpakken.

Videolink:

[https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2022/01/018/2201\\_018\\_AR\\_EN.mp4](https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2022/01/018/2201_018_AR_EN.mp4)

### Oceans and climate:

3 min 33 sec – Engels gesproken

Onderwerp: De rol van oceanen voor klimaat en de opvolging hiervan via satellieten.

Deelonderwerpen:

- Oceanen reguleren de warmteverdeling op aarde. Thermohaliene circulatie.
- Oceanen nemen een groot deel van de atmosferische CO<sub>2</sub> op.

- De verstoring van de huidige oceanen door menselijke CO<sub>2</sub> uitstoot is erg gevaarlijk, en heeft zowel in de oceanen als op land drastische gevolgen.
- Toegenomen CO<sub>2</sub> in de zeeën verhoogd de zuurtegraad van het water. Bijgevolg komt het marien leven in gevaar.
- Het belang van satellietbeelden bewijsmateriaal en quantificatie van verzouting, verzuring, wijziging van warmtestromen.
- Verandering van zoutconcentratie en temperaturen leidt tot een verandering van de zeestromingen. Hierdoor veranderen de weersomstandigheden in heel wat grote gebieden.

Videolink:

[https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2022/05/080/2205\\_080\\_AR\\_EN.mp4](https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2022/05/080/2205_080_AR_EN.mp4)

#### Water cycle:

3 min 23 sec – Engels gesproken

Onderwerp: De watercyclus op Aarde met al haar verschillende onderdelen, en de studie ervan met satellieten.

Deelonderwerpen:

- Belang van water bij het verspreiden van warmte.
- De verdeling van zout en zoet water op Aarde.
- De opwarming van de aarde verstoort de ingewikkelde en delicate cyclus. Snellere wolkenvorming veroorzaakt bijvoorbeeld intense neerslag en stormen. Verstoringen veroorzaken veel lokale overstromingen en droogtes.
- Verstoorde patronen van grondwater en verdamping veroorzaken grote sterftes in ecosystemen.

Videolink:

[https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2022/05/079/2205\\_079\\_AR\\_EN.mp4](https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2022/05/079/2205_079_AR_EN.mp4)

#### Counting carbon:

3 min 40 sec – Engels gesproken

Onderwerp: De koolstofcyclus op Aarde, en hoe het bestudeerd wordt.

Deelonderwerpen

- Top-down versus bottom-up kartering van CO<sub>2</sub> uitstoot en CO<sub>2</sub> opname op Aarde.
- Sinds 2015 is er in Parijs vastgelegd dat de temperatuur van de aarde niet meer dan 1,5°C warmer mag worden dan de temperatuur in de pre-industriële revolutie om een apocalyptische chaos te voorkomen. Dit leg ons een limiet op. Namelijk: 'Hoeveel CO<sub>2</sub> kunnen we nog extra de atmosfeer in pompen?' Dit noemen we het 'koolstofbudget'.
- Nog 17% van dat budget is momenteel over. Deze trend moet dus dringend gekeerd worden.
- Satellieten hebben een belangrijke rol. Vanwaar komt de CO<sub>2</sub> uitstoot? Wat is de oorzaak van deze uitstoot? Welk deel van deze uitstoot wordt veroorzaakt door de mens? Hoeveel kunnen we nog gaan in deze uitstoot? Hebben we ons maximum bereikt? En hoeveel tijd hebben we nog om in te grijpen?

Videolink:

[https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2021/07/040/2107\\_040\\_AR\\_EN.mp4](https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2021/07/040/2107_040_AR_EN.mp4)

#### Mapping the world's forest:

4 min 59 sec – Engels gesproken

Onderwerp: Studie van wereldwijde vegetaties om de huidige situatie te begrijpen en om een haalbare toekomstvisie te ontwikkelen op basis van de vastgestelde veranderingen.

Deelonderwerpen:

- Wereldwijd lijden bossen onder klimaatverandering en ontbossing (overstromingen, droogtes en bosbranden).
- Het herstel duurt lang.
- Samen met de bossen verandert ook de rest van de planeet: temperaturen gaan stijgen, gassamenstelling van de atmosfeer verandert, ...
- Het probleem is dat de veranderingen aan die wouden en bossen heel traag gebeuren waardoor wij mensen niet stilstaan bij de impact. Satellieten kunnen die impact in kaart brengen en ons ervan bewust maken. De satellieten laten ons ook het geheel zien.
- Klimaat is een heel samenhangend systeem. Wanneer je één schakel eruit haalt, heeft dat gevolgen op het geheel. Satellieten kunnen elke schakel apart bekijken om dan de gehele werking in kaart te brengen.
- Er zijn nu al grote veranderingen aan het gebeuren in die landschappen. We moeten kunnen achterhalen wat die veranderingen zijn op vlak van vegetatie. Krijgen we nieuwe soorten of passen de oude soorten zich aan? Sterven de oude soorten? Hoe kunnen nieuwe duurzame ecosystemen eruit zien?

Videolink:

[https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2022/01/019/2201\\_019\\_AR\\_EN.mp4](https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2022/01/019/2201_019_AR_EN.mp4)

Biomass: weighing Earth's forest from space:

3 min 26 sec – Engelse tekst getoond op de video (niet gesproken).

Onderwerp: Biomassa heeft een grote rol in klimaatregeling via de koolstofcyclus. Het begrijpen hiervan vereist meer wereldwijde gegevens, en deze worden binnenkort verzameld door de BIOMASS satelliet.

Deelonderwerpen:

- Biomassa is de massa van alle levende organismen in een woud. Zij houden zo'n 70%-90% van alle koolstof vast.
- Maar wat is nu hun bijdragen bij het vasthouden of lossen van die koolstof in de atmosfeer?
- Ze hebben een grote impact op de klimaatverandering: bosbranden waarbij koolstofdioxide vrijkomt en aangroei van wouden die koolstofdioxide opnemen.
- Maar wat met die koolstof eens ze is opgenomen? En hoe kunnen we de wouden beschermen? Om die vragen te beantwoorden kunnen we satellieten gebruiken: BIOMASS.

[https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2021/11/003/2111\\_003\\_AR\\_EN.mp4](https://dlmultimedia.esa.int/download/public/videos/2021/11/003/2111_003_AR_EN.mp4)

## Temperatuursverandering na je geboorte

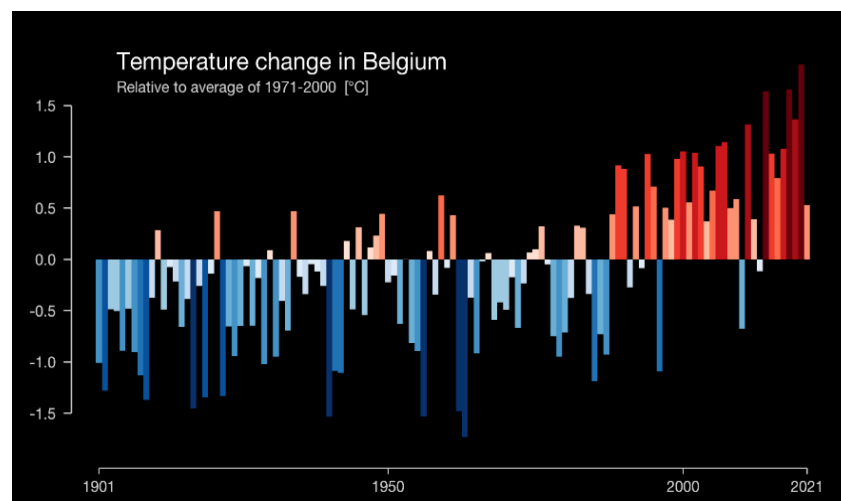
Op deze website kan je per land kijken hoe de gemiddelde jaartemperaturen evolueerden. De resultaten worden gevisualiseerd als een streepjescode of een streepjesgrafiek zonder labels. Deze figuren tonen heel overtuigend en intuïtief de evolutie van de gemiddelde temperatuur.

Laat de leerlingen uitzoeken op deze site hoe het in België en buurlanden gegaan is met de jaartemperaturen. Hoe zat het met de jaartemperatuur in hun geboortejahr? Vergelijk het met de laatste drie jaren.

Ga hiervoor naar volgende website:

<https://showyourstripes.info/s/europe/belgium>

Verander aan de linker zijde van het scherm de instellingen.



Grafiek uit "show your stripes"

## De PPM klok

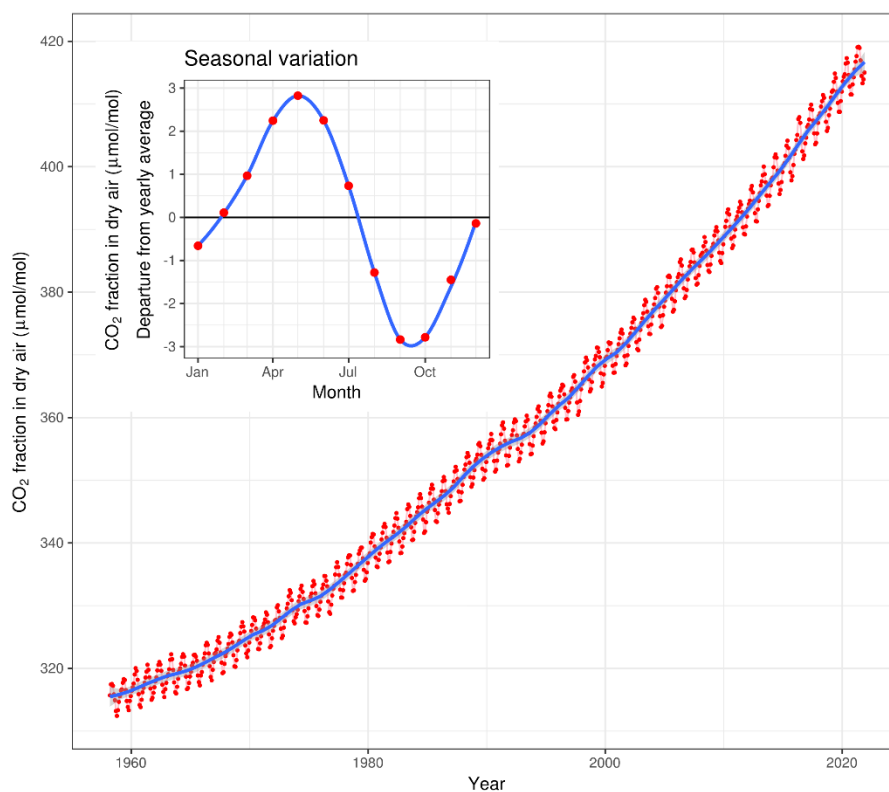
Sinds 1958 wordt continu de hoeveelheid CO<sub>2</sub> in de aardatmosfeer gemeten op de berg Mauna Loa in Hawaï. In 1958 was de gemiddelde waarde 315 'parts per million' (ppm). Deze metingen kan je volgen op een grafiek, de Keeling curve genoemd, en dienen als wereldwijde referentie om de evolutie van CO<sub>2</sub> in de aardatmosfeer te volgen. Omdat Hawaï volledig omgeven is door uitgestrekte oceaan, en dus ver ligt van alle invloeden van andere landen, is het meest geschikt als referentie voor de wereldwijde atmosfeer. De toevoeging van CO<sub>2</sub> door lokale vulkanen wordt ervan afgetrokken wanneer dit zich voordoet.

De seizoensale variaties in de Keeling curve worden vooral verklaard door de variabele plantengroei in het noordelijk halfrond. Men werkt met maandgemiddelden en jaargemiddelden om de evolutie te volgen.

Je kan de Keeling curve bekijken in verschillende details en overzichten, en vergelijken met oudere data op deze site: <https://keelingcurve.ucsd.edu/>

Monthly mean CO<sub>2</sub> concentration

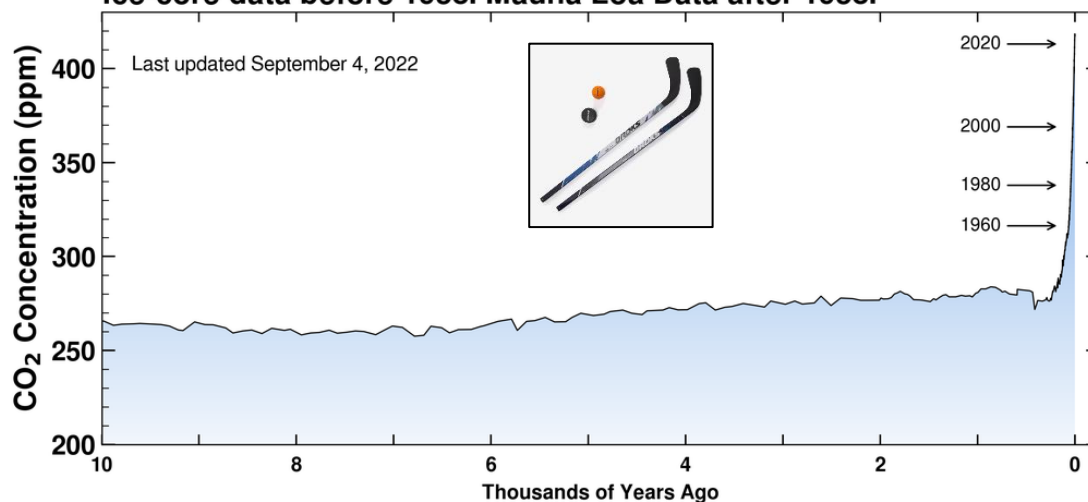
Mauna Loa 1958 - 2021



Data : Dr. Pieter Tans, NOAA/ESRL (<https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>) and Dr. Ralph Keeling, Scripps Institution of Oceanography (<https://scrippsco2.ucsd.edu/>). Accessed 2021-12-16 <https://w.wiki/4ZWn>

## De Keeling curve

## Ice-core data before 1958. Mauna Loa Data after 1958.



Trend van atmosferische CO<sub>2</sub> concentraties over langere termijn (vanaf 10.000 jaar geleden).

Bron: <https://keelingcurve.ucsd.edu/> (afbeelding van hockeysticks zelf toegevoegd).

De Keeling curve over langere periode (hierboven getoond) laat zien dat er een exponentiële stijging is van CO<sub>2</sub> concentratie sinds de industriële revolutie. Vanwege de vorm van deze totale curve, staat deze wereldwijd bekend als de 'hockey-stick curve'. De

trends zijn op korte en lange termijn zeer goed gekend, en hieruit kan men afleiden dat we binnen een tiental jaren een niveau van 450 ppm zouden bereiken. Er is wetenschappelijke consensus over het feit dat 450 ppm een absoluut te vermijden gevarendrempel is voor de mensheid. Er bestaan hierover alleen discussies tussen wetenschappers omdat een deel ervan stellen dat een totale wereldwijde klimaatchaos ook al bij lagere waarden zou kunnen ontstaan.

De trend in de curve moet dus gekeerd worden om wereldwijd enorme drama's te vermijden. Dit kan alleen door overal ter wereld de uitstoot van broeikasgassen en de ontbossing drastisch te verminderen.

### PPM klok in je klas

Je kan een ppm-klok in je klas ophangen, waarop je wekelijks de nieuwe waarden van de Keeling curve kan aanpassen. Op die manier zien de leerlingen hoe de trend zich wereldwijd verderzet, en worden ze zich meer bewust van de dringendheid om gezamenlijk maatregelen te nemen.

Zulke ppm klok werd reeds op een hoge toren van de Gentse Vooruit opgehangen in 2021 op initiatief van 'Low-Impact-Man' Steven Vromman:

<https://lowimpactman.blog/2021/01/20/de-eerste-ppm-klok/>

De waarden die je gebruikt om je ppm klok dagelijks of wekelijks te updaten vind je op <https://www.co2.earth/>

Noteer op een plek op het bord de datum van vandaag. Noteer de dag-waarde waarop de PPM-klok staat (<https://www.co2.earth/>).

Bespreek het cijfer. Hoe hoog is het cijfer? Hoeveel overschot hebben we nog? Hoe hoog was de waarde bij de allereerste meting? Hoeveel is het gestegen sinds die eerste waarde? Hoelang hebben we erover gedaan om tot deze waarde te komen? Hoe lang denk je dat het nog gaat duren tegen dat we het maximum hebben bereikt? Zal de waarde in de komende weken, maanden nog veranderen? Hoe hoog denk je dat de waarde zal staan tegen het einde van het schooljaar?

Vergelijk ook even de CO<sub>2</sub> waarde in je klaslokaal met de CO<sub>2</sub> waarde van de atmosfeer (van de ppm klok). Hoe verhouden die zich tegenover elkaar, en hoe leg je dat uit?

Op [www.esero.be](http://www.esero.be) zullen we in de loop van schooljaar 2022-2023 een ppm-klok voorzien die wekelijks aangepast wordt met de nieuwe waarden. Je kan deze gewoon overnemen op een scherm in je klas of wekelijks afprinten en ophangen op papier.

We raden aan om de ppm klok op een centrale plaats op school te hangen, en hierover debatten te houden met de leerlingen van verschillende graden. Op die manier toont je school op een eenvoudige manier engagement in de bewustwording bij je leerlingen.

## CO<sub>2</sub> PPM klok (Mauna Loa)

|                                                                                                                                                                                                                          | 2021                          | 2022                                  | Vershil met alarmwaarde*** |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|----------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                          | ↓                             | ↓                                     | ↓                          |
| CO <sub>2</sub> jaargemiddelde →                                                                                                                                                                                         | <b>416,45</b><br>ppm (meting) | <b>418,30</b><br>ppm (voorspelling**) | <b>31,70</b><br>ppm        |
| CO <sub>2</sub> weekgemiddelde →                                                                                                                                                                                         | <b>412,83</b><br>ppm (meting) | <b>416,54</b><br>ppm (meting)         | <b>33,46</b><br>ppm        |
| Temperatuurstijging* →                                                                                                                                                                                                   | <b>1,12</b><br>°C (meting)    |                                       |                            |
| Update 7 sept 2022                                                                                                                                                                                                       |                               |                                       |                            |
| Bron cijfermateriaal: <a href="http://co2.earth/">http://co2.earth/</a>                                                                                                                                                  |                               |                                       |                            |
| * stijging globale oppervlakte-temperatuur tov 1880-1920 - jaarwaarde                                                                                                                                                    |                               |                                       |                            |
| ** <a href="https://www.metoffice.gov.uk/research/climate/seasonal-to-decadal/long-range/forecasts/co2-forecast">https://www.metoffice.gov.uk/research/climate/seasonal-to-decadal/long-range/forecasts/co2-forecast</a> |                               |                                       |                            |
| *** alarmwaarde = 450 ppm                                                                                                                                                                                                |                               |                                       |                            |

*Model voor de ppm klok met wekelijkse updates die we gaan publiceren op [www.esero.be](http://www.esero.be). De jaargemiddelden worden eraan toegevoegd want ze zijn iets gemakkelijker te vergelijken met de alarmwaarde, omdat daarin geen seizoenale schommelingen meer in te vinden zijn.*



*De ppm klok die in 2021 op de Vooruit stond in Gent. Hier werd enkel de dagelijks aangepaste dagwaarde getoond, wat ook op je school eventueel een goed alternatief kan zijn.*

## Achtergrondinformatie natuurbranden

### Introductie

Tijdens de zomermaanden is er bijna dagelijks wel eens iets op het nieuws over een bosbrand ergens ter wereld. Zo zijn er in juli 2023 op een paar dagen tijd al 19 000 mensen geëvacueerd<sup>16</sup> van het Griekse eiland Rhodos door bosbranden die al dagenlang woeden. Ook op het Griekse eiland Corfu<sup>17</sup> worden toeristen geëvacueerd voor bosbranden op heel wat locaties. Op het Italiaanse eiland Sicilië is de luchthaven van hoofdstad Palermo<sup>18</sup> dan weer gesloten door bosbranden in de buurt. Deze wordt veroorzaakt door een hittegolf die in de hele regio Catanië voor stroomonderbrekingen en het stilliggen van watervoorzieningen zorgt.



*Figuur<sup>19</sup>: NASA, brand van een boreaal bos in Alaska op 19 juni 2019.*

Ook buiten Europa nemen branden snel toe. En daarbij gaat het niet enkel over bosbranden, maar ook branden in savannes, steppe en toendra komen vaker voor. Zelfs koudere gebieden zoals Rusland en Canada blijven niet gespaard.<sup>20</sup>

<sup>16</sup> <https://www.hln.be/buitenland/ook-grote-bosbrand-op-corfu-autoriteiten-vragen-bewoners-en-toeristen-nu-al-17-plaatsen-te-verlaten~ab1343ec/>

<sup>17</sup> <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2023/07/24/branden-en-evacuaties-griekenland/>

<sup>18</sup> <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2023/07/24/sicilie-waternood/>

<sup>19</sup> <https://earthobservatory.nasa.gov/images/145417/a-new-global-fire-atlas>

<sup>20</sup> <https://www.wwf.nl/wat-we-doen/focus/bossen/bosbranden>



*Figuur<sup>21</sup>: Duidelijke rookpluimen van bosbranden in de regio bij de Siberische stad Bratsk in oktober 2011. Foto van de Envisat met MERIS (Medium Resolution Imaging Spectrometer) instrument, van ESA.*

We hoeven echter niet zo ver te gaan voor natuurbranden: ook in België<sup>22</sup> blijven we er niet door gespaard. Zo was er in mei 2023<sup>23</sup> in het natuurgebied de Hoge Venen een brand die zo'n 155 hectare aan natuurgebied heeft aangetast.

<sup>21</sup> <https://earth.esa.int/web/earth-watching/natural-disasters/fires/content/-/article/forest-fires-in-siberia-russia-october-2011/index.html>

<sup>22</sup> <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2023/05/31/brand-in-de-hoge-venen-gebied-wordt-gecontroleerd-vanuit-de-luc/>

<sup>23</sup>

**Oorzaken<sup>24</sup>**

Natuurbranden hebben verschillende mogelijke oorzaken. Enerzijds is er de mens. In landen in Zuid-Amerika, Afrika en Zuidoost-Azië worden branden gesticht om aan ontbossing te kunnen doen om de grond geschikt te maken voor veeteelt en landbouw. In Afrika gaat dit om kleinere brandjes om aan 'brandcultuur' te doen, maar in Zuid-Amerika worden zeer bewust gigantische oppervlaktes van het Amazonewoud in brand gestoken om meer plaats voor landbouwgrond te creëren. Hierdoor worden enorme gebieden in as gelegd. In België kan brand door de mens veroorzaakt worden door opzettelijke brandstichting, slecht uitgedoofde barbecue kolen, of een nog niet volledig gedoofde sigarettenpeuk.

Anderzijds zijn er natuurlijke oorzaken. Bij aanhoudende droogte en hitte is de natuur zeer gevoelig voor brandstichting. Wanneer er dan een onweer plaatsvindt en de bliksem ergens inslaat kan er makkelijk brand ontstaan. Wanneer er geen verstoring is door de mens, is er min of meer een evenwicht tussen regelmatige, kleine bosbranden die vanzelf terug doven. Het is pas sinds de mens 'helpt' om deze kleine brandjes te blussen, dat er veel brandbaar hout kan opstapelen, wat dan wel kan leiden tot grotere, onblusbare branden.

Klimaatverandering zorgt ervoor dat bosbranden vaker voorkomen en heviger zijn. Door extreme hitte en droogte, en intensere onweders worden branden vaker veroorzaakt.

**Gevolgen: nadelen<sup>25</sup>**

Ten eerste worden hele gebieden verwoest door de branden. Dit treft ook dieren die hun natuurlijk leefgebied kwijt zijn, of zelfs rechtstreeks gewond kunnen raken door de branden. Ook mensen moeten soms hun huizen ontvluchten voor een vlammenzee. Bijkomend is er ook de verstikkende rook die veroorzaakt wordt door branden. Zelfs al vormen de vlammen geen direct gevaar, kan de rook nog altijd voor verstikking of serieuze gezondheidsproblemen zorgen bij mens en dier. Ook water wordt vervuild en oogsten mislukken.

Bovendien komen er bij bosbranden gigantische hoeveelheden CO<sub>2</sub> vrij. Dit is een van de broeikasgassen die bijdraagt tot de opwarming van de Aarde. Dat zorgt er dus voor dat we in een cirkel terecht komen waarbij meer CO<sub>2</sub> zorgt voor meer bosbranden, en die bosbranden zorgen dus weer voor meer CO<sub>2</sub>. Meer bosbranden zorgen dus voor een versnelling van de klimaatverandering.

**Gevolgen: voordelen**

We worden vooral geconfronteerd met de nadelige gevolgen van natuurbranden, maar eigenlijk hebben branden ook verschillende voordelen voor de natuur. Natuurbranden bestaan dan ook al veel langer dan de mens.

Branden zorgen ervoor dat een deel van de natuur afgebrand wordt, wat ervoor zorgt dat de voedingsstoffen die waren opgeslagen in bijvoorbeeld dood hout, terug via as in de bodem komen. Dit zorgt voor nieuwe voedingsstoffen in de bodem zodat er terug nieuwe

---

<sup>24</sup> <https://www.wwf.nl/wat-we-doen/focus/bossen/bosbranden>

<sup>25</sup> <https://www.wwf.nl/wat-we-doen/focus/bossen/bosbranden>

planten kunnen groeien. Zo houden branden natuursystemen jong. Het kan dus zorgen voor de vermindering van onproductief bos en een bevordering van de biodiversiteit.<sup>26</sup>

In bepaalde ecosystemen, die aangepast zijn aan droogte en natuurbranden, hebben planten of dieren juist branden nodig om te kunnen bestaan. Zo hebben sommige plantenzaden die in een vrucht zitten die pas opent na enorme hitte van een vuur te hebben ondervonden. Dit wordt ook wel serotinie genoemd. Een voorbeeld hiervan is *Banksia serrata*, een kleine boom die voorkomt in Australië. Bomen kunnen ook wortels hebben die stevig onder de grond zitten, zodat wanneer de boom opbrandt er gewoon een nieuwe boom verder kan groeien uit de ondergrondse wortels.



*Figuur<sup>27</sup>: opengesprongen vruchten van de Banksia serrata: na contact met vuur worden de zaden vrijgegeven. Dit is een voorbeeld van serotinie.*

In grasland biomen zorgen branden er mee voor dat jonge bomen niet kunnen ontwikkelen omdat deze telkens afgebrand worden, en zo zorgen de brandjes er dus mee voor dat de graslanden kunnen blijven bestaan.

<sup>26</sup> [https://nl.environmentgo.com/effects-of-wildfires/#Positive\\_Effects\\_of\\_Wildfires](https://nl.environmentgo.com/effects-of-wildfires/#Positive_Effects_of_Wildfires)

<sup>27</sup> <https://www.waratahsoftware.com.au/wpr-flora-banksia-oldman.shtml>

## 2 FASE 1b – Identificeer je onderzoek

### Het thema: Bekijk volgende informatieve filmpjes

Bekijk volgende filmpjes om een beter idee te krijgen van wat natuurbranden zijn, hoe ze ontstaan en wat de (positieve en negatieve) gevolgen kunnen zijn. Dit kan ook bijdragen voor het opstellen van de onderzoeksvraag. Denk ook eens na over wat je zelf kan doen om natuurbranden te voorkomen.

- Filmpje (Nederlandstalig) dat uitlegt hoe natuurbranden ontstaan. Ook hoe ze zelfs in het regenachtige Nederland (en België) kunnen ontstaan door klimaatverandering. <https://www.youtube.com/watch?v=MLI9nMJgK1c>
- Filmpje (Nederlandstalig) met uitleg over hoe natuurbranden in Nederland (/België) ontstaan. Korter maar zeer duidelijke uitleg. [https://www.youtube.com/watch?v=OUixL\\_COelo](https://www.youtube.com/watch?v=OUixL_COelo)
- Filmpje (Engelstalig) over voordelen van bosbranden en serotinie uitgelegd: <https://www.youtube.com/watch?v=cNVZEVq3KzY>

Bekijk volgend filmpje om te zien hoe de brandweer aan bestrijding van natuurbranden doet. Denk ook eens na over waarom niet alle branden even makkelijk te blussen zijn.

- Filmpje (Nederlandstalig) over bestrijding natuurbranden door de brandweer. <https://www.youtube.com/watch?v=sk2UMg84pm8>
- Filmpje (Nederlandstalig) over waarom het niet lukt om de branden in Australië te blussen. <https://www.youtube.com/watch?v=-MMZsib9nJI>

### Het thema in de media

Tijdens de zomermaanden kunnen we er niet omheen: er is maar al te vaak iets in het nieuws over een hevige bosbrand ergens ter wereld. Hier volgen enkele artikels van de zomer van 2023. De artikels schetsen een goed beeld van de impact die de bosbranden hebben op de lokale bevolking, toerisme en de natuur.

- Bosbranden op het Griekse eiland Rhodos, Vrtnews, 22 juli 2023: <https://www.vrt.be/vrtnews/nl/2023/07/22/honderden-toeristen-op-rhodos-geevacueerd-door-bosbranden/>
- Branden op Corfu, Evia en de Peloponnesos. Vrtnews, 24 juli 2023: <https://www.vrt.be/vrtnews/nl/2023/07/24/branden-en-evacuatie-griekenland/>
- Branden op Sicilië leiden tot problemen met de watervoorziening en stroomonderbrekingen. 24 juli 2023: [https://www.vrt.be/vrtnews/nl/2023/07/24/sicilie-waternood/?tg\\_rhash=03a6d97ed510f1](https://www.vrt.be/vrtnews/nl/2023/07/24/sicilie-waternood/?tg_rhash=03a6d97ed510f1)

In België zijn er nog niet zoveel opvallend grote natuurbranden geweest. Toch zijn er de laatste jaren wel af en toe grotere natuurbranden geweest, en men vermoedt dat dit aantal door de toenemende hitte en droogte door de klimaatopwarming enkel maar zal stijgen.

Hier volgen enkele artikels over natuurbranden in België, om een idee te krijgen hoe dat er hieraan toe gaat.

- Brand in de Hoge Venen, duurde 3 dagen voordat het geblust was. De Standaard, 30 mei 2023. [https://www.standaard.be/cnt/dmf20230530\\_91915486](https://www.standaard.be/cnt/dmf20230530_91915486)
- Grootste brand ooit op de Kalmthoutse Heide vernietigde 600 hectare natuurgebied. HLN en Nieuwsblad, 26 mei 2011. <https://www.hln.be/binnenland/grootste-brand-ooit-op-kalmthoutse-heide-lijkt-onder-controle~a6d851cd/> <https://www.nieuwsblad.be/cnt/h63alo47>

Volgend artikel toont een mooi overzicht over de link tussen natuurbranden en klimaatverandering: <https://www.vrt.be/vrtnws/nl/2023/07/26/natuurbranden-en-klimaatverandering-welke-uitspraken-kloppen-en/>

## Het thema in de Belgische overheid

Het nationaal crisiscentrum van België heeft een duidelijke website waar ze de verschillende risico's in België olijsten.

- Ook natuurbranden zijn daar deel van: <https://crisiscentrum.be/nl/risicos-belgie/natuurlijke-risicos/natuurbrand>.
- Lees deze pagina eens door om meer te weten te komen over natuurbranden in België.
- Je kan ook doorklikken naar andere risico's: droogte en hittegolf. Deze kunnen uiteindelijk leiden tot bosbranden.
  - <https://crisiscentrum.be/nl/risicos-belgie/natuurlijke-risicos/droogte>
  - <https://crisiscentrum.be/nl/risicos-belgie/natuurlijke-risicos/hittegolf>

De Vlaamse overheid informeert via [waterinfo.be](https://waterinfo.be) over droogte en overstromingen in Vlaanderen. Hier brengen ze metingen en voorspellingen samen, om zo nodige maatregelen te kunnen treffen. Hier kan je ook de waakfases voor neerslag en droogte raadplegen, alsook eventuele maatregelen.

## Identificeer de onderzoeksvraag

Het Climate Detectives project vormt een gelegenheid om leerlingen in contact te brengen met het opstellen en omkaderen van een wetenschappelijke onderzoeksvraag. Leerlingen gaan op zoek naar beschikbare middelen (Terrascope, KMI, Vlinder) waarrond ze hun onderzoeksvraag kunnen opstellen.

**Deze vraag moet zowel haalbaar als wetenswaardig zijn.**

Hoewel eigen aanpak sterk aangemoedigd wordt, kan dit lastig zijn voor beginnende deelnemende leerkrachten. Om die reden bieden wij dit voorbeeld aan waarin al enkele onderzoeksvragen zijn uitgewerkt. Je kan dit kant-en-klare project uitvoeren in je klas of gebruiken ter inspiratie om je eigen project uit te bouwen.

### De onderzoeksvraag

**Hoe ontstaan natuurbranden in België, wat zijn de gevolgen en wat kunnen we doen ter preventie?**

#### Deelvragen:

- Wat is de rol van de klimaatverandering in het aantal en de grootte van de natuurbranden?
- Welke data werd er gebruikt en wat zijn de voor- en nadelen hiervan?
- Hoe kan de mens als persoon bijdragen ter preventie van natuurbranden en hoe kan de mensheid in het geheel bijdragen?

## Identificeer de onderzoeksgegevens

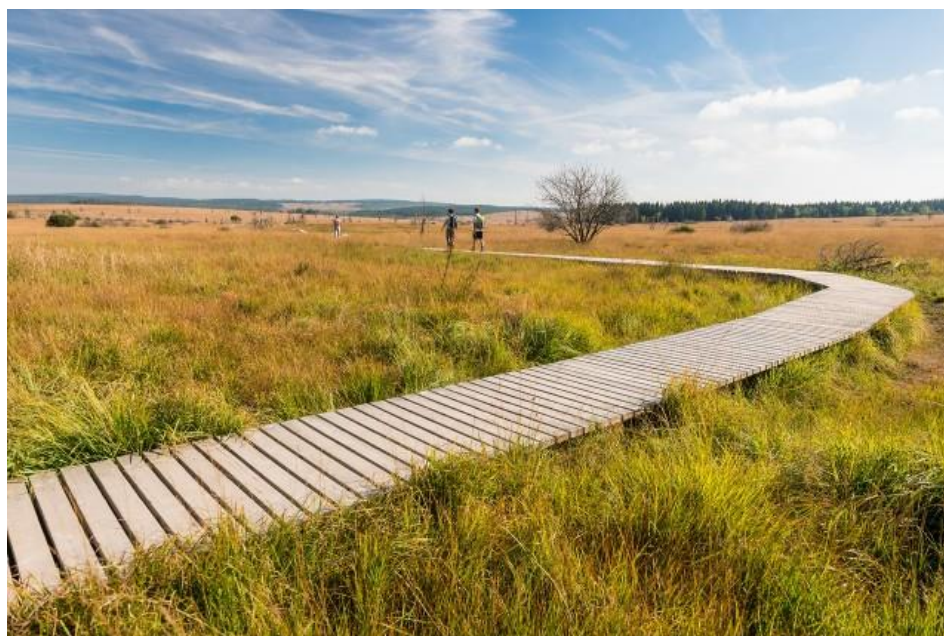
### Eigen data: excursie naar de Hoge Venen

Voor dit project kunnen leerkrachten met studenten zelf een uitstap doen naar een gebied waar het recent gebrand heeft. Bijvoorbeeld naar de Hoge Venen. Daar kunnen ze dan kijken naar de overblijfsels van de branden: as, restanten van afgebrande bomen en struiken. Identificeer bepaalde belangrijke kenmerken voor de brand (of voor een mogelijke toekomstige brand): was er lage begroeiing aanwezig, was er een groot zandoppervlak dat de brand tegenhield, waren er veel hoge bomen die mee de brand snel verspreidden... Ze kunnen ook nadenken over mogelijke maatregelen die het park zou kunnen invoeren ter preventie van toekomstige natuurbranden. Indien er geen recente branden hebben plaatsgevonden kan er misschien op de locatie van vroegere branden een beetje gegraven worden om te kijken of er onder het zand geen aslaagje te bemerken valt.



*Figuur<sup>1</sup>: kaartje Hoge Venen*

Dit kan dan natuurlijk gecombineerd worden met een bezoekje aan Signal de Botrange, het hoogste punt van België op 694 m, gelegen in de Hoge Venen.



*Figuur<sup>28</sup>: Hoge Venen*

<sup>28</sup> <https://nl.ardenneincomig.be/natuurpark-hoge-venen-eifel.html>

## Grondmetingen

Hier maken we gebruik van grondmetingen die te verkrijgen zijn via sites van de overheid. Hierbij focussen we voornamelijk op data van droogte en hitte, omdat deze factoren het belangrijkste zijn voor het ontstaan van natuurbranden. Ook bekijken we of het ontstaan van de brand gelinkt kan zijn aan een blikseminslag.

- <https://www.meteo.be/nl/belgie> → deze website is van het KMI, het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België. Dit heeft een uitgebreide databank met het klimatologisch overzicht en klimatologische kaarten per maand. Het geeft data weer voor heel België.
  - Klimatologisch overzicht per maand: <https://www.meteo.be/nl/klimaat/klimaat-van-belgie/klimatologisch-overzicht/2023/juli>. Dit geeft alle informatie over temperatuur, neerslag, onweersdagen, windsnelheid en windrichting, zonneschijnduur, vochtigheid, dampdruk en luchtdruk. Voor deze studie zijn vooral temperatuur en neerslag interessant.
  - Klimatologische kaarten per maand, met gegevens van temperatuur, neerslag en zonnestraling. <https://www.meteo.be/nl/klimaat/klimaat-van-belgie/klimatologische-kaarten>
  - Hierbij gaan we aan de slag met de data en kaarten om de evolutie van hitte en droogte in de periode voor de natuurbrand te evalueren. Dit doen we door de temperatuur en neerslag te bestuderen. Dit is interessant omdat bij aanhoudende droogte en hitte de kans op een natuurbrand snel stijgt.
- <https://www.lightningmaps.org/> → deze website toont real-time data van blikseminslagen over de hele wereld. In de archieven kan je ook per dag blikseminslagen bekijken.

## Onderzoeksdata van Waterinfo.be

Deze info is te gebruiken als het onderzoeksgebied in Vlaanderen ligt.

<https://www.waterinfo.be/> → dit is een website van de Vlaamse overheid waar informatie te vinden is over overstromingen en droogte. Alle metingen en voorspellingen worden hier samengebracht, om zo nodige maatregelen te kunnen treffen om waterschade tot een minimum te beperken.

- De actuele droogtetoestand in Vlaanderen is hierop te raadplegen.
- De beslissingen van de droogtecommissie zijn hier te vinden: <https://www.integraalwaterbeleid.be/nl/overleg/droogtecommissie>
- Het niveau van droogte geeft ook een indicatie voor het brandgevaar: wanneer de bodem vochtig is heeft brand weinig kans, bij aanhoudende droogte stijgt de kans voor branden zeer snel
- De neerslaghoeveelheid per meetstation is ook te bekijken per uur, dag, maand of jaar (<https://www.waterinfo.be/Meetreeksen>)
- In de kaartencatalogus kan je ook aan de slag met kaartjes om de neerslaghoeveelheden te bestuderen (<https://www.waterinfo.be/kaartencatalogus>)

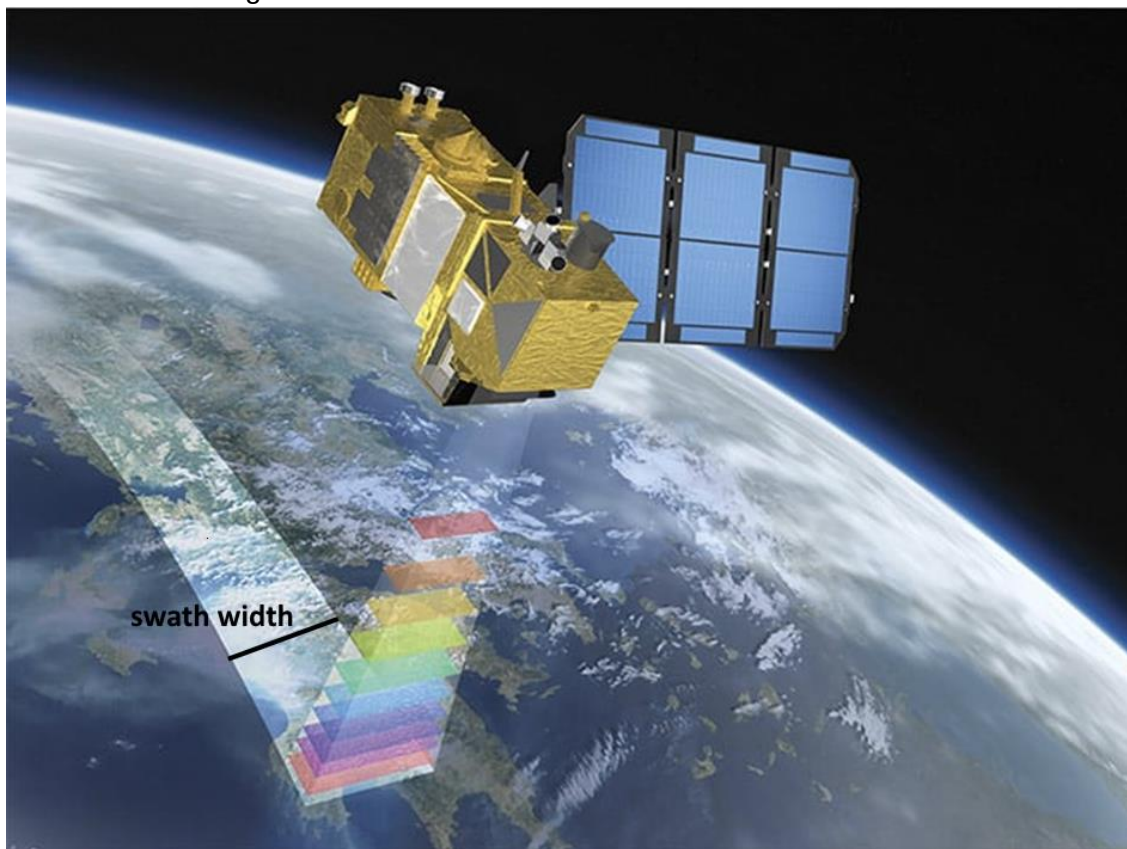
### Vlaamse Milieumaatschappij:

- Droogtekaart: <https://klimaat.vmm.be/tools/impact/impact-droogte>
- Hittekaart: <https://klimaat.vmm.be/tools/impact/impact-hitte>
- Bekijk ook eens interessante kaarten uit de kaartencatalogus: <https://kaartencatalogus.toepassingen.vmm.vlaanderen.be/>
- Thema's over klimaatverandering (hitte, droogte) uitgelegd: <https://klimaat.vmm.be/themas>

### Onderzoeksdata van Terrascope

Hierbij gaan we werken met data van satellieten. Daarvoor gaan we eerst eens bekijken hoe satellieten nu eigenlijk hun data vergaren.

Satellieten draaien in een baan om de Aarde. Daarbij hebben de satellieten een bepaalde omlooptijd. Sommige satellieten kunnen op één dag de Aarde (bijna) volledig in kaart brengen, terwijl andere satellieten daar een week over doen. Vanuit hun baan observeren ze een deel van de Aarde, door het aardoppervlak te scannen met sensoren. De grootte van het gescande oppervlak wordt bepaald door de *swath width* (zie figuur). De *swath width* is de horizontale afstand op het aardoppervlak dat door de satelliet gescand wordt wanneer de sensor afbeeldingen maakt.



Figuur<sup>29</sup>: *swath width*

<sup>29</sup> [https://www.photonics.com/Articles/Earth\\_Imaging\\_Reveals\\_the\\_True\\_State\\_of\\_Land/a66201](https://www.photonics.com/Articles/Earth_Imaging_Reveals_the_True_State_of_Land/a66201)

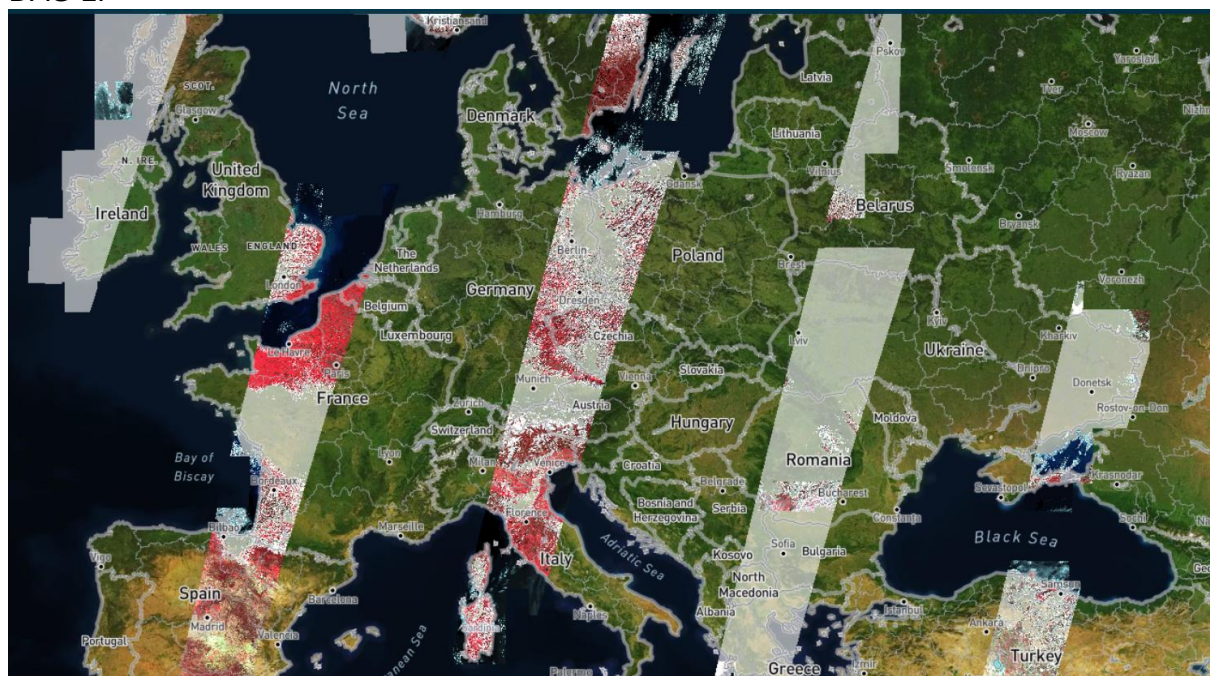
De breedte van de *swath width* hangt af van de sensor en van de omloopbaan van de satelliet. Meestal bedraagt de breedte enkele tientallen tot honderden kilometers. Dit bepaalt mee de resolutie van de satelliet, wat wordt uitgedrukt in pixels. Hoe meer pixels, hoe hoger de resolutie en hoe beter de kwaliteit van de foto. De resolutie bepaalt dus de kwaliteit en scherpte van het beeld.

Een grote *swath width* scant een groter oppervlak van de Aarde, en heeft dus een lagere resolutie dan wanneer een kleinere *swath width* een kleiner oppervlak scant. Hetzelfde aantal pixels wordt dan verspreid over een kleiner of groter gebied. De afbeelding van het kleinere oppervlak zal dus meer detail bevatten.

Satellieten met een grote *swath width* zullen dus sneller het volledige aardoppervlak in kaart gebracht hebben, soms zelfs op één dag tijd. Bij satellieten met een kleinere *swath width* kan dat tot een week duren. Dan heb je dus maar om de zeven dagen een afbeelding van het onderzoeksgebied. Het kan dus zijn dat je op een bepaalde datum geen data hebt voor het onderzoeksgebied, waardoor je soms wat terug in de tijd zal moeten gaan om wel data te bekijken van dat gebied. Je maakt dus bij het kiezen van welke satellieten en sensoren je gebruikt een afweging tussen hoe goed de resolutie moet zijn, en hoe vaak je wilt dat de satelliet over het onderzoeksgebied vliegt.

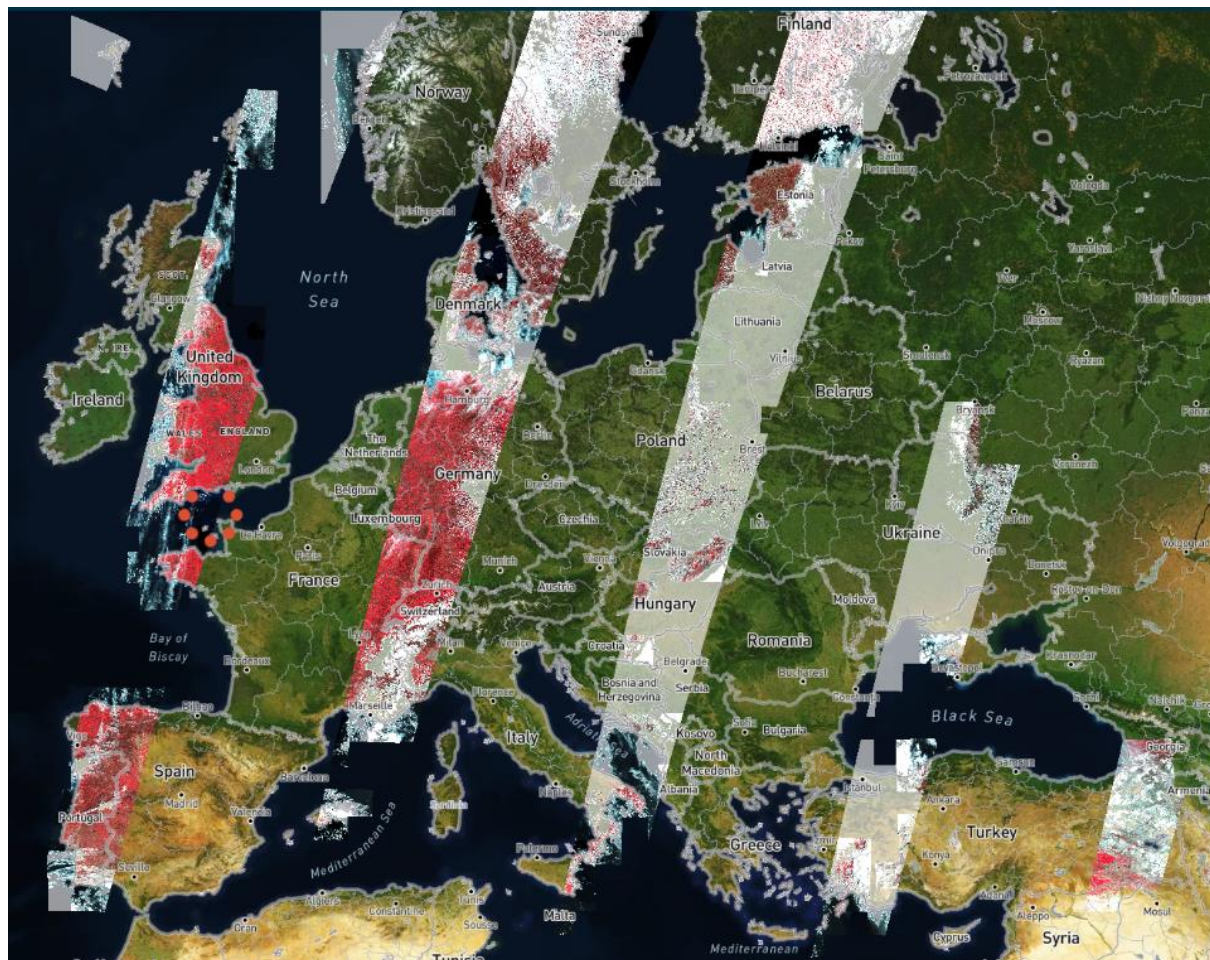
Onderstaande afbeeldingen van de Sentinel 2 satelliet in infrarood<sup>30</sup> zijn op twee opeenvolgende dagen genomen. Op dag 1 is enkel het meest westelijke stuk van België gescand. Op dag 2 is er geen data voor België. We zullen dus nog een dag moeten wachten voordat België gescand wordt.

DAG 1:



<sup>30</sup> [https://viewer.terrascope.be/?language=en&bbox=-46.91531707323414,32.71944487823134,63.14778069134229,65.9842422214434&overlay=true&bglayer=MapBox\\_Satellite&date=2023-07-19&layer=CGS\\_S2\\_NIR](https://viewer.terrascope.be/?language=en&bbox=-46.91531707323414,32.71944487823134,63.14778069134229,65.9842422214434&overlay=true&bglayer=MapBox_Satellite&date=2023-07-19&layer=CGS_S2_NIR)

## DAG 2:



## Terrascope

Het Terrascope platform (<https://terrascope.be/nl>) is een gratis tool waarin open-source satellietdata van het Copernicusprogramma van de ESA wordt vrijgesteld. Het toont de verwerkte data van de Sentinel 1, 2, 3 en 5P en de PROBA-V satellieten. Meer info over het Copernicusprogramma en de satellieten is hier te vinden: <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/home>. Het Copernicusprogramma<sup>31</sup> is een programma van de Europese Unie om de Aarde te monitoren.

## Sentinel 2<sup>32</sup>

De Sentinel 2 is een satelliet gebruikt in het Copernicusprogramma van de ESA. Het levert data in hoge resolutie, en gebruikt multispectrale sensoren. Multispectrale sensoren nemen waar in verschillende banden van het elektromagnetisch spectrum. Zo nemen ze bijvoorbeeld waar in zichtbaar en nabij-infrarood licht. Multispectrale sensoren combineren dus meerdere banden, wat zorgt dat ze ons heel wat informatie kunnen bezorgen. Het wordt gebruikt voor het monitoren van land. Zo geeft het informatie over vegetatie, bodem

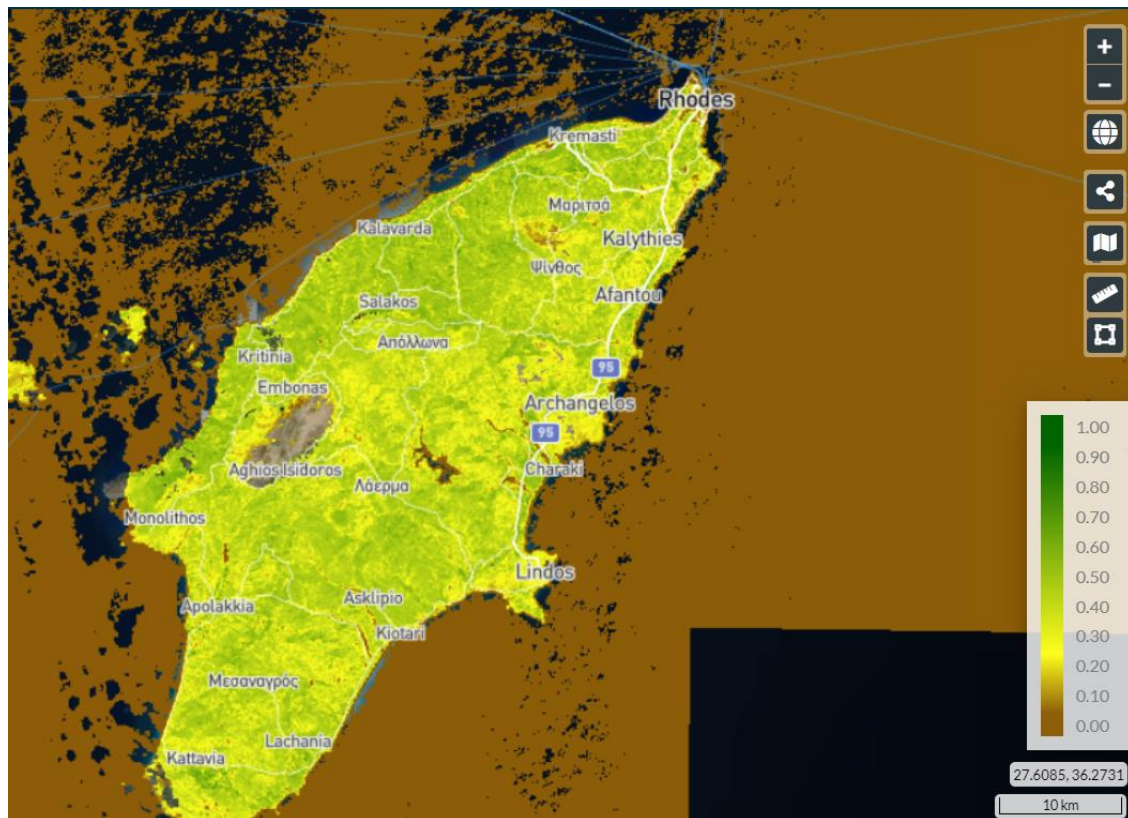
<sup>31</sup> <https://eo.belspo.be/en/european-commission>

<sup>32</sup> <https://eo.belspo.be/nl/satellieten-en-sensors>

en water, en kustgebieden. Op terrascope kunnen we verschillende instellingen gebruiken die interessant zijn om natuurbranden te bestuderen.

- Infrarood: bij deze kleurafbeelding worden drie banden gebruikt: groen, rood en infrarood. Vegetatie wordt weergegeven in rood. Gebieden met veel vegetatie zoals bossen zullen dus in het rood worden weergegeven, steden zullen weinig rood hebben. Bij branden zullen we dus zien dat er na de brand heel wat vegetatie vernietigd is, en dat wat voordien rood was, na de brand niet meer rood zal zijn.
- FAPAR: deze geeft de fractie geabsorbeerde fotosynthetisch actieve straling weer. Het toont dus de fotosynthetische activiteit van groene vegetatie. Een hoge FAPAR waarde betekent dus gezonde groei van de plant. Een middelmatige waarde toont dat de plant al stress heeft en niet optimaal functioneert. Denk hierbij bijvoorbeeld aan de gevolgen van langdurige droogte en hitte. Hier verwachten we dus dat wanneer de brand bij extreme droogte ontstaat de planten al een tijdje stress zullen vertonen, en de FAPAR waarde niet optimaal zal zijn. Na de brand zullen we zien dat de FAPAR waarde nul is geworden

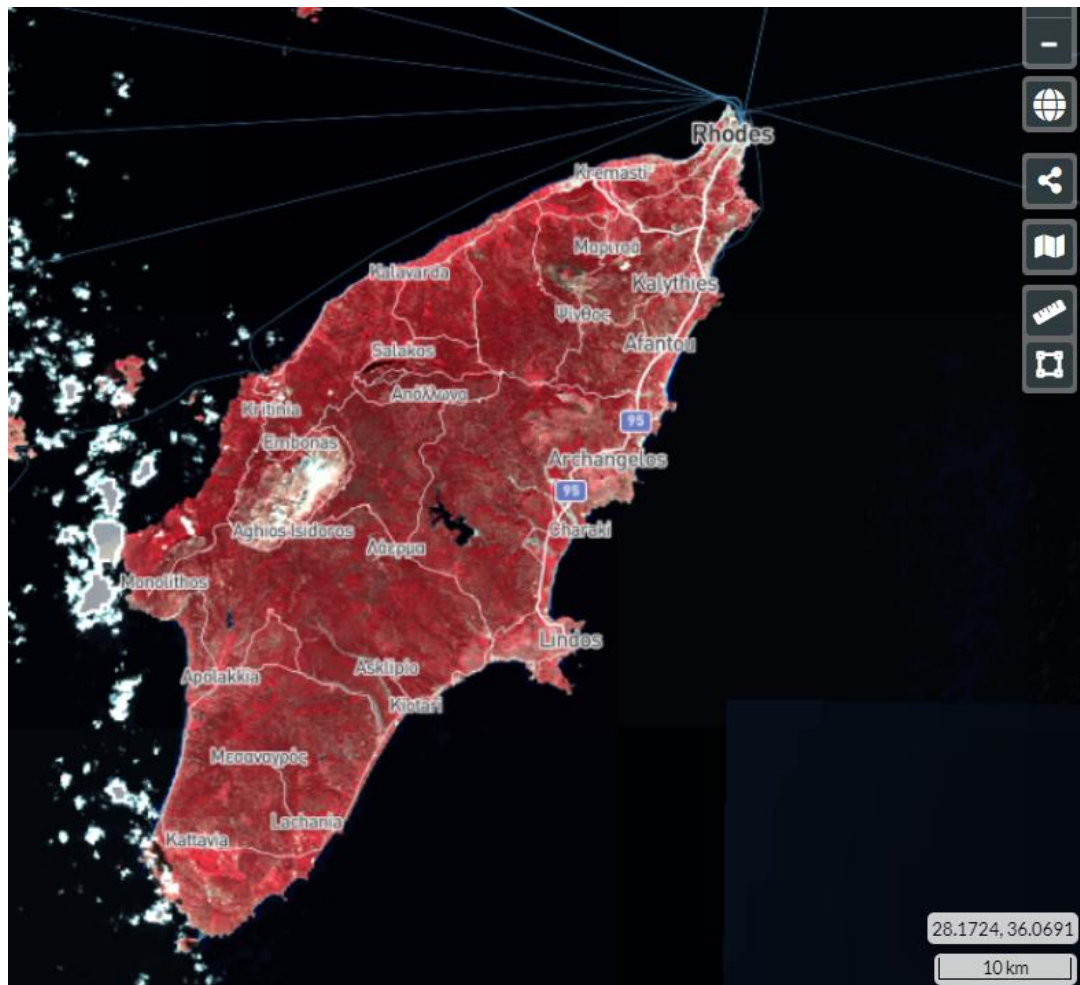
We bekijken even een voorbeeldje van het Griekse eiland Rhodos waar eind juli 2023 catastrofale bosbranden plaatsvonden met de FAPAR laag van Sentinel 2 ingeschakeld en ook in infrarood. De eerste afbeelding is genomen op 08/02/2023, dus naar het einde toe van de winter op Rhodos. Hier zien we duidelijk dat het volledige eiland in de FAPAR afbeelding geel tot groene waarden toont. In de IR laag is er ook overheersend rood te zien. De fotosynthese doet het dus matig tot vrij goed. We houden hierbij in het achterhoofd dat Rhodos in de Middellandse zee ligt en dus een Mediterraan klimaat heeft. Het is er dus lang droog en warm, waardoor de vegetatie ook is aangepast en we verwachten dus geen grote volledig groene bossen waar de FAPAR waarde gelijk zou zijn aan 1, of waardoor het kaartje volledig donker groen zou kleuren.



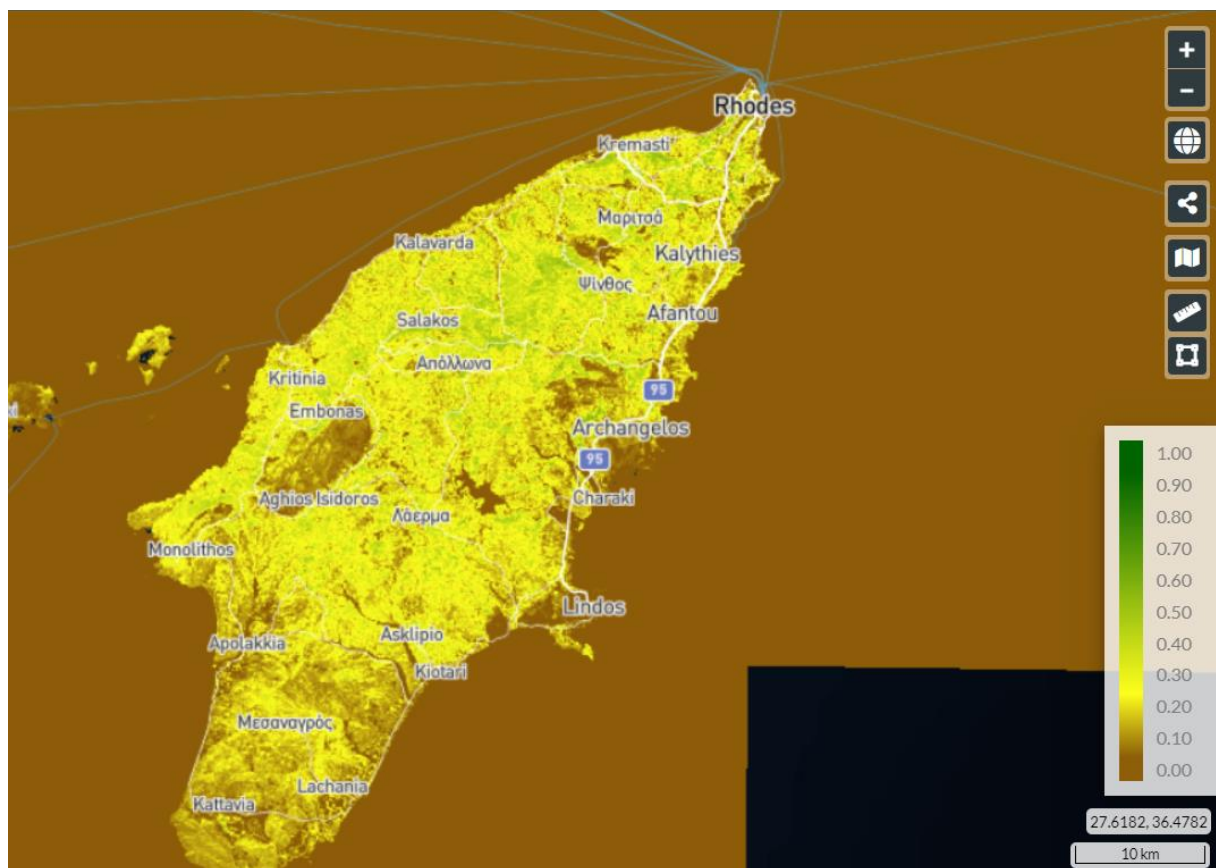
33

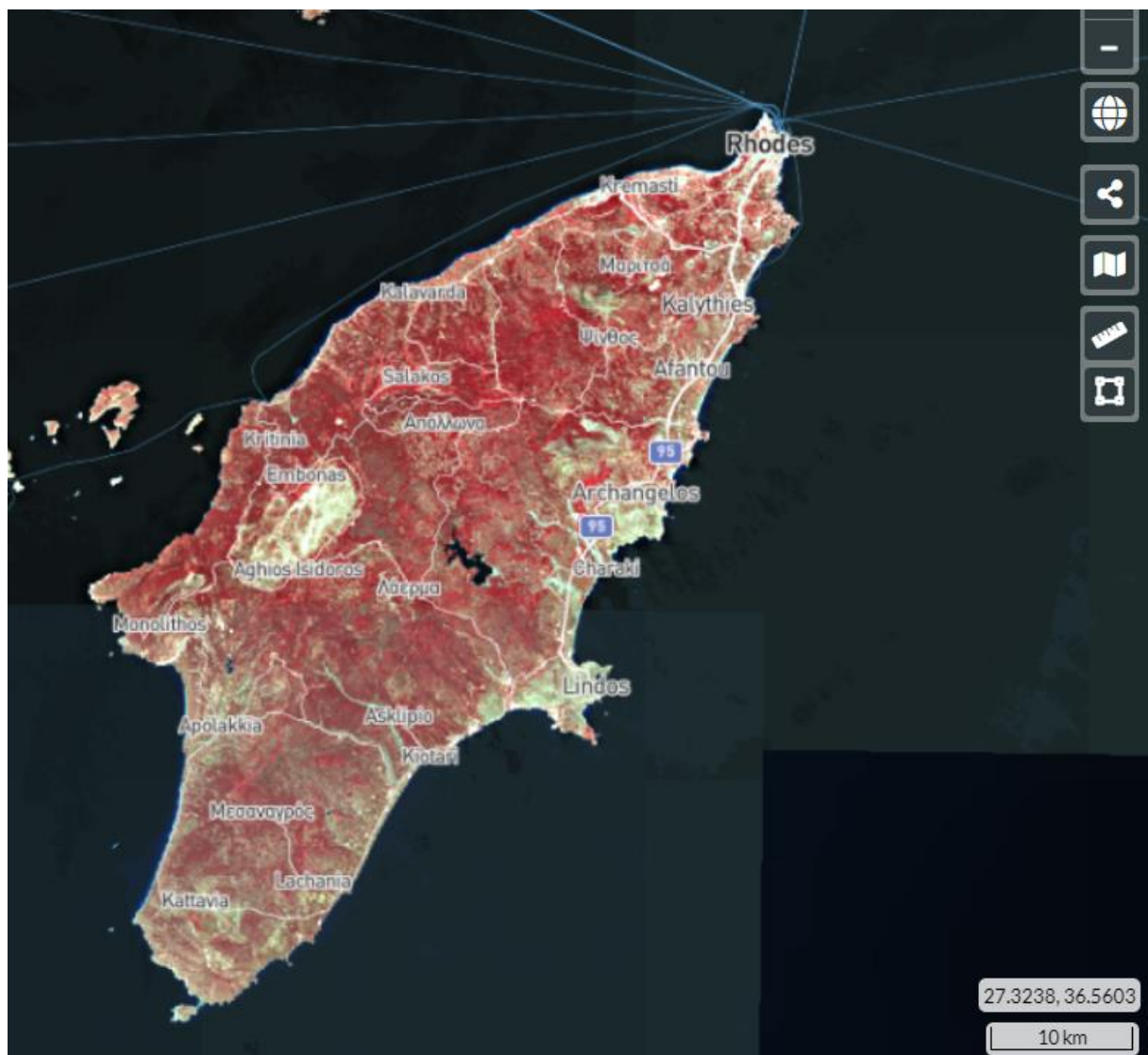
33

[https://viewer.terrascope.be/?language=en&bbox=26.75070780832714,35.845362081107496,28.624345823684976,36.58739099218573&overlay=true&bgLayer=MapBox\\_Satellite&date=2023-02-08&layer=CGS\\_S2\\_FAPAR](https://viewer.terrascope.be/?language=en&bbox=26.75070780832714,35.845362081107496,28.624345823684976,36.58739099218573&overlay=true&bgLayer=MapBox_Satellite&date=2023-02-08&layer=CGS_S2_FAPAR)

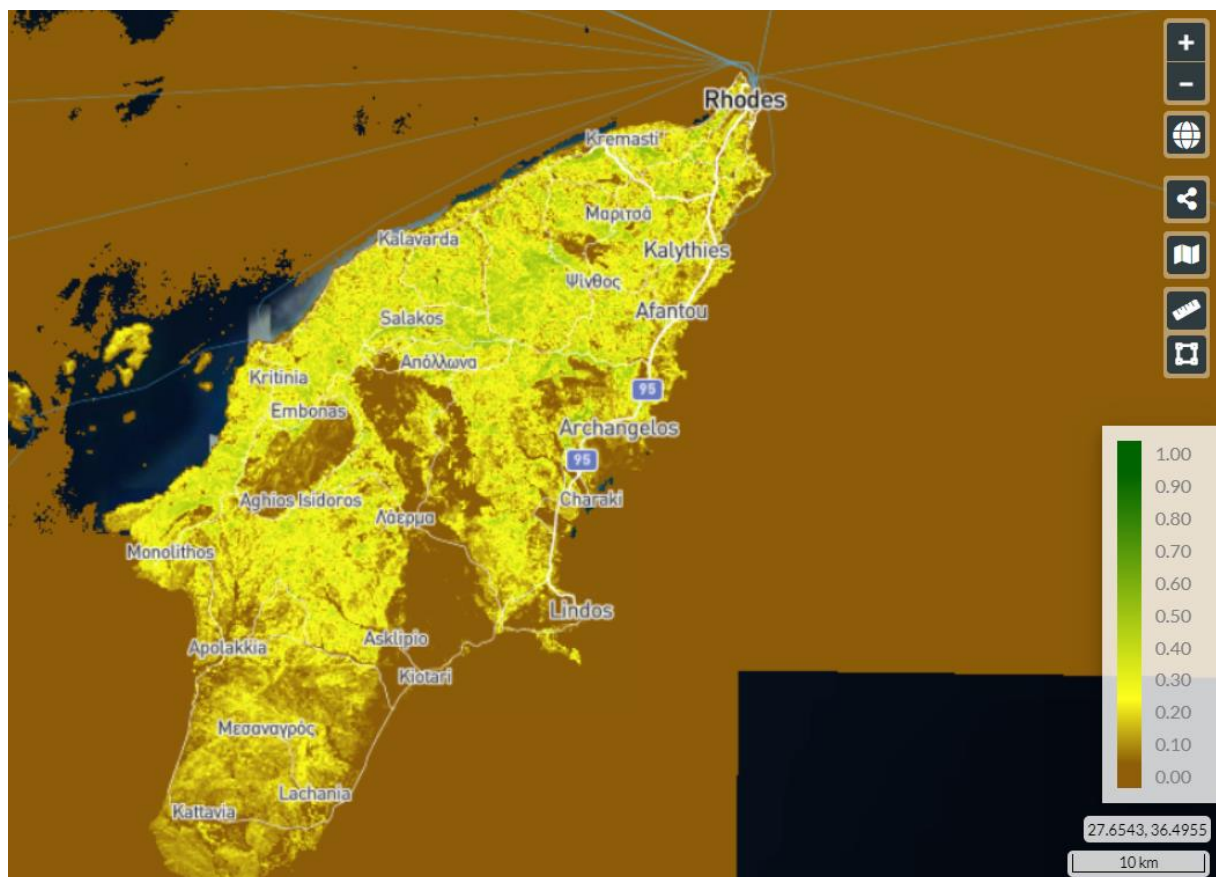


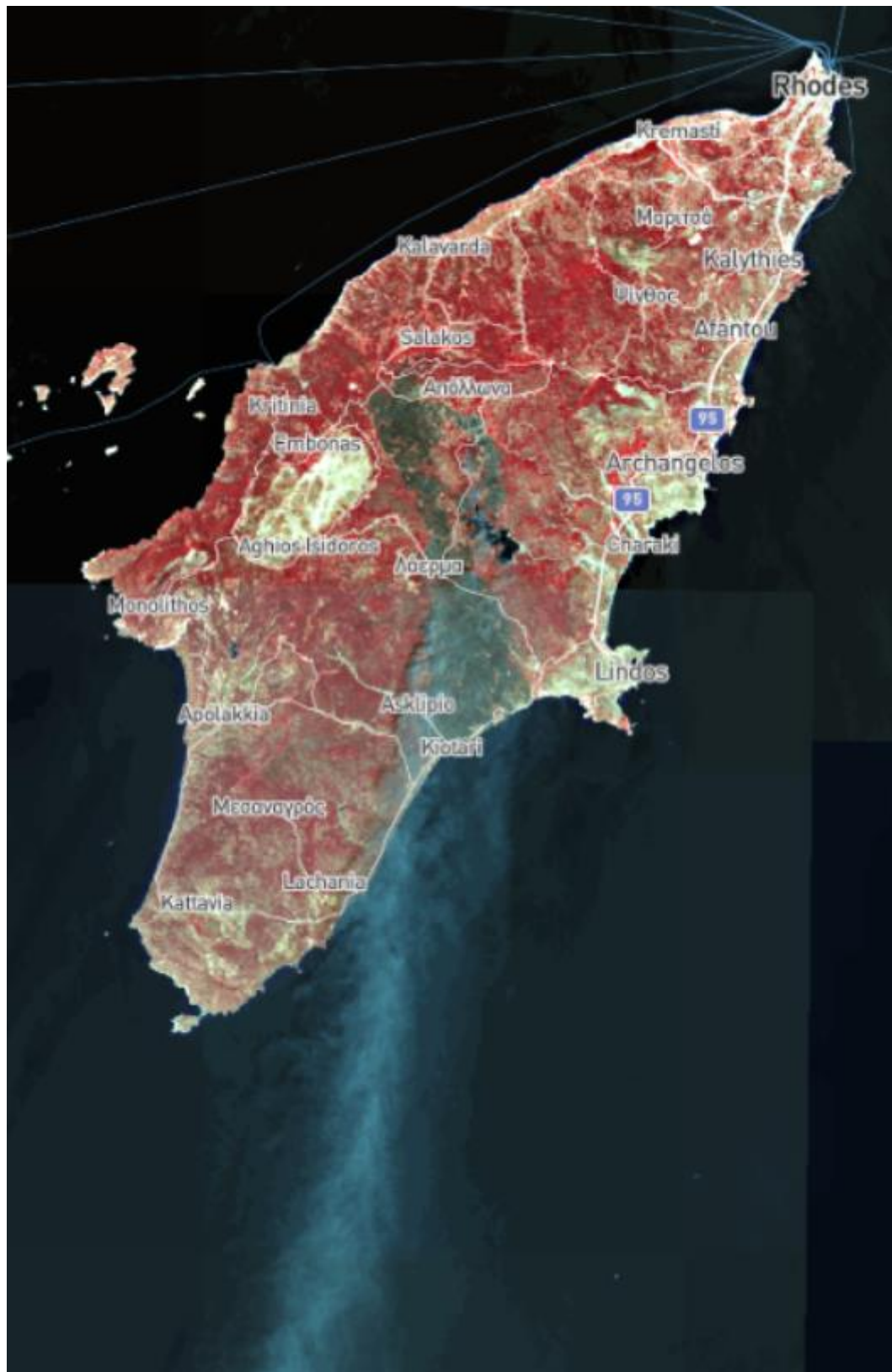
Wanneer we verder de tijd in gaan naar 08/07/2023 merken we een duidelijk verschil op de FAPAR foto: vooral in het zuiden van het eiland zijn er al hele bruine gebieden, waar de fotosynthese activiteit dus zeer laag is. Over het hele eiland zien we vooral de gele kleur, en maar nog weinig de groene kleur van op de foto in februari. In het infrarood beeld zien we duidelijk ook dat de rode kleur al sterk is afgenomen. Het is hier dus duidelijk dat we in de zomermaand juli al een lange droge en warme periode erop hebben zitten, en dat dit ook al een aanzienlijke invloed heeft gehad op de planten en de fotosynthetische activiteit van de planten.





Wanneer we kijken naar de FAPAR afbeelding van 23/7/2023, tijdens het hevigste moment van de bosbranden, zien we dat een ongelooflijk groot stuk volledig bruin is geworden. Dit volledige gebied is verwoest door de bosbranden. Er is dus geen fotosynthetische activiteit meer aangezien alle planten vernietigd zijn. In de infrarood afbeelding zien we hetzelfde, en bijkomend is ook de rookpluim naar het zuiden zeer duidelijk te zien.





De Sentinel 2<sup>34</sup> heeft een *swath width* van 290 km. In vergelijking: de Landsat 5 heeft een *swath width* van 185 km, en de SPOT-5 een van 120 km. Die van de Sentinel 2 is dus relatief groot, en de resolutie zal dus hoog zijn, maar niet zo hoog als bij de Landsat of de SPOT satellieten. De spatiale resolutie, de afmetingen van één pixel op de grond, van de Sentinel-2 is afhankelijk van de gebruikte band. Dit bedraagt 10m tot 60 m. Wanneer er een klein, lokaal brandje heeft plaatsgevonden van 2 op 2 meter, kan het dus zijn dat dit niet duidelijk te onderscheiden is op de satellietbeelden. Wanneer het een brandje is van 10 op 10 meter zal dit net als 1 pixel zichtbaar zijn, wat op een kaart ook amper te zien zal zijn. De gigantische branden op het eiland Rhodos zijn dus zeer duidelijk zichtbaar doordat het een oppervlak van vele vierkante kilometers bedraagt. Dat zijn dus heel veel pixels op een kaart, waardoor dit makkelijk te zien is. Dit is iets wat we in gedachten moeten houden voor natuurbranden in België. Hier gaat het vaak over veel kleinere oppervlaktes, het kan dus zijn dat dit niet altijd zeer duidelijk zichtbaar is op satellietbeelden. Een oplossing zou dan zijn om data van een andere satelliet te gebruiken met hogere resolutie. Zo heeft de Worldview satelliet in de panchromatische band een resolutie van 31 cm, en in de nabij-infrarood band een resolutie van 1.24 m, wat dus een extreem hoge resolutie is<sup>35</sup>.

## Worldview

Worldview<sup>36</sup> is een tool waarmee je globale, zeer hoge-resolutie satelliet afbeeldingen kunt bekijken. De data hiervan is afkomstig van EOSDIS (Earth Observing System Data and Information System) van de NASA. Dit gebruikt ook data van de MODIS satellieten. <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>

## MODIS

Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) is ontwikkeld door NASA<sup>37</sup>. Het bestaat uit twee satellieten: Terra en Aqua. MODIS monitort het aardoppervlak en de atmosfeer, en is het ideale instrument om natuurbranden over de hele wereld te bestuderen. <https://modis.gsfc.nasa.gov/>

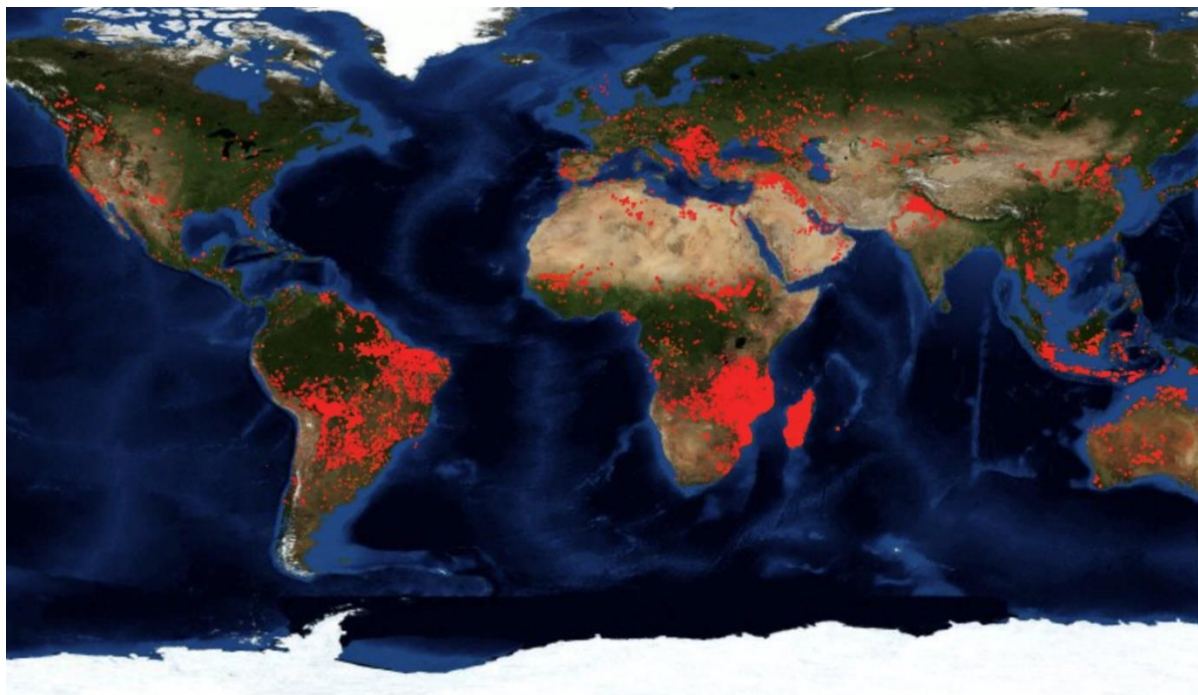
<sup>34</sup> <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/missions/sentinel-2/instrument-payload/resolution-and-swath>

<sup>35</sup> <https://earth.esa.int/eogateway/missions/worldview-3>

<sup>36</sup>

<https://www.earthdata.nasa.gov/worldview#:~:text=The%20Worldview%20tool%20from%20NASA's,then%20download%20the%20underlying%20data.>

<sup>37</sup> <https://modis.gsfc.nasa.gov/>



*Figuur38: MODIS detectie van branden op 19 oktober 2019.*

### EDO – European Drought Observatory

<https://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1000>

<https://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1010>

<https://edo.jrc.ec.europa.eu/edov2/php/index.php?id=1181>

### European Forest Fire Information System EFFIS

<https://effis.jrc.ec.europa.eu/>

### Wie, wat, waar, wanneer, hoe, ... ?

Nu moet de klasgroep stilstaan bij de mogelijke uitwerking van dit mini-project.

Je kan hiervoor de ESA handleiding van Climate Detectives erbij halen. Daar worden verschillende mogelijkheden gegeven bij onderstaande vragen.

We willen ook nog eens benadrukken dat dit voorbeeldproject slechts bedoeld is als inspiratiebron. Misschien kiezen de leerlingen nog andere technieken of data die hier nog niet aan bod komen.

**Welk** materiaal ga je gebruiken?

**Wie** werkt er aan dit onderzoek?

**Hoe** ga je data bekomen, verzamelen en naar verwijzen?

**Waar** ga je het onderzoek uitvoeren?

<sup>38</sup> <https://earthsky.org/earth/wildfires-summer-2019-esa-world-fire-atlas/>

## Het onderzoeksplan indienen

Voor Climate Detectives moet een formulier met het onderzoeksplan ingediend worden. Hier wordt een voorbeeld weergegeven, maar dit kan uiteraard aangepast worden naar de voorkeuren en interesses van elk deelnemend team.

### Projecttitel (max 10 woorden)

Onderzoek naar natuurbranden in België: oorzaken, gevolgen en preventie.

### Onderzoeksvraag (max 30 woorden)

Hoe ontstaan natuurbranden in België, wat zijn de gevolgen en wat kunnen we doen ter preventie?

### Deelvragen:

Wat is de rol van de klimaatverandering in het aantal en de grootte van de natuurbranden?

Welke data werd er gebruikt en wat zijn de voor- en nadelen hiervan?

Hoe kan de mens als persoon bijdragen ter preventie van natuurbranden en hoe kan de mensheid in het geheel bijdragen?

### Beschrijf het lokale klimaatprobleem dat je wilt bestuderen (max 150 woorden)

We willen de natuurbranden in België in kaart brengen, met in dit voorbeeld specifiek gefocust op de brand in de Hoge Venen van 29 mei tot 1 juni 2023. Natuurbranden komen tijdens de zomermaanden vaak voor over de hele wereld. In België hebben we geen grote bosoppervlaktes zoals in Canada of Rusland, en ook geen zeer droog klimaat, dus van nature komen natuurbranden hier niet vaak en niet in extreme vorm voor. We merken echter door de klimaatverandering en opwarming van de Aarde dat er steeds warmere, en drogere zomers zijn in België. Door de aanhoudende hitte en droogte kunnen er dus ook natuurbranden ontstaan in natuurgebieden in België. Oorzaken van branden kunnen zowel van natuurlijke (denk aan blikseminslagen) als menselijke (brandstichting, ongedoofde sigarettenpeuk) aard zijn. Natuurbranden hebben een grote impact op hun omgeving, zowel voor de mens als de dieren en de algemene biodiversiteit.

### Welk soort aardobservatiegegevens ga je gebruiken?

- Eigen data verzamelen door op locatie veldwerk te doen
- Grondmetingen
- Satellietbeelden

**Beschrijf hoe je dit klimaatprobleem gaat bestuderen en welke gegevens je zal analyseren. Beschrijf ook hoe je de gegevens gaat verzamelen/ verwerven (max 250 woorden).**

Om de natuurbranden in België te bestuderen gaan we op drie manieren te werk. Eerst zal er een excursie plaatsvinden naar de Hoge Venen om daar de restanten van de branden te bekijken. Ook zullen we het landschap bestuderen om te kijken wat de mogelijke oorzaken en gevolgen zijn. Ook zal er eens nagedacht worden over mogelijke maatregelen die in dit gebied kunnen toegepast worden om branden te voorkomen, gelinkt aan bepaalde kenmerken in het landschap. Ten tweede zullen we gebruik maken van databanken van grondmetingen van overheidsinstanties, zoals die van het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België (KMI). Deze leveren ons interessante data over neerslag, droogte en hitte in België. We gaan deze data dan analyseren om te kijken welke impact droogte, hitte en neerslag hadden op het ontstaan van de natuurbrand in de Hoge Venen. Ook gaan we na of bliksem een mogelijke oorzaak kan zijn. Als laatste gaan we ook gebruik maken van satellietbeelden. Hierbij kijken we opnieuw naar beelden met gegevens over droogte en hitte, en ook over vegetatiestress. We bekijken deze beelden dan voor, tijdens en na de brand om te zien of er een verband is. Voor de satellietbeelden maken we voornamelijk gebruik van Terrascope, een online tool waarin we de infrarood en FAPAR-data kunnen bekijken van de Sentinel 2 satelliet. Ook zullen we eens een kijkje nemen op de pagina van de Worldview en data van MODIS van NASA. Deze geven ook zeer hoge-resolutie data van natuurbranden over heel de wereld.

### 3 FASE 2 – Onderzoek het klimaatprobleem

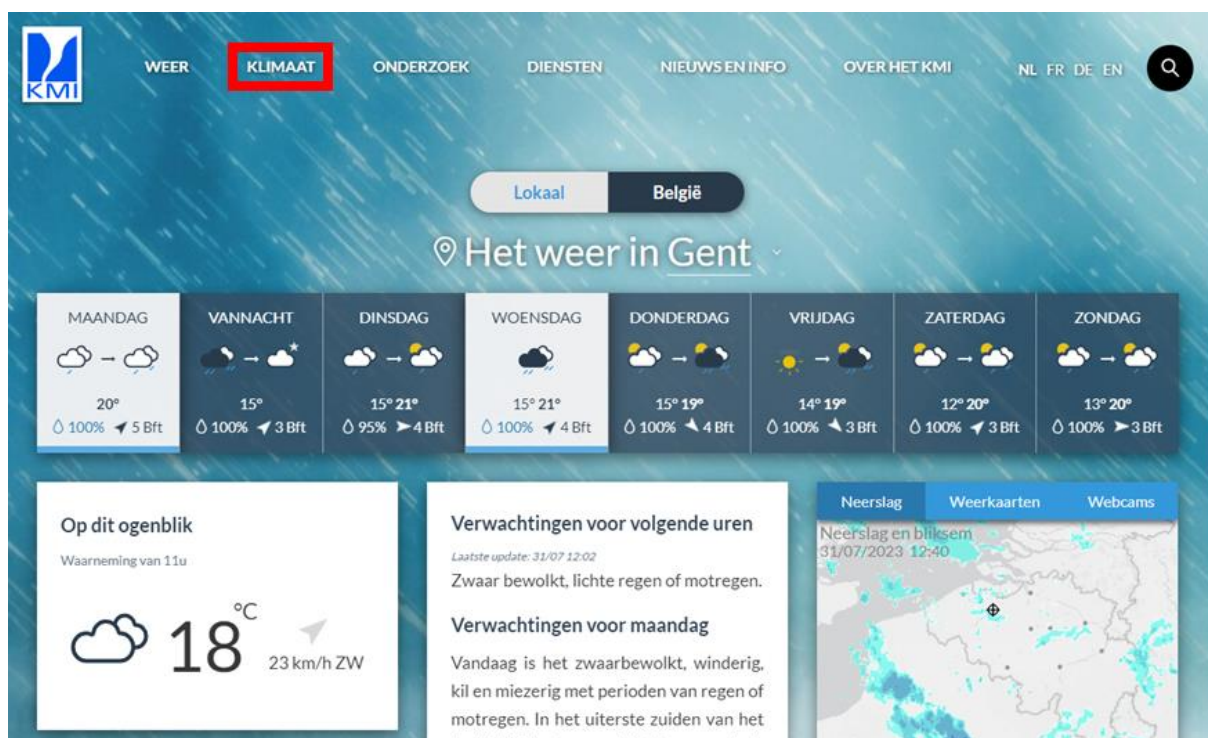
#### Gegevens verzamelen

Hier volgt een eenvoudige handleiding om op elke site de juiste data te verkrijgen, en we bekijken ook direct de data om de resultaten al te analyseren en enkele conclusies te trekken.

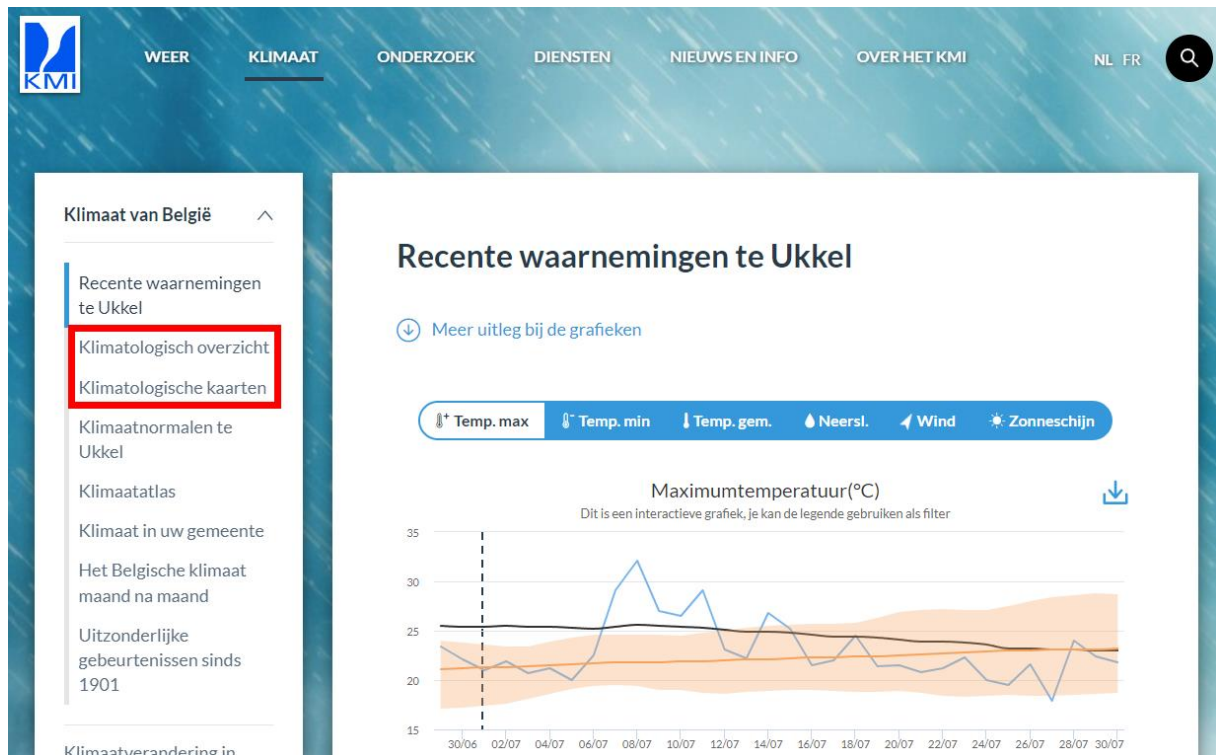
#### KMI

Ga naar je browser en tik volgende link in: <https://www.meteo.be/nl>. Je krijgt dan onderstaand scherm te zien.

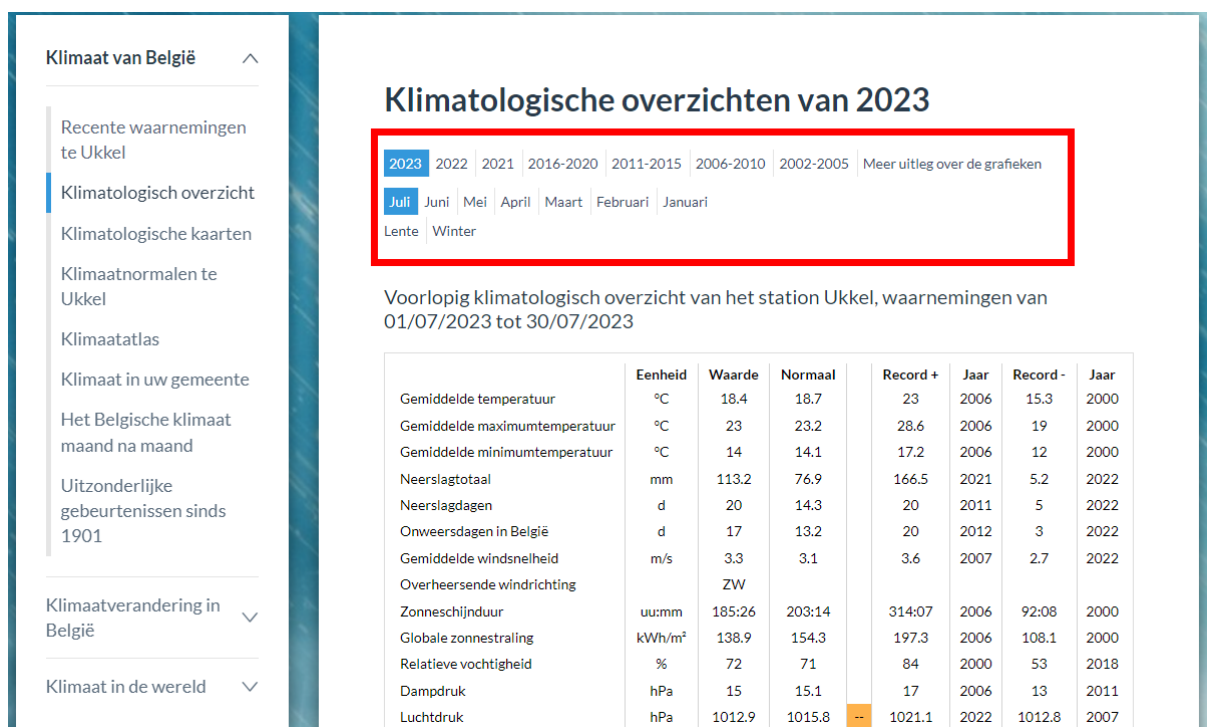
- Klik bovenaan op *Klimaat* en dan op *Klimaat van België*.



- Dan kom je op onderstaand beeld terecht. Daar gaan we *Klimatologisch overzicht* en *Klimatologische kaarten* gebruiken. Begin met *Klimatologisch overzicht* aan te klikken.



- In het klimatologisch overzicht kan je het jaartal en de maand of het seizoen selecteren. Je krijgt dan het overzicht van het station in Ukkel. Je krijgt dan een tabel met informatie over o. a. gemiddelde temperatuur, neerslagtotaal, onweersdagen, gemiddelde windsnelheid, windrichting, zonneschijnduur,... Daarbij wordt eerst de eenheid vermeld waarin gemeten is. In de volgende kolom staat de gemeten waarde. De waarden bij *normaal* duiden op de normalen: dit zijn de gemiddelde waardes voor die dag over de periode van 1991-2020. Daarnaast zijn ook de recordtemperaturen van de periode 1991-2022 weergegeven. Voor onze studie is dus vooral de tabel met waarden interessant. Ook kan het interessant zijn om deze eens te vergelijken met de normaal, om te zien of er bijvoorbeeld uitzonderlijk hoge temperaturen waren in die maand.
- De waarden in dat overzicht zijn wel enkel voor Ukkel, maar deze kunnen wel over het algemeen een algemene trend geven voor heel België. We bekijken deze data ook samen met de klimatologische kaarten, waarbij we dan kunnen vergelijken of de informatie uit het overzicht van Ukkel in ons studiegebied ook van toepassing is.



- Voor ons onderzoek van de natuurbrand in de Hoge Venen eind mei 2023, willen we dus kijken of de weken voor de brand gekenmerkt worden door langdurige of uitzonderlijke hitte en/of droogte. We bekijken eens het klimatologisch overzicht van maart, april en mei.

# Klimatologische overzichten van 2023

[2023](#)
[2022](#)
[2021](#)
[2016-2020](#)
[2011-2015](#)
[2006-2010](#)
[2002-2005](#)
[Meer uitleg over de grafieken](#)

[Juli](#)
[Juni](#)
[Mei](#)
[April](#)
[Maart](#)
[Februari](#)
[Januari](#)

[Lente](#)
[Winter](#)

Maart 2023 in [cijfers](#), [grafieken](#) en [kaarten](#)

**Maart 2023: Zeer natte en sombere maand**

| Overzicht voor Ukkel sinds 1991 | Recordwaarden en indeling voor Ukkel sinds 1901 |        |         |    | Algemeen overzicht |      |          |      |
|---------------------------------|-------------------------------------------------|--------|---------|----|--------------------|------|----------|------|
|                                 | Eenheid                                         | Waarde | Normaal |    | Record +           | Jaar | Record - | Jaar |
| Gemiddelde temperatuur          | °C                                              | 7.5    | 7.1     |    | 9.6                | 2017 | 3        | 2013 |
| Gemiddelde maximumtemperatuur   | °C                                              | 10.8   | 10.9    |    | 14.2               | 2014 | 6.3      | 2013 |
| Gemiddelde minimumtemperatuur   | °C                                              | 4.1    | 3.5     |    | 6.2                | 1991 | 0.1      | 2013 |
| Neerslagtotaal                  | mm                                              | 126.5  | 59.3    | ++ | 140.5              | 2008 | 2.2      | 2022 |
| Neerslagdagen                   | d                                               | 24     | 15.7    | +  | 24                 | 2008 | 3        | 1993 |
| Sneeuwdagen                     | d                                               | 1      | 2.7     |    | 13                 | 1995 | 0        | 2021 |
| Onweersdagen in België          | d                                               | 9      | 4.4     | ++ | 11                 | 2019 | 0        | 2022 |
| Gemiddelde windsnelheid         | m/s                                             | 4.4    | 3.9     | +  | 4.9                | 1994 | 2.9      | 2012 |
| Overheersende windrichting      |                                                 | ZW     |         |    |                    |      |          |      |
| Zonneschijnduur                 | uu:mm                                           | 83:08  | 125:45  |    | 227:14             | 2022 | 48:19    | 2001 |
| Globale zonnestraling           | kWh/m²                                          | 61.9   | 76.5    | -  | 103.3              | 2022 | 53.4     | 2001 |
| Relatieve vochtigheid           | %                                               | 81     | 75      | ++ | 84                 | 2001 | 63       | 2022 |
| Dampdruk                        | hPa                                             | 8.6    | 7.6     | ++ | 9.2                | 1991 | 5.2      | 2013 |
| Luchtdruk                       | hPa                                             | 1009.9 | 1016.3  | -  | 1027.1             | 2012 | 1003.1   | 2018 |

## April 2023 in [cijfers](#), [grafieken](#) en [kaarten](#)

*April 2023: Koude, natte en sombere maand*

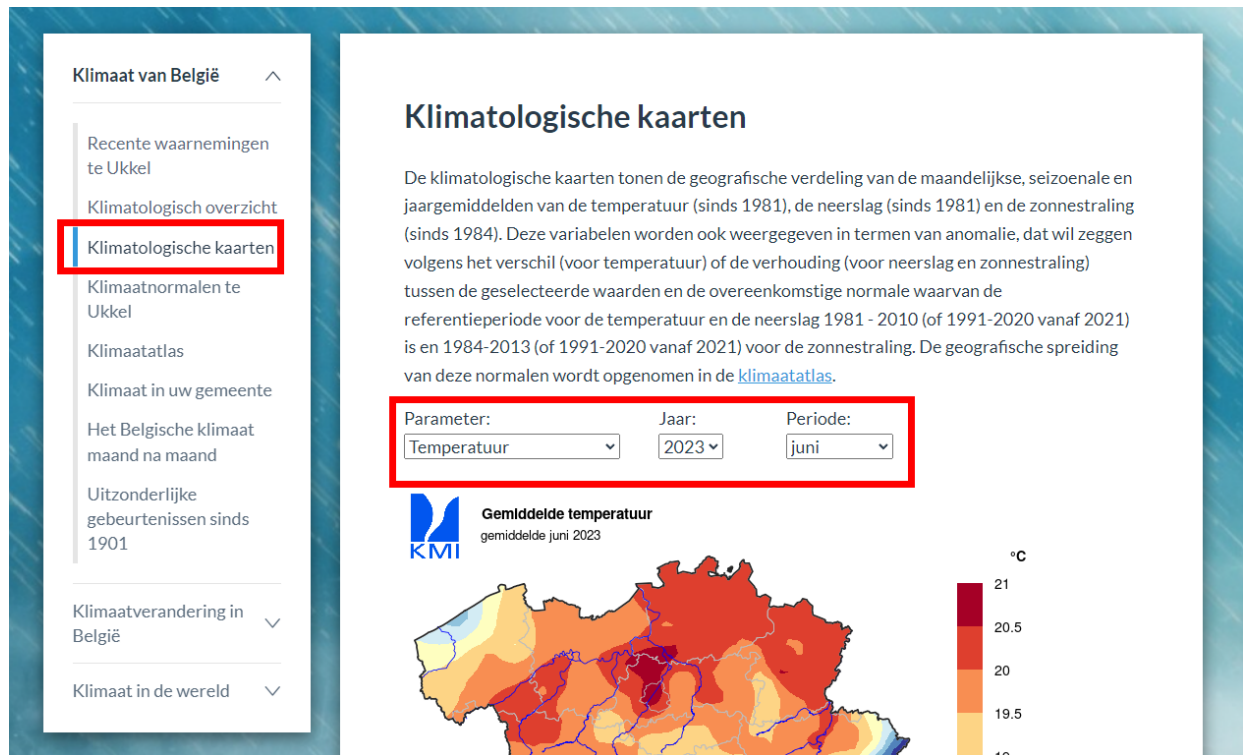
| Overzicht voor Ukkel sinds 1991 |         | Recordwaarden en indeling voor Ukkel sinds 1901 |         |   | Algemeen overzicht |      |          |      |
|---------------------------------|---------|-------------------------------------------------|---------|---|--------------------|------|----------|------|
|                                 | Eenheid | Waarde                                          | Normaal |   | Record +           | Jaar | Record - | Jaar |
| Gemiddelde temperatuur          | °C      | 9                                               | 10.4    |   | 14.3               | 2007 | 7.3      | 2021 |
| Gemiddelde maximumtemperatuur   | °C      | 13                                              | 15      |   | 20.5               | 2007 | 11.8     | 2021 |
| Gemiddelde minimumtemperatuur   | °C      | 5.2                                             | 6       |   | 8.8                | 2011 | 2.5      | 2021 |
| Neerslagtotaal                  | mm      | 66.3                                            | 46.7    |   | 134.3              | 2001 | 0        | 2007 |
| Neerslagdagen                   | d       | 19                                              | 13.1    |   | 23                 | 2001 | 0        | 2007 |
| Onweersdagen in België          | d       | 5                                               | 8.1     |   | 15                 | 1998 | 1        | 2017 |
| Gemiddelde windsnelheid         | m/s     | 3.5                                             | 3.5     |   | 4.2                | 1991 | 2.8      | 2017 |
| Overheersende windrichting      |         | NO                                              |         |   |                    |      |          |      |
| Zonneschijnduur                 | uu:mm   | 149:02                                          | 171:16  |   | 301:02             | 2007 | 82:33    | 2001 |
| Globale zonnestraling           | kWh/m²  | 101.8                                           | 117.5   |   | 158.8              | 2007 | 78.7     | 1995 |
| Relatieve vochtigheid           | %       | 76                                              | 69      | + | 79                 | 2001 | 57       | 2020 |
| Dampdruk                        | hPa     | 8.6                                             | 8.6     |   | 10.1               | 2018 | 6.4      | 2021 |
| Luchtdruk                       | hPa     | 1016.3                                          | 1014.6  |   | 1021.5             | 1997 | 1003.9   | 1998 |

## Mei 2023 in [cijfers](#), [grafieken](#) en [kaarten](#)

*Mei 2023: Zonnige en iets drogere maand*

| Overzicht voor Ukkel sinds 1991 | Recordwaarden en indeling voor Ukkel sinds 1901 |        |         |    | Algemeen overzicht |      |          |      |
|---------------------------------|-------------------------------------------------|--------|---------|----|--------------------|------|----------|------|
|                                 | Eenheid                                         | Waarde | Normaal |    | Record +           | Jaar | Record - | Jaar |
| Gemiddelde temperatuur          | °C                                              | 14     | 13.9    |    | 16.4               | 2008 | 10.4     | 1991 |
| Gemiddelde maximumtemperatuur   | °C                                              | 18.5   | 18.4    |    | 21.8               | 2018 | 14.6     | 1996 |
| Gemiddelde minimumtemperatuur   | °C                                              | 9.3    | 9.2     |    | 11.4               | 2008 | 6        | 1991 |
| Neerslagtotaal                  | mm                                              | 48.8   | 59.7    |    | 132.5              | 2013 | 5.4      | 2020 |
| Neerslagdagen                   | d                                               | 8      | 14.7    | -- | 22                 | 2021 | 6        | 2020 |
| Onweersdagen in België          | d                                               | 11     | 12.3    |    | 20                 | 2006 | 4        | 1991 |
| Gemiddelde windsnelheid         | m/s                                             | 3.3    | 3.3     |    | 3.9                | 2006 | 2.8      | 2018 |
| Overheersende windrichting      |                                                 | N      |         |    |                    |      |          |      |
| Zonneschijnduur                 | uu:mm                                           | 230:33 | 198:17  |    | 301:14             | 2020 | 97:11    | 1996 |
| Globale zonnestraling           | kWh/m²                                          | 156.2  | 149.6   |    | 192                | 2020 | 106.2    | 1996 |
| Relatieve vochtigheid           | %                                               | 73     | 70      |    | 77                 | 2000 | 57       | 2020 |
| Dampdruk                        | hPa                                             | 11.5   | 11      |    | 13.3               | 2000 | 9        | 1991 |
| Luchtdruk                       | hPa                                             | 1020.8 | 1015.9  | ++ | 1021.8             | 1991 | 1011.5   | 2007 |

- We zien bij de korte omschrijving bij de maand maart dat het een zeer natte en sombere maand was. April was een koude, natte en sombere maand. In mei was het een zonnige en iets drogere maand.
- We halen nu eerst de klimatologische kaarten er even bij, en zullen deze daarna samen met het overzicht proberen interpreteren. Selecteer in het overzicht rechts nu *Klimatologische kaarten*. Dan krijg je onderstaand beeld te zien.

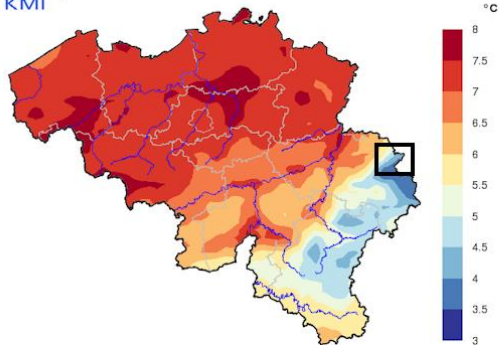


- Nu kan je de parameter, het jaar en de periode selecteren. Bij parameter is het interessant om kaartjes voor temperatuur en neerslag te bekijken. Ook temperatuur (afwijking) en neerslag (afwijking) zijn interessant. Deze geven de afwijking van de normaal, wat een duidelijk beeld geeft van eventuele uitzonderlijke droogte of hitte. Voor jaar behouden we 2023. Voor periode bekijken we opnieuw maart, april en mei. Het onderzoeksgebied waar de natuurbrand plaatsvond is aangeduid met een zwart kadertje.

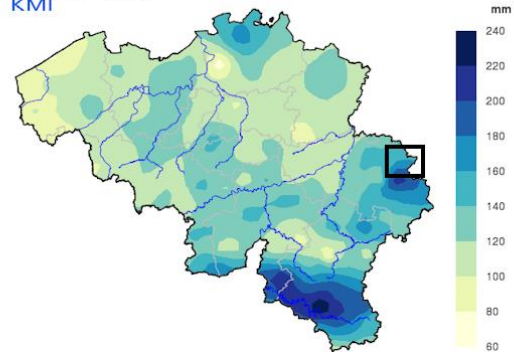
Parameter:  Jaar:  Periode:



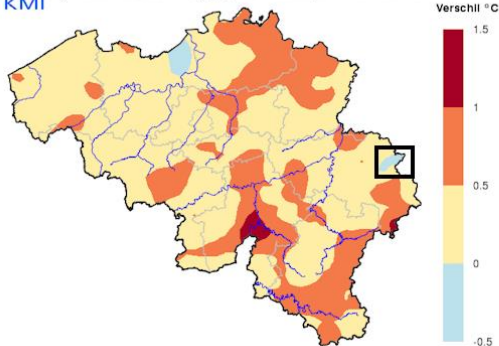
**Gemiddelde temperatuur**  
gemiddelde maart 2023



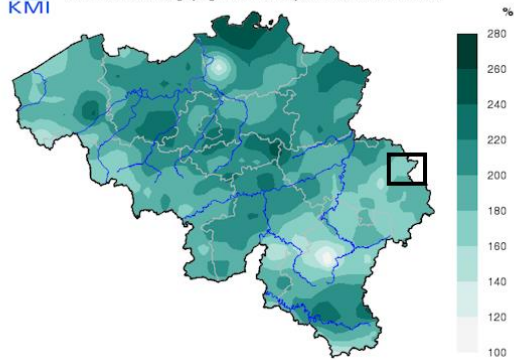
**Neerslaghoeveelheid**  
totaal maart 2023



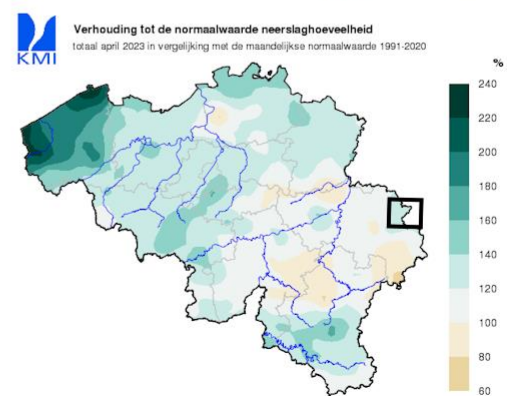
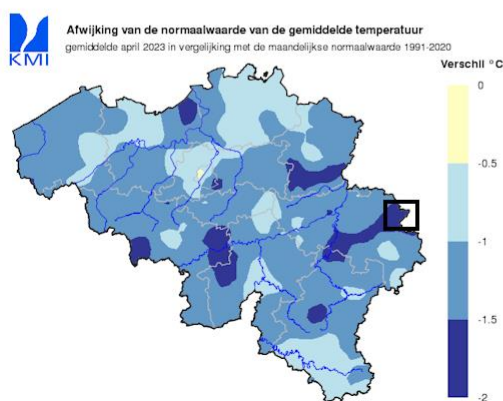
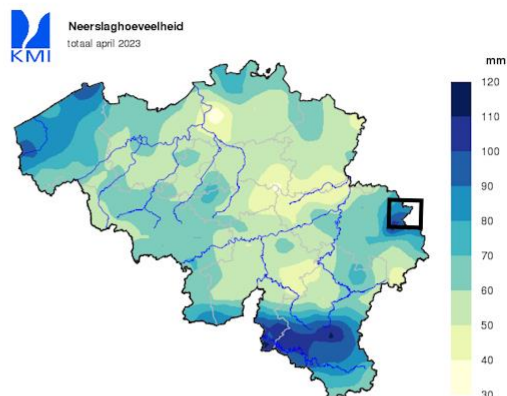
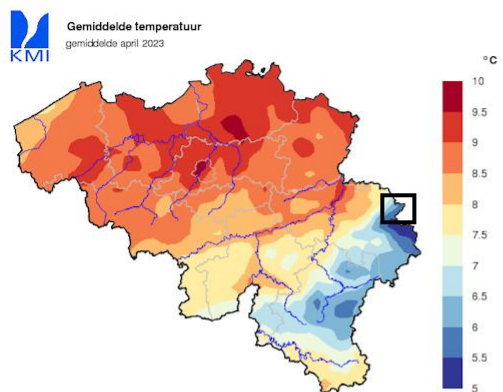
**Afwijking van de normaalwaarde van de gemiddelde temperatuur**  
gemiddelde maart 2023 in vergelijking met de maandelijkse normaalwaarde 1991-2020

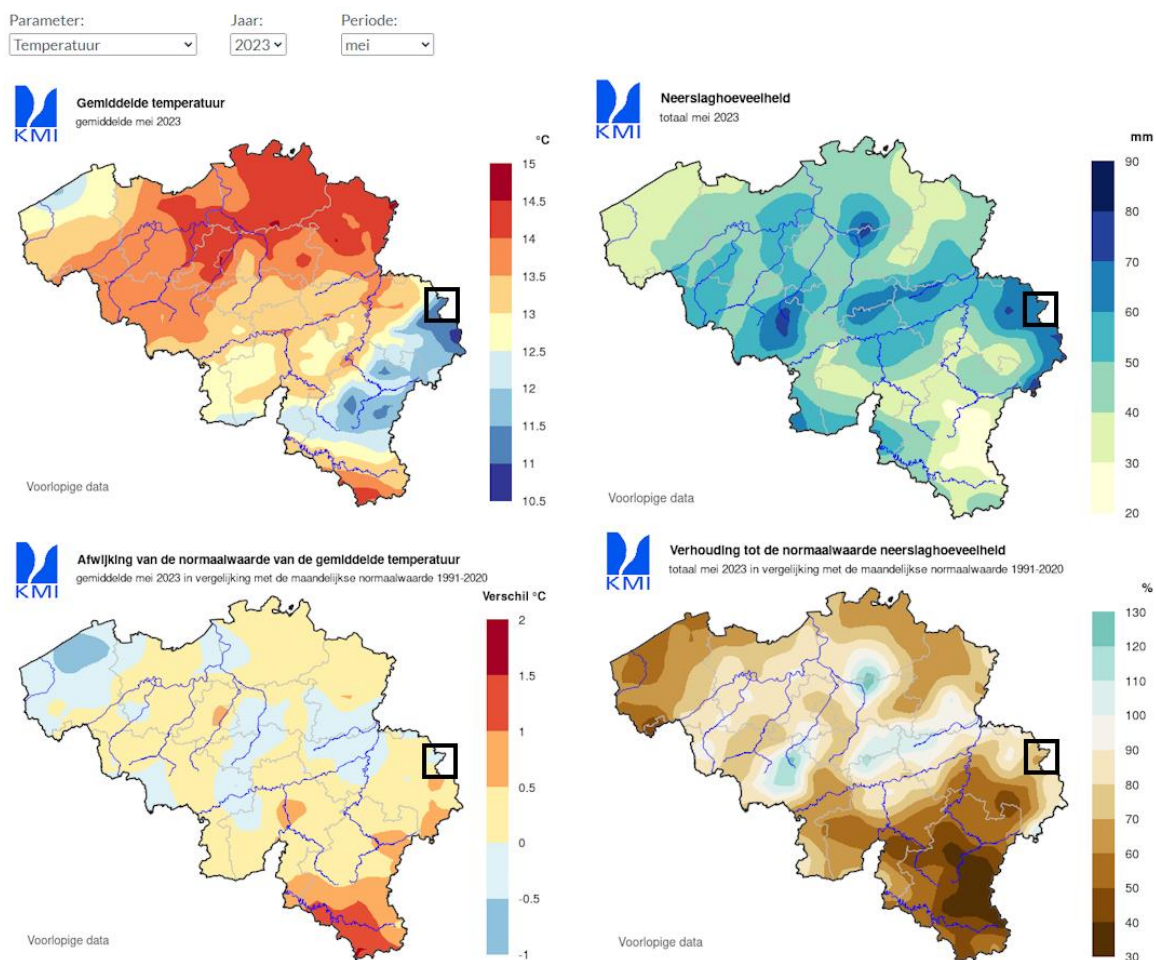


**Verhouding tot de normaalwaarde neerslaghoeveelheid**  
totaal maart 2023 in vergelijking met de maandelijkse normaalwaarde 1991-2020



Parameter:  Jaar:  Periode:





We bekijken eerst de maand **maart**. De gemiddelde temperatuur in Ukkel bedraagt  $7.5^{\circ}\text{C}$ . De normaal bedraagt  $7.1^{\circ}\text{C}$ . De maand maart was dus iets warmer dan gemiddeld, maar dit vormt geen opmerkelijke stijging. Het neerslagtotaal bedraagt 126.5 mm, terwijl de normaal 59.3 mm is. Hier zien we dus een extreme afwijking van de normaal: het heeft meer dan dubbel zoveel geregend in de maand maart vergeleken met de normaalwaarden. Op de kaartjes zien we dat de gemiddelde temperatuur in ons studiegebied een stuk lager was, maar zo goed als niet afwijkt van de normaal: er is een negatief verschil van  $-0.5^{\circ}\text{C}$ . Het was daar dus iets kouder dan gemiddeld. Het kaartje met de neerslaghoeveelheden toont dat het in ons onderzoeksgebied opmerkelijk meer geregend heeft dan gewoonlijk, zoals ook al duidelijk was uit de data in Ukkel.

Deze maand toont dus zeker geen omstandigheden die zouden kunnen leiden tot een natuurbrand. De overvloedige hoeveelheid regen zorgt ervoor dat de grond vochtig is waardoor de kans op branden zeer laag is.

Dan bekijken we de maand **april**. Hier bedraagt de gemiddelde temperatuur in Ukkel  $9^{\circ}\text{C}$ . De normaal bedraagt  $10.4^{\circ}\text{C}$ . De gemiddelde maximumtemperatuur is  $13^{\circ}\text{C}$ , wat  $2^{\circ}\text{C}$  kouder is dan de normaalwaarden. Het was dus wat kouder dan gewoonlijk tijdens de maand april. Het neerslagtotaal is 66.3 mm, wat opnieuw toch wat hoger is dan de normaal van 46.7 mm. Op het kaartje met de temperatuur en de afwijking van de temperatuur is te zien dat in het onderzoeksgebied de temperatuur gemiddeld  $2^{\circ}\text{C}$  lager ligt dan normaal.

Dit komt overeen met de waarden in Ukkel. De neerslaghoeveelheid is opnieuw ook hoger dan de normaalwaarde.

De maand april toont dus, net zoals de maand maart, geen omstandigheden die zouden kunnen leiden tot een natuurbrand. Het was kouder en een stuk natter dan gewoonlijk.

Tot slot bekijken we de maand mei. De natuurbrand vond plaats op het einde van de maand mei. De gemiddelde temperatuur bedraagt hier 14°C, wat 0.1°C hoger is dan de normaalwaarde. Ook de gemiddelde maximum- en minimumtemperatuur hebben maar een afwijking van 0.1°C. De gemiddelde temperatuur is dus zoals normaal. Het neerslagtotaal bedraagt 48.8 mm. Dit is minder dan de normaalwaarde van 59.7 mm. Het aantal neerslagdagen bedraagt 8, terwijl de normaal 14.7 bedraagt. We zien dus dat, in tegenstelling tot de vorige maanden, er nu minder neerslag viel dan het gemiddelde. Als we de zonneschijnduur eens bekijken bedraagt dit 230 uur en 33 minuten, ook heel wat meer dan de normaalwaarde van 198 uur en 17 minuten. Als we de kaartjes bekijken, tonen ze een koudere temperatuur dan in Ukkel. Er is een negatieve afwijking van -0.5°C ten opzichte van de normaal. Het kaartje met de neerslag en de afwijking toont dat het inderdaad een stuk minder regende dan gewoonlijk.

Voor de maand mei kunnen we dus besluiten dat de temperaturen zoals normaal waren. Er viel wel opmerkelijk minder neerslag. Maar gezien de zeer natte maanden maart en april, zal deze mindere hoeveelheid neerslag uit mei bij geen extreem hoge temperaturen, waarschijnlijk nog niet echt voor een tekort aan water gezorgd hebben. Het zal dus niet uitzonderlijk droog geweest zijn wanneer de natuurbrand plaatsvond. Als we bij mei 2023 op *Algemeen overzicht* klikken boven de metingen, vertelt dit ons wel dat alle neerslag voor de 15<sup>e</sup> mei viel. Na de 16<sup>e</sup> viel er geen neerslag meer. Dit duidt er dus wel op dat de vegetatie en bovengrond al twee weken droog was wanneer de brand uitbrak. Er was dus nog geen extreme droogte, maar het zal wel droog genoeg geweest zijn zodat de brand kon ontstaan en kon uitbreiden.

## Mei 2023 in [cijfers](#), [grafieken](#) en [kaarten](#)

**Mei 2023: Zonnige en iets drogere maand**

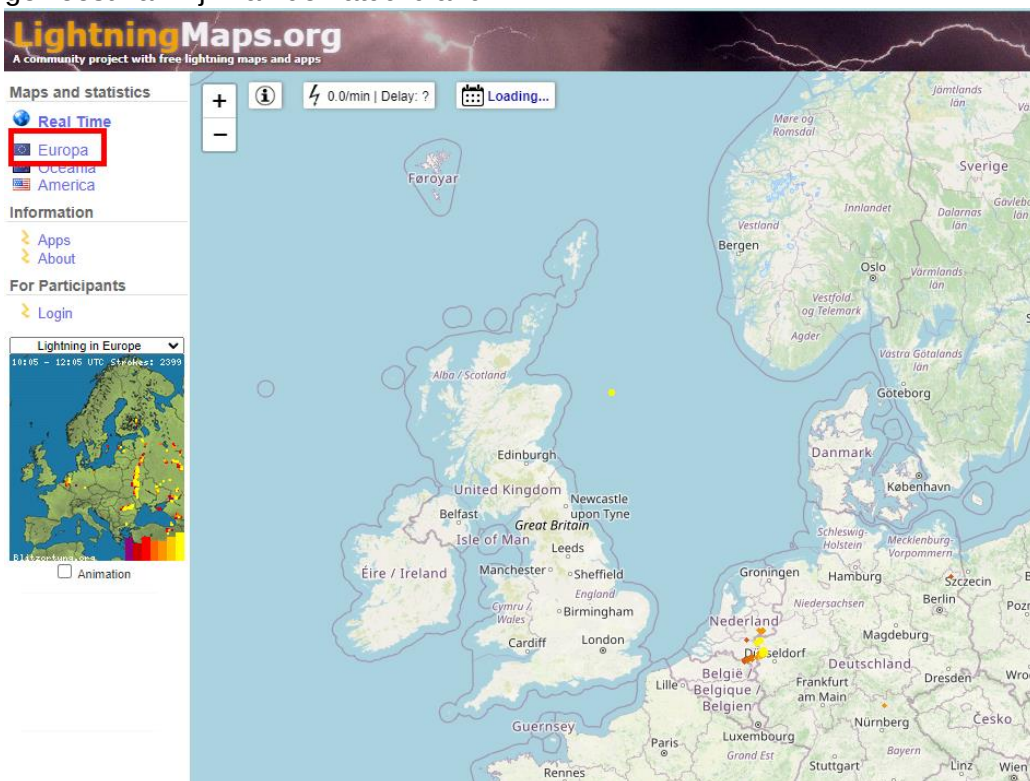
Overzicht voor Ukkel sinds 1991

Recordwaarden en indeling voor Ukkel sinds 1901

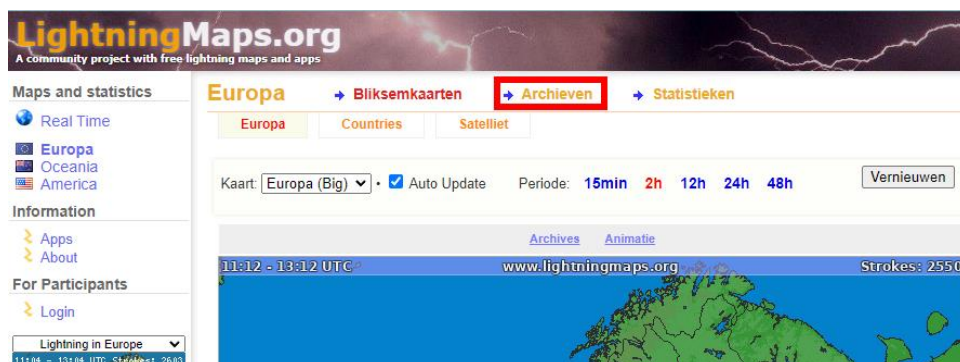
Algemeen overzicht

## Onderzoeksdata van Lightningmaps

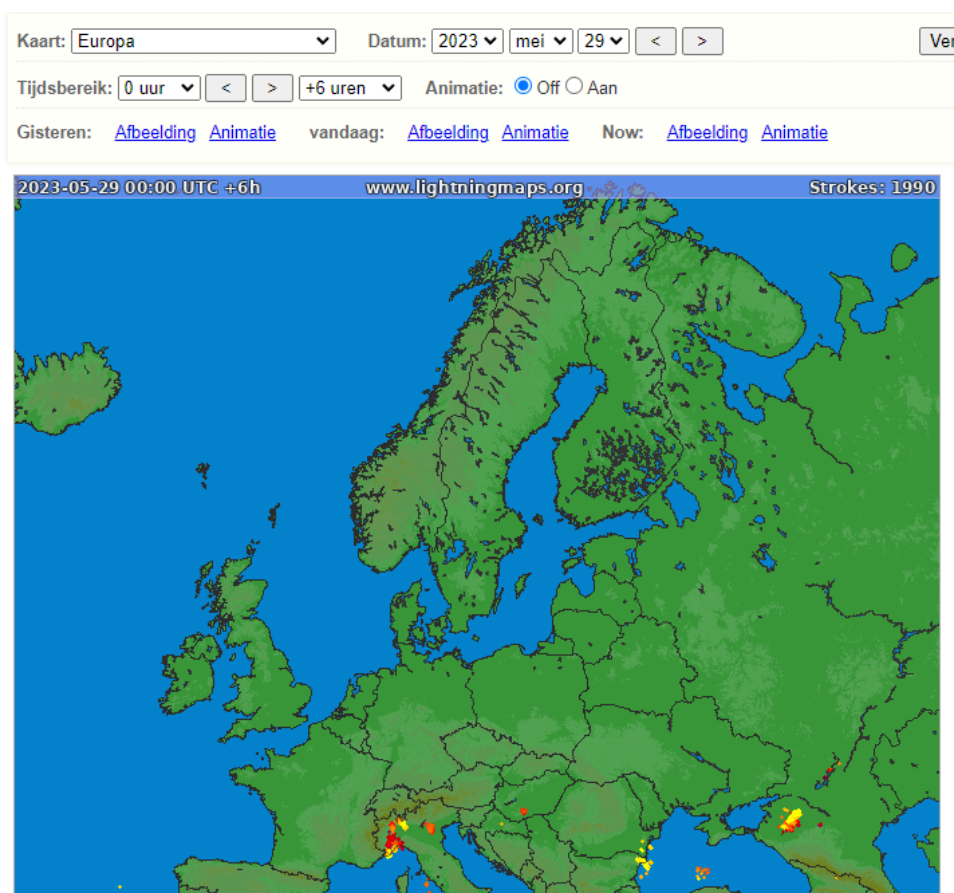
Via de website <https://www.lightningmaps.org/> is het mogelijk om de actuele onweders en blikseminslagen over de wereld te bekijken. Klik dan rechts op *Europa* om bliksemkaarten te kunnen bekijken. Zo kunnen we nagaan of een blikseminslag een mogelijke oorzaak geweest kan zijn van de natuurbrand.



- Dan klik je door op *Archieven* en daar kan je de correcte datum instellen: 2023 mei 29.



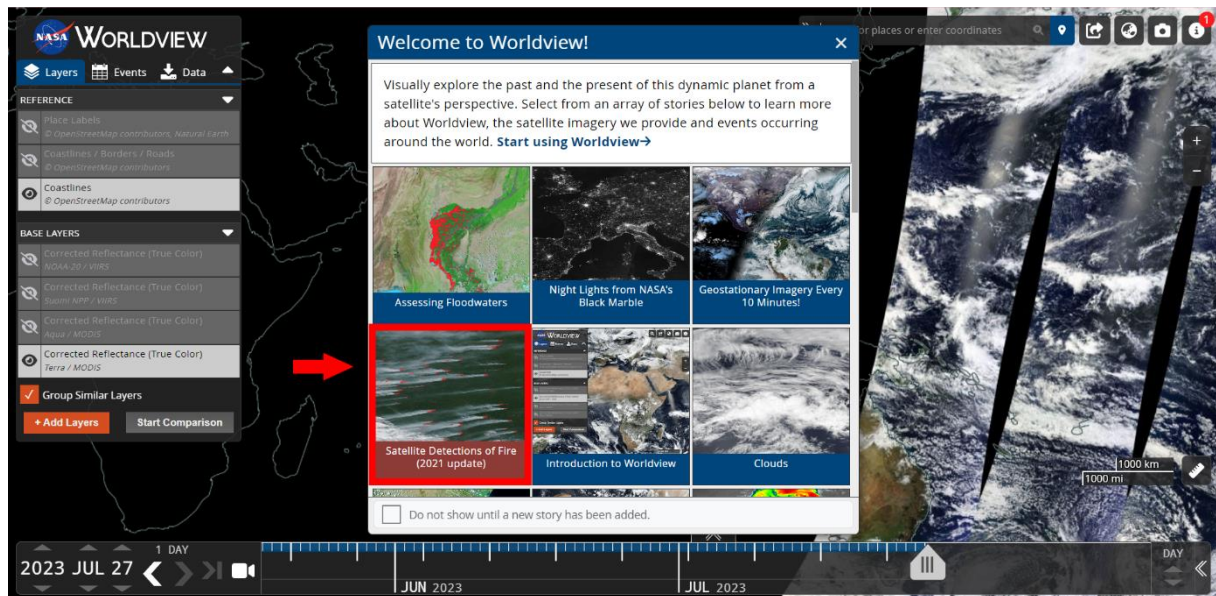
- Dit geeft volgend resultaat:



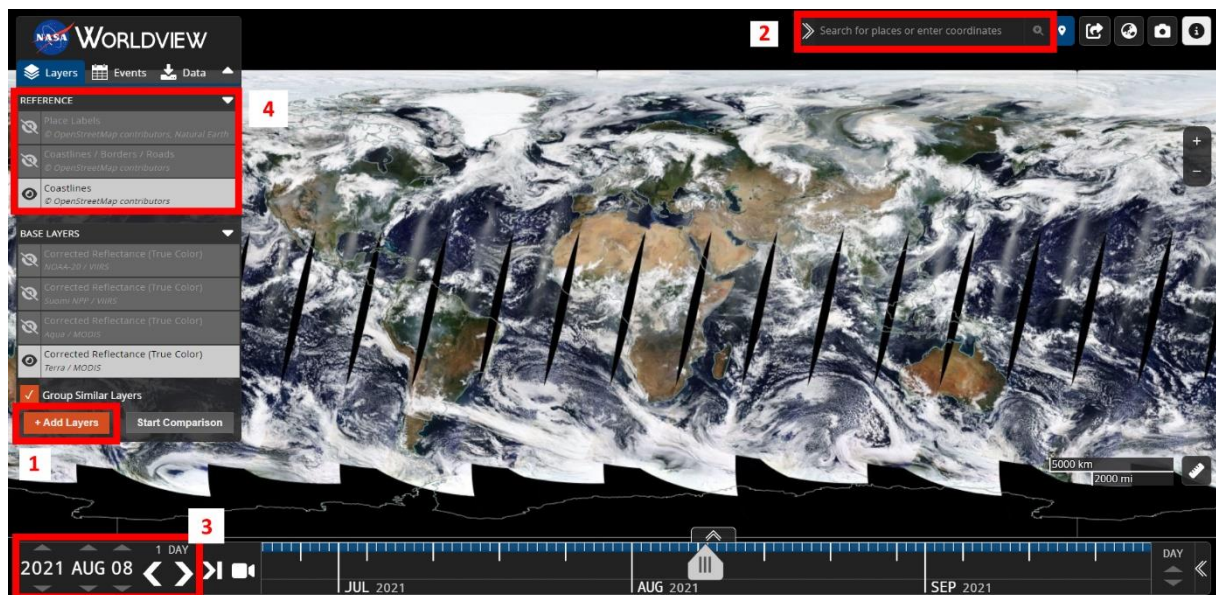
We zien dus dat er geen blikseminslagen in België waren op 29 mei. Bliksem kan dus niet de oorzaak geweest zijn van de brand.

### Worldview

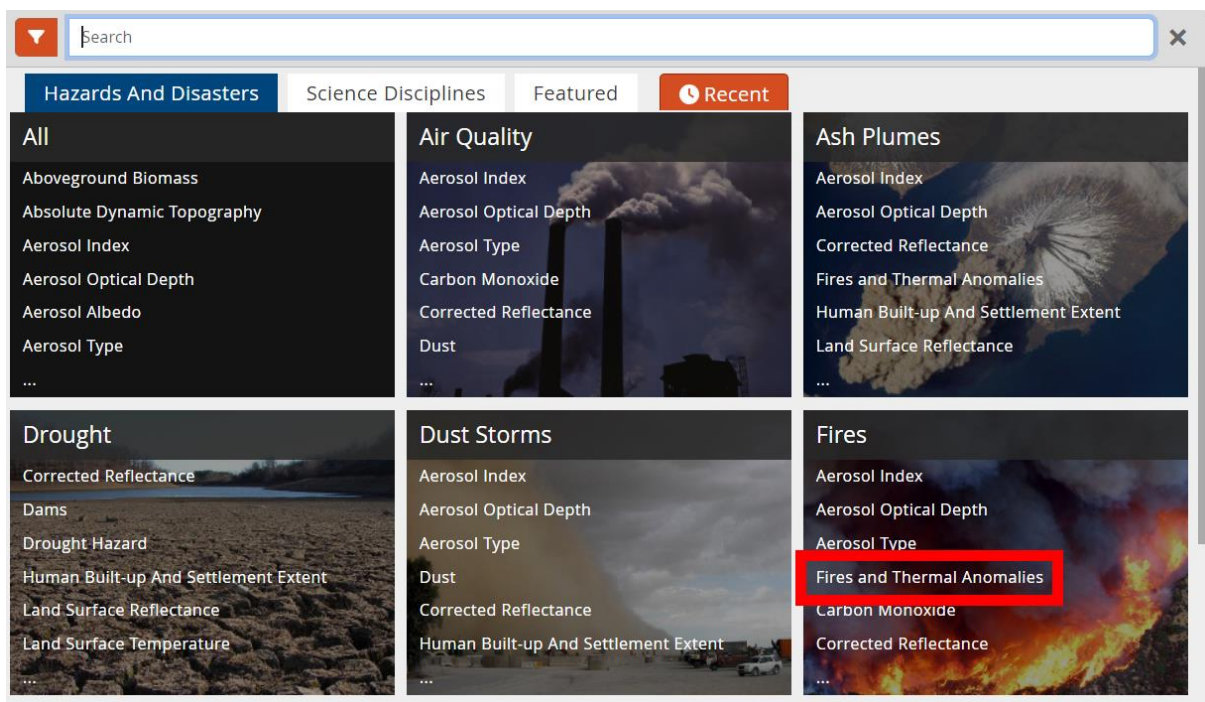
Ga naar je browser en tik volgende link in: <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>. Je krijgt dan onderstaand scherm te zien. Daarbij behoud je de standaard instellingen, en selecteer je in het schermpje 'Welcome to Worldview' de optie *Satellite Detections of Fire (2021 update)*.



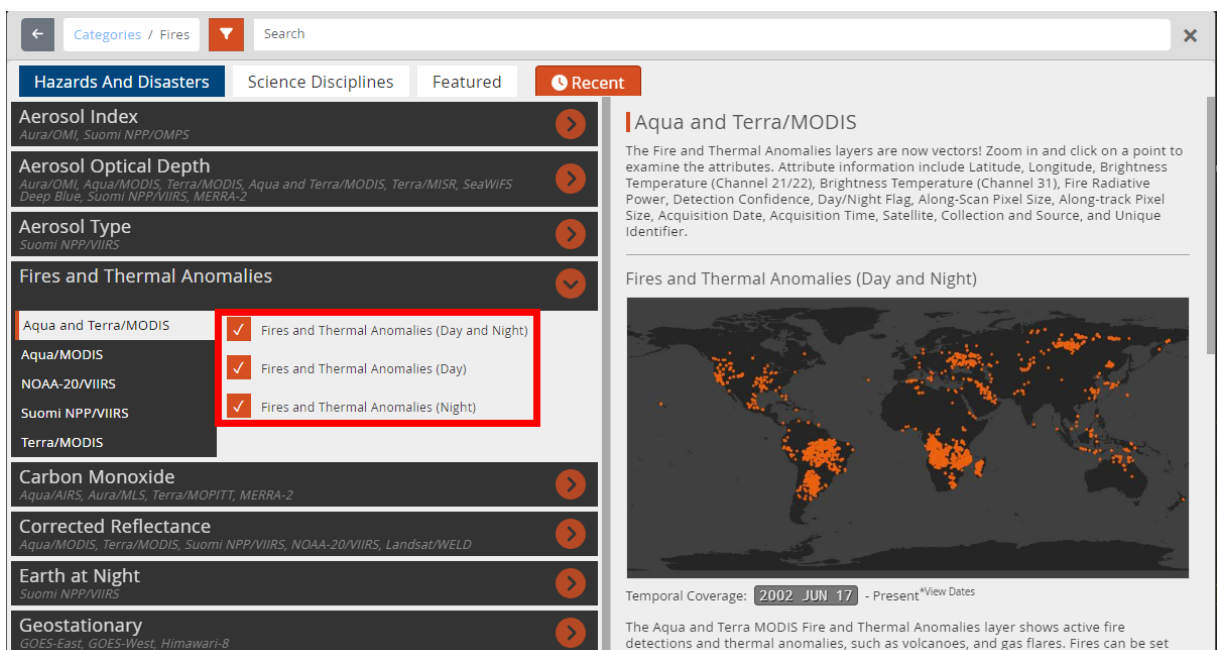
- Dan krijg je volgend overzichtsscherm:



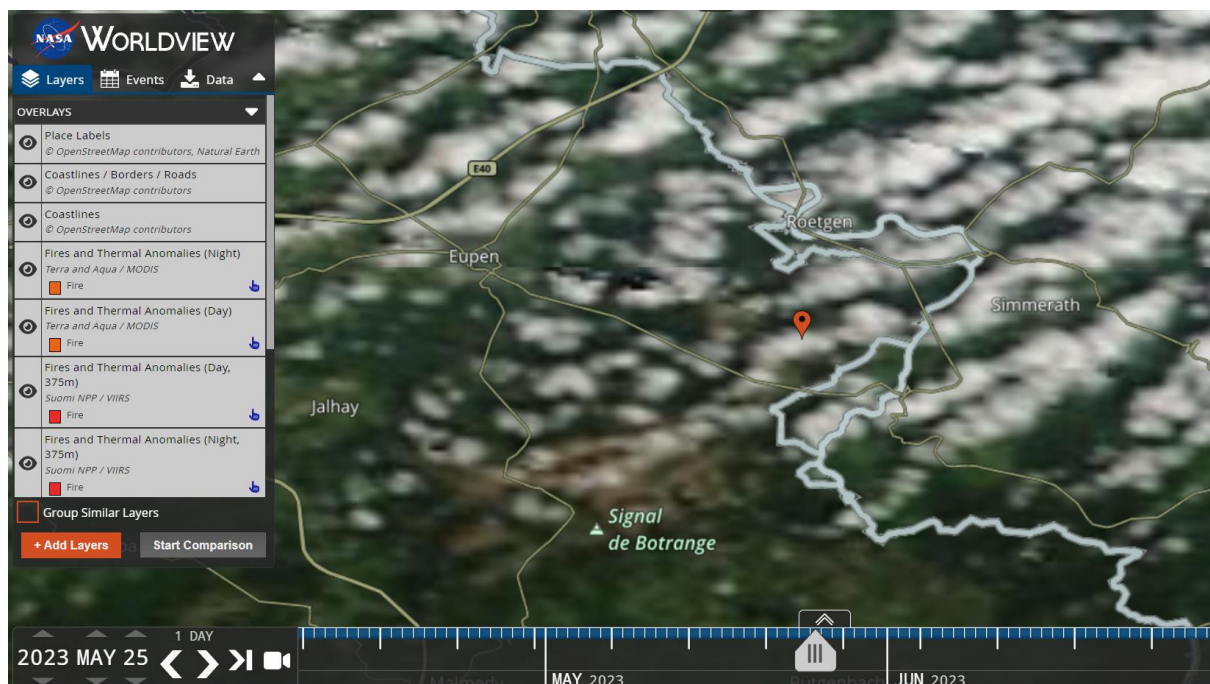
- Druk op (1) '+Add Layers'. Daarna krijg je volgend overzicht. Klik daarbij bij 'Fires' op *Fires and Thermal Anomalies*.



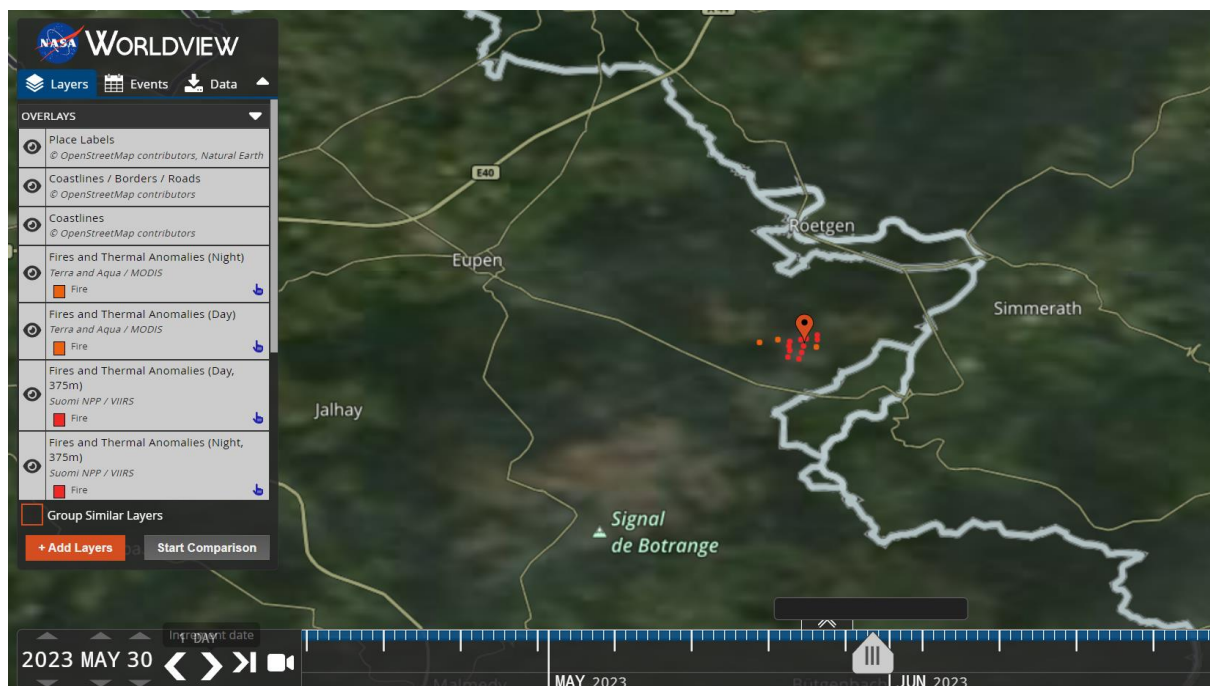
- Je krijgt nu volgend scherm te zien. Daarop selecteer je *Fires and Thermal Anomalies (Day and Night)*, *Fires and Thermal Anomalies (Day)* en *Fires and Thermal Anomalies (Night)*. Hierdoor krijg je de branden overdag te zien op de satellietbeelden. Deze laag wordt nu ingeladen in het overzichtsscherm aan de linkerkant. Branden worden nu in het oranje aangeduid op de kaart.



- Daarna komen we vanzelf terug bij het overzichtsscherm. Daarbij kan je bij (2) een locatie ingeven. Voor ons onderzoek naar de brand in de Hoge Venen eind mei 2023, geef je volgende locatie in:  $50.58945^{\circ}\text{N}$ ,  $6.18823^{\circ}\text{E}$ . Dit is de locatie waar de brand bij in de buurt plaatsvond.
- Bij (3) kan je naar de juiste datum gaan. Neem hier 25 mei 2023. Als je een beetje uitzoomt krijg je volgend beeld.



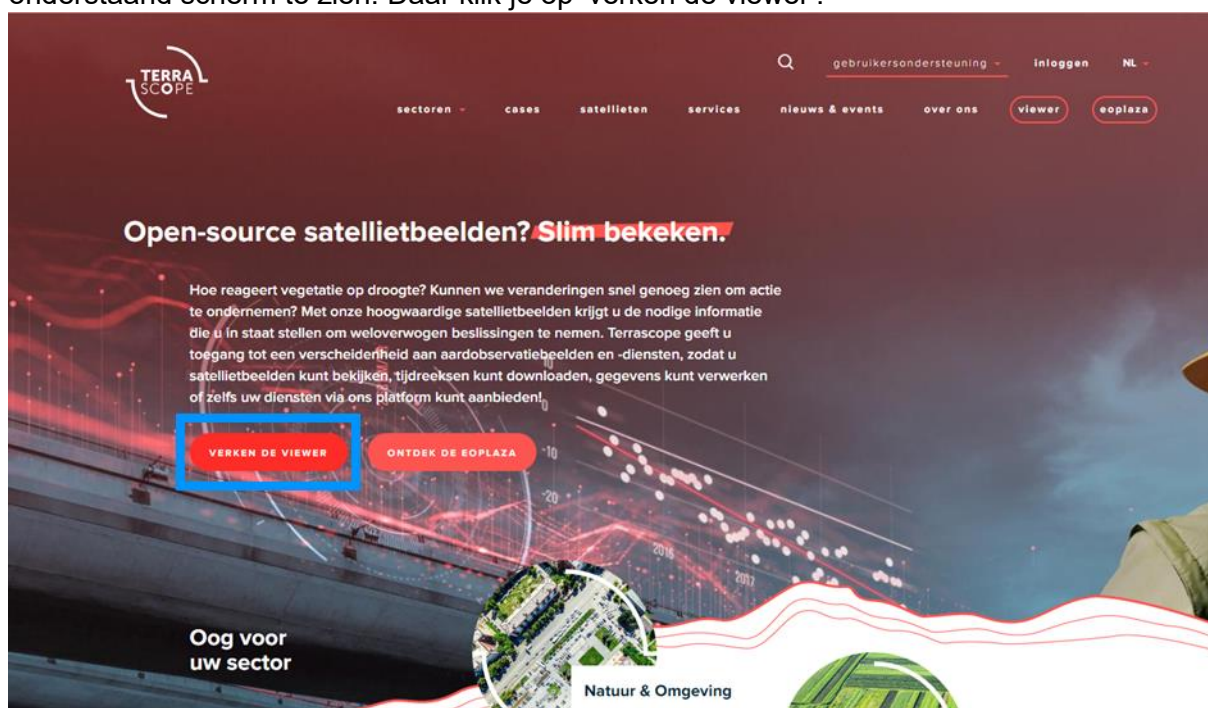
- Hierop zie je nu dat er in de Hoge Venen nog geen brand is. Wel zie je ten oosten en ten zuiden van onze locatie enkele oranje stipjes. Deze duiden aan dat er op die locaties branden zijn. Je kan op een stipje klikken om meer informatie te krijgen over die brand. Wanneer je dan bij (3) verder gaat in de tijd, telkens een dagje vooruit met de pijltjes, zie dat dat er op 30 mei duidelijk verschillende oranje stipjes zijn. Deze duiden aan dat er op die locaties branden zijn. Je kan op een stipje klikken om meer informatie te krijgen over de brandhaarden. Deze branden zijn duidelijk in de buurt van onze locatie. Dit zijn dus de bosbranden in de Hoge Venen waar we nu naar kijken. Nu weten we in welke locatie de bosbranden voorkomen, en kunnen we verder met satellietdata van de Terrascope om de locatie eens beter te bestuderen in infrarood en met de FAPAR data.



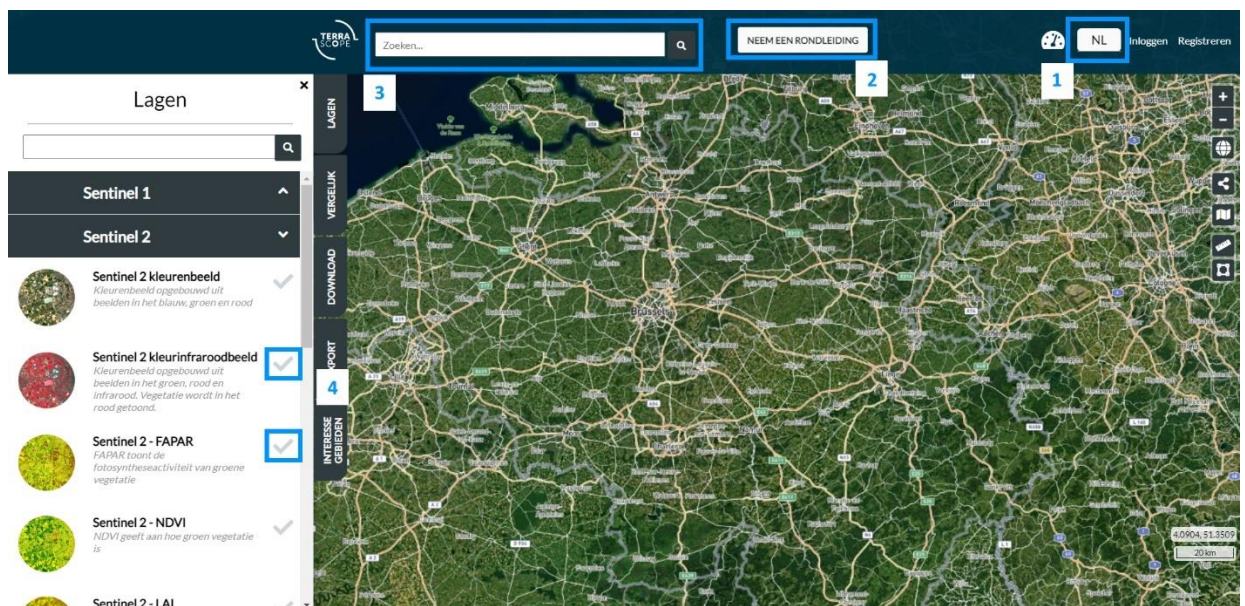
- In (4) kan je in het lagen overzicht ook nog de eerste lagen *Place Labels* en *Coastlines/ Borders/ Roads* en *Coastlines* aanzetten door op het oogje te klikken. Dat maakt het handiger om je te oriënteren op de kaart.
- Zo kan je de data van Worldview gebruiken om natuurbranden te bestuderen. Speel eens een beetje met de verschillende lagen en voeg nog eens wat extra lagen toe zoals bij stap (1) om te kijken of er nog andere interessante informatie te verkrijgen is over branden. Denk bijvoorbeeld aan *land surface temperature* om de temperaturen te bekijken voor, tijdens en na de branden.

## Onderzoeksdata van Terrascope

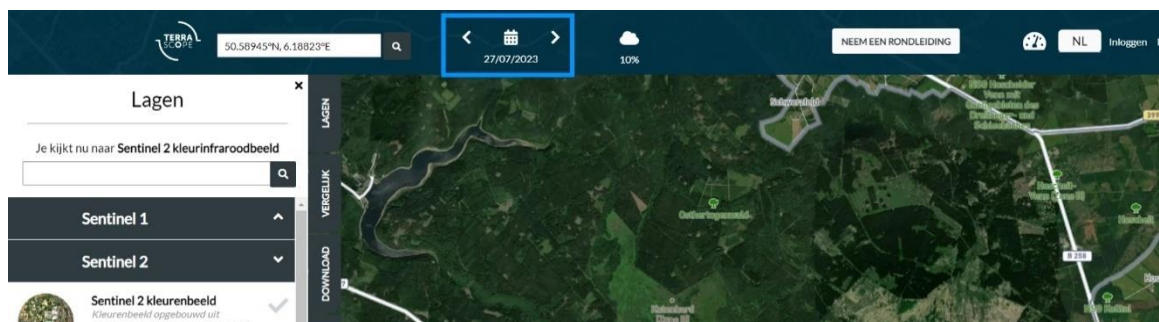
Ga naar je browser en tik volgende link in: <https://terrascope.be/nl>. Je krijgt dan onderstaand scherm te zien. Daar klik je op 'verken de viewer'.



- Nu krijg je onderstaand beeld te zien. Als dit in het Engels is, klik je rechtsboven (1) om de taal aan te passen door 'NL' te selecteren voor Nederlands. Daarna klik je bij (2) op 'neem een rondleiding'. Nu krijg je een overzicht van de verschillende belangrijkste toepassingen en functies van Terrascope.

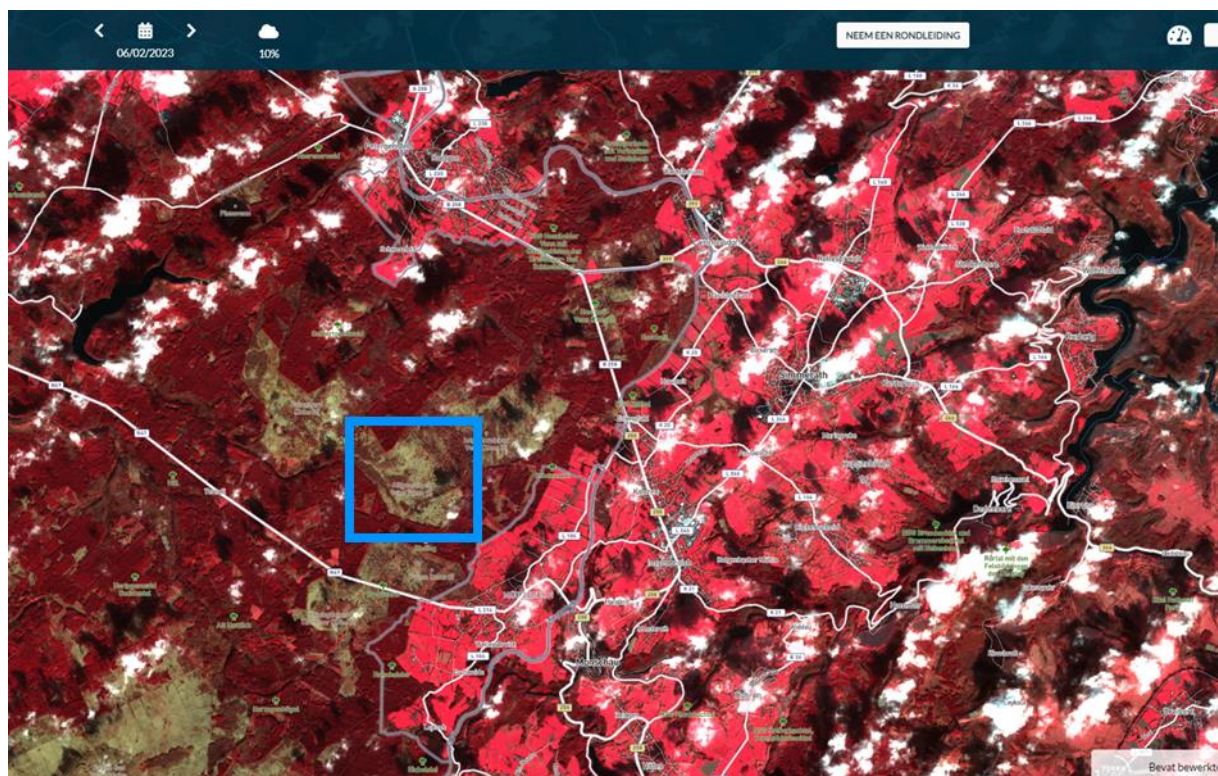


- Voor dit onderzoek willen we de branden in de Hoge Venen onderzoeken. Hiervoor voeren we in de zoekbalk (3) opnieuw de gekende coördinaten van de buurt van de locatie met de natuurbranden in:  $50.58945^{\circ}\text{N}$ ,  $6.18823^{\circ}\text{E}$ .
- Wij willen in dit onderzoek de impact van droogte en hitte onderzoeken. Dit doen we door gebruik te maken van de Sentinel 2 data, en meer bepaald het *Sentinel 2 kleurinfraroodbeeld* en *Sentinel 2 – FAPAR*. Deze geven beide meer informatie over de vegetatie. Wanneer de waarden lager zijn betekent dat dat de vegetatie stress ondervindt, wat kan zijn door droogte en hitte. We bekijken dus eens de resultaten ver voor, vlak voor, tijdens en na de brand. Zo kunnen we best bestuderen of de hitte en droogte een bepalende factor waren in het ontstaan van de brand. Je kan in (4) door op het vinkje te klikken de infrarood en FAPAR laag elk apart activeren. We beginnen met infrarood.
- Dan krijg je volgend beeld. Het kan zijn dat er op de dag van vandaag (hier 27/07/2023) geen infrarood beeld genomen is door de Sentinel 2. Indien wel zal je een rood beeld krijgen. Wanneer je op de kalender klikt, zie je verschillende kleuren op de kalender. We behouden de instelling '10% wolken'. Omdat we een duidelijk beeld willen, moeten we een van de groene dagen op de kalender selecteren. Bij oranje dagen was de kwaliteit niet optimaal, en bij rode dagen is de kwaliteit zeer slecht. Dit komt bijvoorbeeld door de invloed van de wolken, omdat de Sentinel 2 niet echt door de wolken kan kijken. Op de andere dagen is er geen data voor het gekozen gebied.

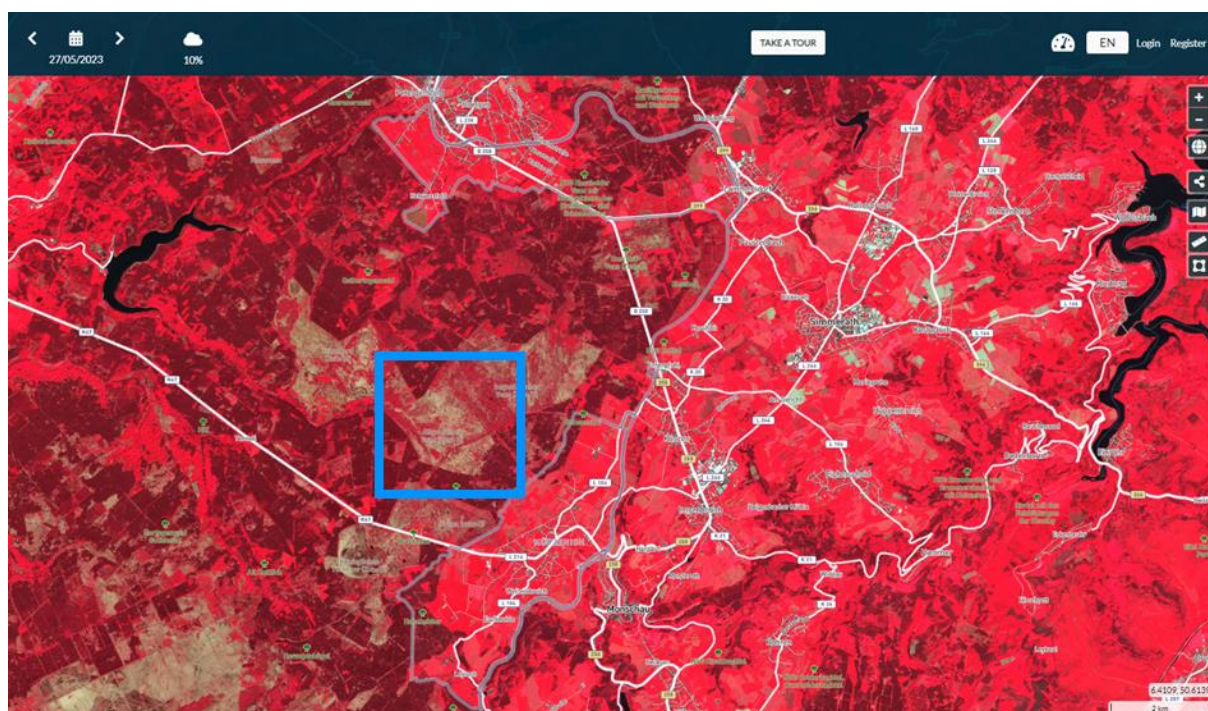




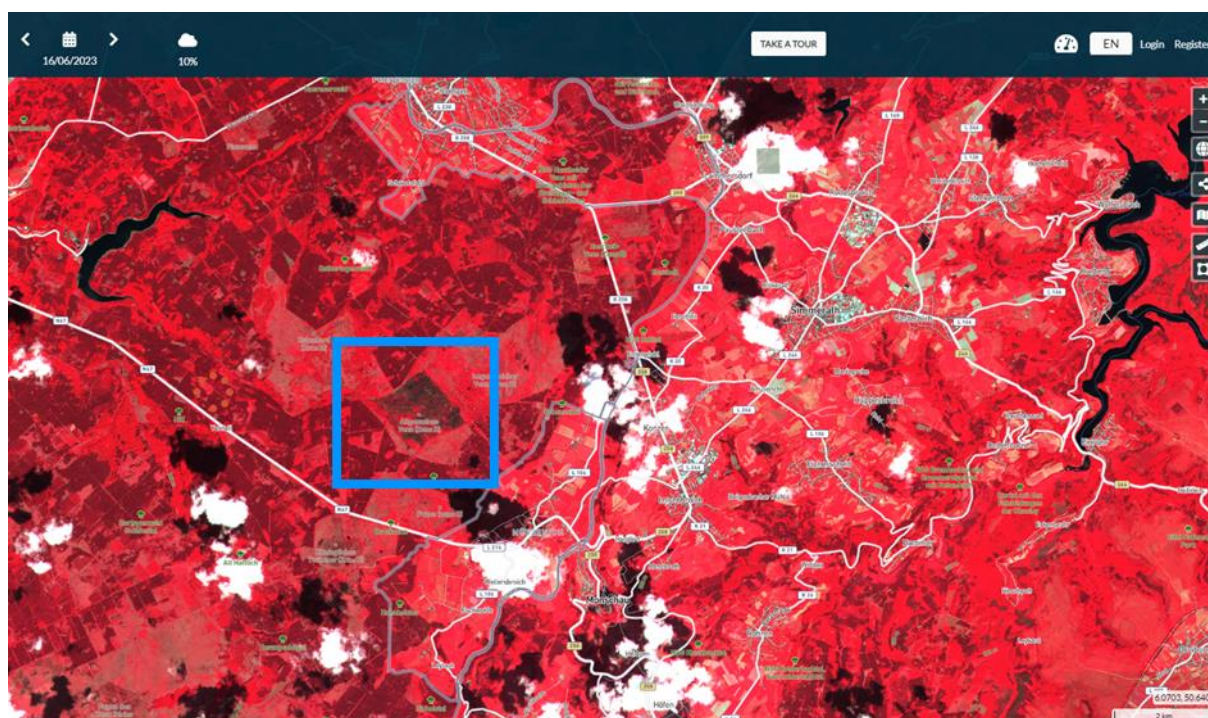
- Nu is het tijd om de infraroodbeelden eens beter te bestuderen.
- We bekijken onderstaand beeld van 06/02/2023. Er staan vrij veel wolken op dus het beeld is niet ideaal, maar helaas was er niet veel andere data beschikbaar. We kunnen uit deze afbeelding wel de gegevens afleiden die we nodig hebben. We zien overwegend rode oppervlaktes, maar het rood iets eerder flets centraal in de figuur, of nogal donker aan de randen. De intensiteit is niet zo sterk. Dit kunnen we natuurlijk verklaren doordat het winter is in februari, en veel bomen hun bladeren verliezen. Het studiegebied is aangeduid in blauw.



- Op de volgende foto genomen op 27/05/2023, vlak voor de natuurbranden, is het duidelijk dat de vegetatie volop in bloei staat, er is een duidelijke rode kleur op de beelden.



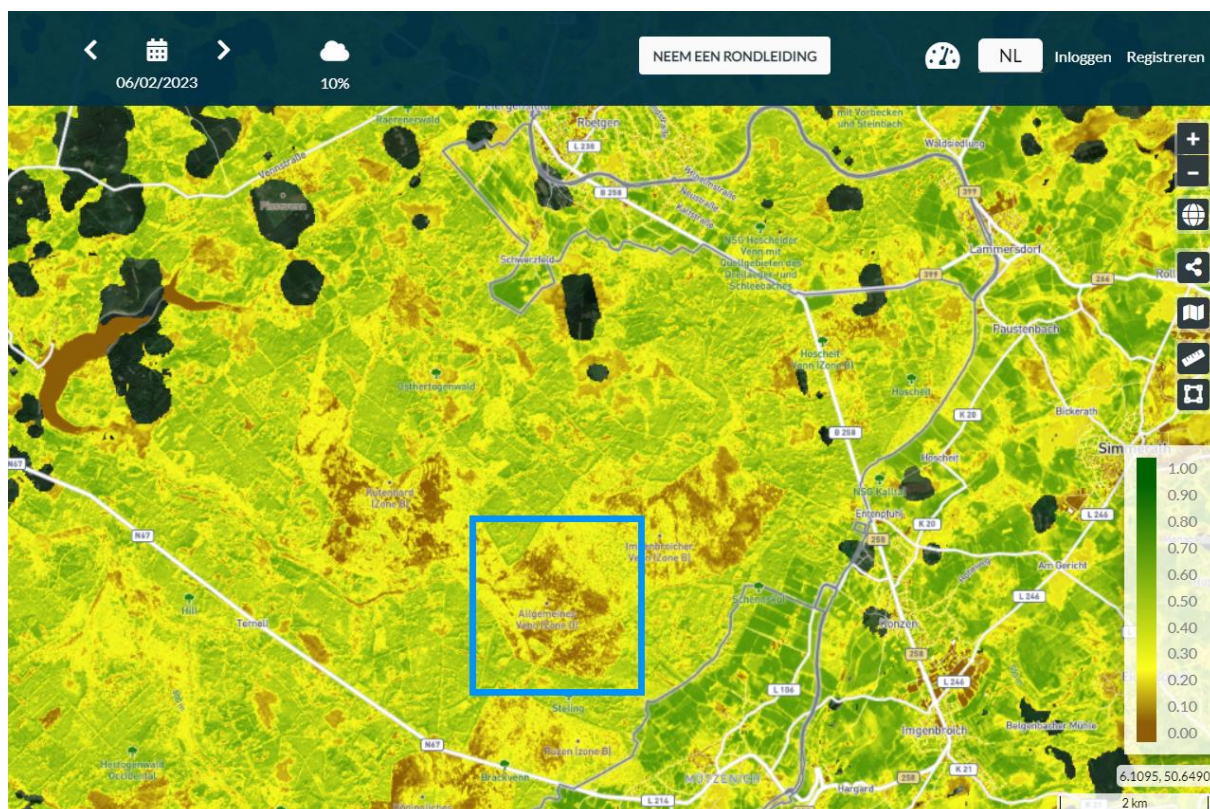
- Deze afbeelding werd genomen op 16/06/2023. Hier is het zeer duidelijk waar de natuurbrand heeft plaatsgevonden. Heel het aangeduide gebiedje is volledig donker gekleurd, wat betekent dat er geen vegetatie meer is. Terwijl op de vorige foto's er duidelijk wat rode kleur aanwezig was.



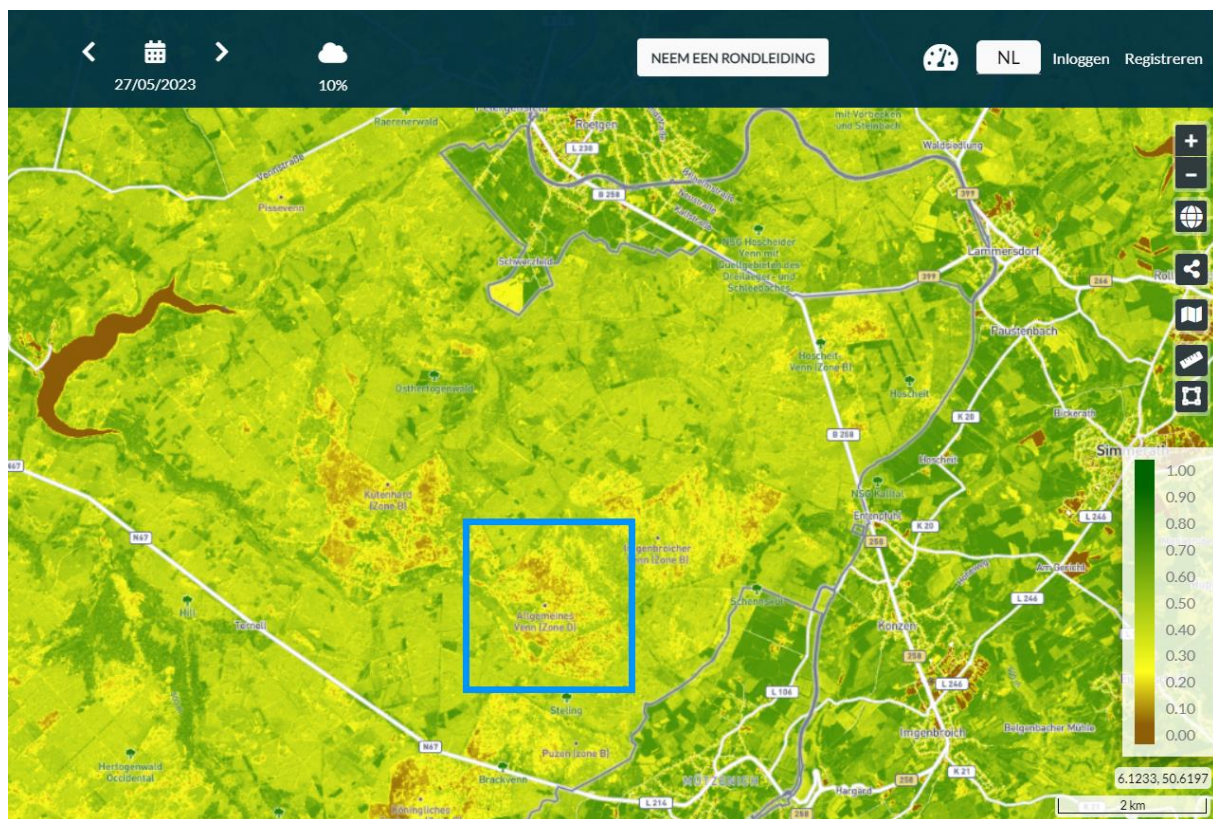
Uit de infrarood afbeeldingen kunnen we dus al voorzichtig besluiten dat de locatie van de brand zeer duidelijk te onderscheiden is op afbeeldingen van voor en na de brand. Infraroodbeelden zijn dus zeer geschikt hiervoor. Enkel moeten we wel geluk hebben dat er genoeg data beschikbaar is en dat de beelden niet onbruikbaar zijn door wolken. Door veel onbruikbare beelden in de maanden voor de brand, en het feit dat in ons klimaat

bomen in de winter hun bladeren verliezen, was het moeilijk om al een duidelijke invloed van de droogte doorheen die maanden te zien. Eind mei is ook nog vroeg op de zomer, en de voorjaarsmaanden in 2023 waren zeer nat, dus er was niet echt sprake van extreme droogte of langdurige hitte die al voor stress bij de planten zorgde in de weken of maanden voor de brand. We zien op de foto van mei en de foto van juni ook wel dat de waarden verschillen: in juni zijn de waarden nog intenser rood, dus we zijn hier volop in de zomer en alle bomen hebben nu terug bladeren en staan volop in bloei.

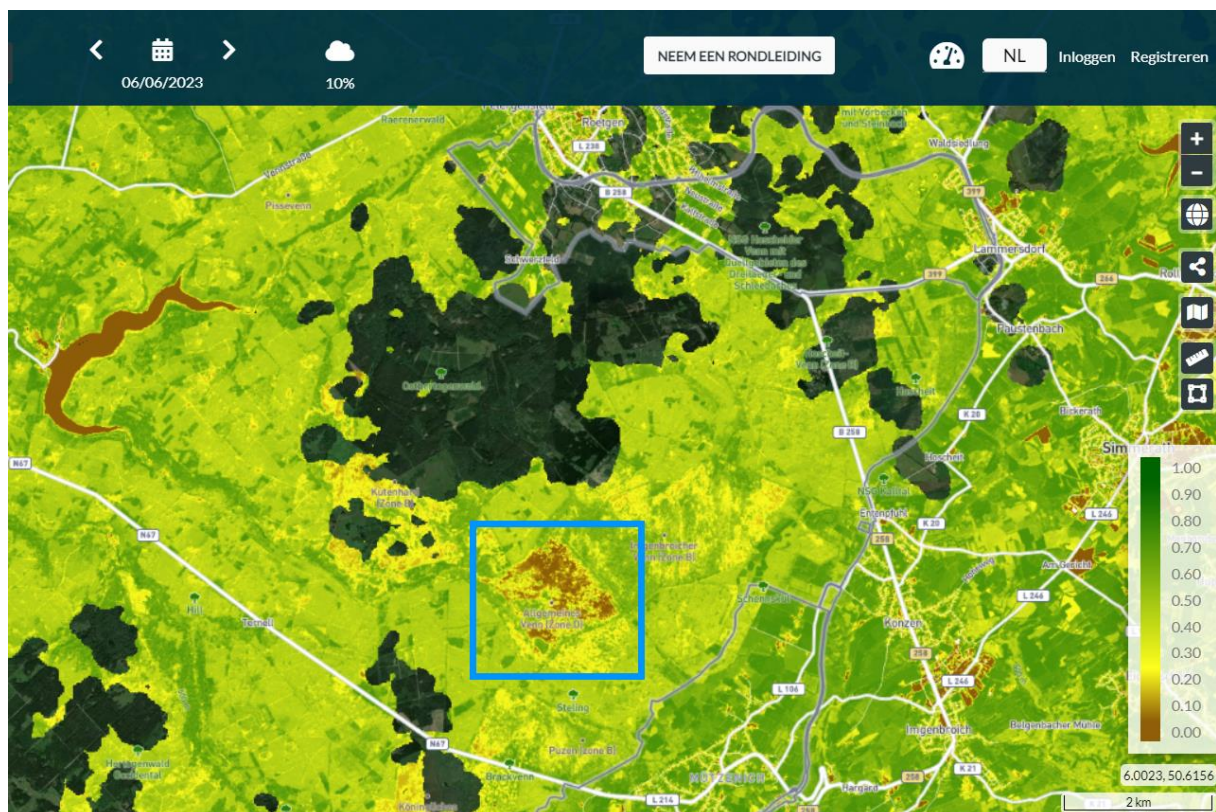
- Nu zullen we de FAPAR beelden bekijken, die de fotosynthetische activiteit van de groene vegetatie weergeeft. Dit toont dus met andere woorden hoe groen de planten zijn, en hoe goed ze dus aan fotosynthese kunnen doen. Wanneer de planten bijvoorbeeld stress ondervinden door langdurige droogte of hitte, kan het zijn dat ze niet meer optimaal aan fotosynthese kunnen doen, waardoor de FAPAR waarden zullen dalen.
- Hiervoor kijken we terug in het schermpje links dat de lagen weergeeft, en klik je bij Sentinel 2 het vinkje aan bij *Sentinel 2 – FAPAR*.
- We bekijken onderstaand beeld van 06/02/2023. De 'gaten' in het beeld zijn wolken. We zien overwegend groengele oppervlaktes, dus met matig tot hoge FAPAR waarden. Het studiegebied is overwegend bruin, dus met lage FAPAR waarden en dus geen goede fotosynthetische activiteit. Deze matige waarden kunnen we natuurlijk verklaren doordat het winter is in februari, en veel bomen hun bladeren verliezen, dus er is lage fotosynthetische activiteit.



- Op de volgende foto genomen op 27/05/2023, vlak voor de natuurbranden, is het duidelijk dat de vegetatie volop in bloei staat. De FAPAR waarden zijn overwegend groen, met hoge fotosynthetische activiteit. In het studiegebied zijn de waarden iets lager dan in de omgeving, maar wel veel hoger dan in februari. Hier is het duidelijk dat de lente volop bezig is.



- Deze afbeelding werd genomen op 6/06/2023. Op deze afbeelding zijn er duidelijk wolken aanwezig, maar het studiegebied is wolkvrij dus dat vormt geen probleem. We zien dat de wijde omgeving nog iets groener is dan in mei. Dat valt logisch te verklaren, aangezien we hier nog wat verder in de lente zijn en we volop de zomer te gemoed gaan. Hier is het zeer duidelijk waar de natuurbrand heeft plaatsgevonden. Er is een heel gebied in het studiegebied waar de FAPAR waarden bruin zijn. Er vindt dus geen fotosynthese meer plaats, wat te verklaren is doordat er geen vegetatie meer is omdat de planten verwoest zijn door de brand. We zien hier duidelijk een contrast met de vorige foto's.



Uit de FAPAR afbeeldingen kunnen we, net zoals bij de infrarood afbeeldingen, al besluiten dat de locatie van de brand zeer duidelijk te onderscheiden is op de afbeeldingen voor en na de brand. De FAPAR beelden zijn hier dus aanvullend ook zeer geschikt voor om dit te detecteren. Doordat eind mei nog vroeg in de zomer is, kunnen we ook hier niet echt een link leggen met langdurige droogte en/of hitte, zoals uitgelegd bij infrarood. We zien op de foto van mei en de foto van juni ook wel dat de waarden verschillen: in juni zijn de waarden nog intenser rood, dus we zijn hier volop in de zomer en alle bomen hebben nu terug bladeren en staan volop in bloei.

## Analyse en conclusie : Conclusie

De grondmetingen van het KMI leren ons dat er geen extreme droogte of hitte voorafging aan de natuurbrand van eind mei 2023 in de Hoge Venen. In tegendeel, de maanden ervoor viel er bijzonder veel neerslag, veel meer dan normaal. De temperaturen waren normaal of zelfs iets lager dan gewoonlijk. Er was dus ook geen sprake van langdurige hitte. We hebben ook kunnen bevestigen dat een blikseminslag niet de oorzaak kan geweest zijn van het ontstaan van de brand. Er moet dus een menselijke oorzaak zijn. De grondmetingen zijn nuttig om de algemene trends per maand te bekijken en hun mogelijke impact op het ontstaan van de brand te bestuderen. Ook is de resolutie hier zeer hoog: er worden dagelijks metingen uitgevoerd.

De satellietbeelden, in het bijzonder de infrarood en FAPAR beelden waren zeer nuttig om natuurbranden te bestuderen. De impact van de brand zelf was zeer duidelijk zichtbaar. Op de satellietbeelden zagen we ook dat de vegetatie steeds rijker werd, en het fotosynthetisch actief oppervlak steeds groter. Daaruit konden we dus ook afleiden dat er geen langdurige droogte of hitte voorafging aan de natuurbrand. Een minpunt aan het gebruik van satellietbeelden is dat er maar om de paar dagen een afbeelding gemaakt wordt. Bovendien kan bewolking er ook nog voor zorgen dat de afbeelding onbruikbaar is. Zo is het mogelijk dat er maar weinig bruikbare beelden per maand zijn, wat zeer onhandig is.

Het is dus zeer interessant om zowel grondmetingen als satellietbeelden te gebruiken, omdat de data aanvullend of verduidelikend gebruikt kan worden op elkaar. Zo kan de gronddata ook gebruikt worden om eventuele gaten in de satellietdata op te vullen, bijvoorbeeld wanneer een foto mislukt is door bewolking.

## 4 FASE 3 – Maak het verschil

De voorliggende cursus heeft niet de ambitie om een voorbeeld-invulling te maken voor Fase 3 van het Climate detectives project. We rekenen hiervoor op de vrije invulling, creativiteit en diversiteit van de deelnemende teams.

ESERO Belgium is wel steeds bereid om op alle hulpvragen te antwoorden van de begeleidende leraren. Ook brengen we graag de producten van jullie deelname in beeld op onze website. Het tonen van beelden, grafieken, resultaten, video's, posters, actieplannen, enz. van Vlaamse deelnemende teams kan een zeer welgekomen inspiratiebron zijn voor nieuwe deelnemers!

Twijfel dus niet om jullie bijdrage op te sturen naar [esero@armandpien.be](mailto:esero@armandpien.be) of contact met ons op te nemen als je ergens hulp bij nodig hebt.

Toch wat input nodig? Bekijk al eens wat de Belgische overheid doet:

<https://crisiscentrum.be/nl/risicos-belgie/natuurlijke-risicos/natuurbrand>

<https://www.waterinfo.be/>

<https://www.waterinfo.be/Themas#item=droogte/actueel>

