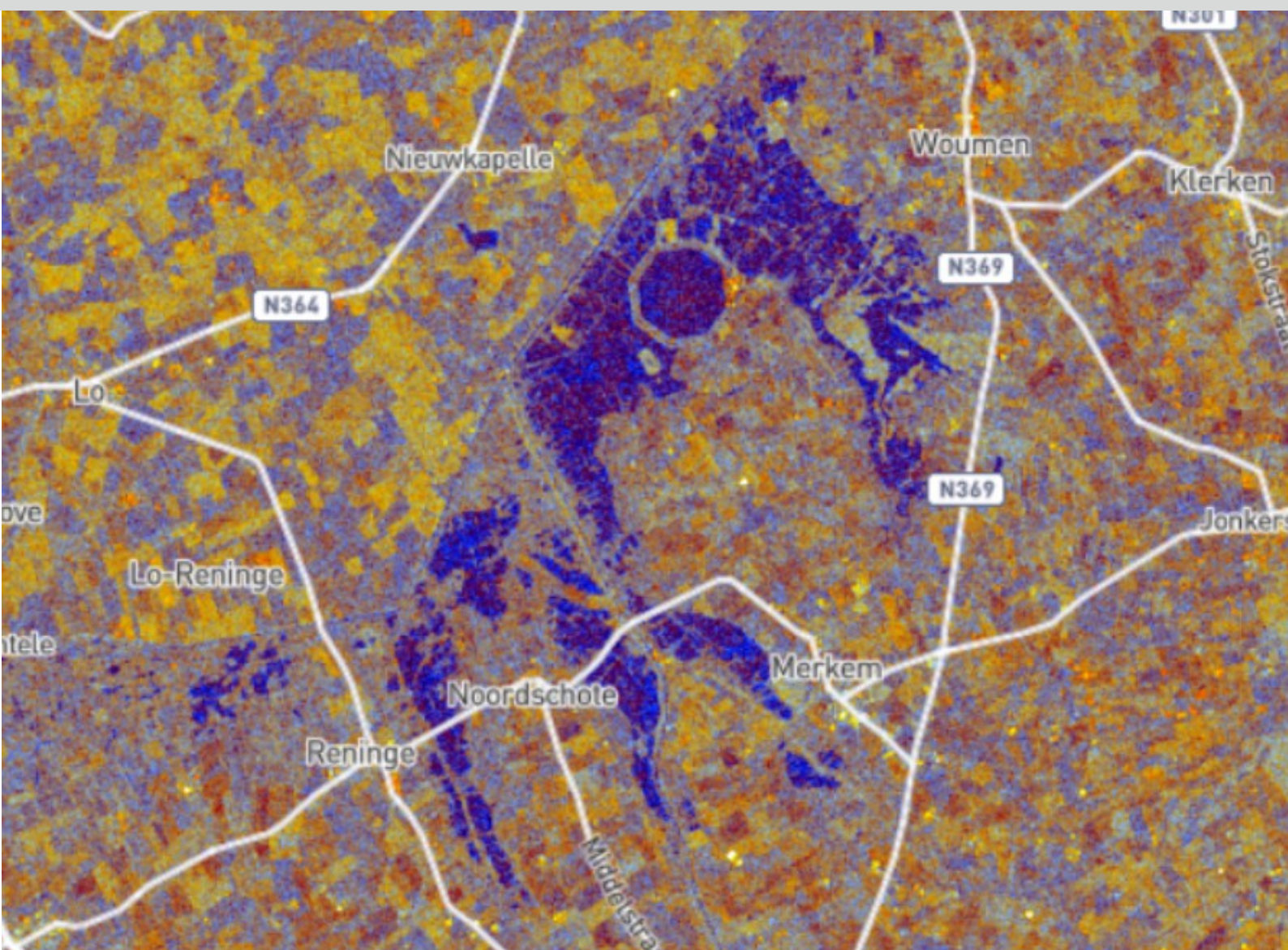


Climate detectives

Onderzoeksproject overstromingen

Lerarengids



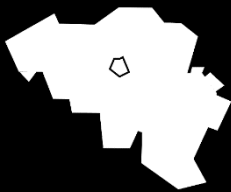
- Inspiratie om deel te nemen aan 'Climate Detectives' ●●●●●●
- Klimaatverandering en overstromingen, oorzaken en gevolgen ●●
- Hoe onderzoek je overstromingen in je schoolomgeving? ●●●●
- Voorbeeldonderzoek: overstroming van de IJzer in 2021 ●●●●

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.

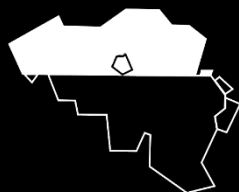
WWW.ESERO.BE

Nationale coördinator



KU LEUVEN

Vlaamse coördinator



 **UGENT VOLKSSTERRENWACHT ARMAND PIEN**

Frans- en Duitstalige coördinator



ULB
La Scientothèque

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 overstromingen

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 eerste casus behandelt overstromingen 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 September 2022

Volgende uitgaven -

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

AUTEURS

ESERO Belgium Cursusinhoud, lay-out, lerarenvorming, ondersteuning Belgische scholen.
Medewerkers: Pieter Mestdagh, Leonie De Clercq, Margot Winters.

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 contactgegevens op 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

Project Climate Detectives	6
① Drie projectfasen.....	6
② Goed om weten	7
③ Doel van deze cursus	8
CASUS : Overstromingen in België	9
① FASE 1 – Inleidende lessen	9
Enkele belangrijke sleutelwoorden, termen en concepten	9
Klimaatverandering uitgelegd	13
Klimaatverandering: tips voor inleidende lessen	14
De PPM klok.....	19
Overstromingsproblematiek in Vlaanderen	23
② FASE 1 – Identificeer je onderzoek.....	24
Het thema: Bekijk de overstromingen op kaart	24
Het thema in de media.....	25
Het thema in rapporten en databanken.....	26
Identificeer de onderzoeksvraag.....	29
Identificeer de onderzoeksgegevens	30
Het onderzoeksplan indienen	31
③ FASE 2 – Onderzoek het klimaatprobleem	33
1. Gegevens verzamelen.....	33
2. Ordenen en beheren van gegevens.....	40
3.1. Analyse en conclusie : Analyse.....	40
3.2. Analyse en conclusie : Conclusie.....	54
④ FASE 3 – Maak het verschil.....	57

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 > 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 > 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.

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 binnen krijgen van leraren en die relevant kunnen zijn voor anderen, worden op onze website gepubliceerd, samen met ons antwoord.
- Samen met VITO bieden we voorliggende lerarencursus 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 overstromings- en droogteproblematiek als gevolg van klimaatverandering en maakt hierbij gebruik van satellietbeelden genomen door ESA's Sentinel satellieten.

CASUS :

Overstromingen 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. Recente overstromingen in de Westhoek (West-Vlaanderen) vormen de basis van dit voorbeeld-onderzoek. We starten met een meer algemene inleiding en context over klimaatproblematiek (meer bepaald neerslagpatronen), en werken vervolgens de concrete casus uit.

① FASE 1 – 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:¹

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 klimaattype is onder andere de hoogte van de regio, de breedtegraad, en de nabijheid van zeeën of bergketens. België kent een gematigd klimaat, deels te danken aan de onmiddellijke nabijheid van de Noordzee en de Atlantische Oceaan en de werking van de warme golfstroom.

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

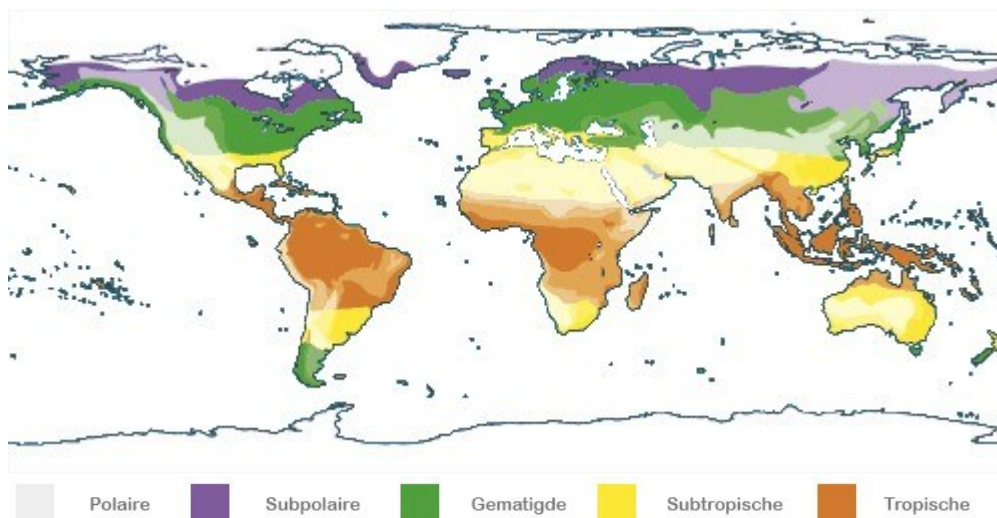
Klimaattypes²:

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 Moersk (Rusland)
- Polair klimaat: Groenland, Antarctica



Klimaatverandering³:

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.

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 dikte en op grote diepte zeer oude ijspakketten in Antarctica en van boringen van de oceaanbodem.

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

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

Weer⁴:

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 weerelementen 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).

Broeikaseffect⁵:

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.

Broeikasgassen⁶:

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. CO₂ 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 CO₂-equivalenten. Bv. methaan heeft een GWP van 25: de uitstoot van 1 kg methaan stemt dus overeen met 25 kg CO₂-equivalenten.

Natuurlijke broeikasgassen

1. Waterdamp (H₂O)
2. Koolstofdioxide (CO₂), GWP = 1
3. Methaan (CH₄), GWP = 25
4. Lachgas of distikstofoxide (N₂O), GWP = 298
5. Ozon (O₃)

'Industriële' broeikasgassen

6. Gefluoreerde koolwaterstoffen (CFK's, HCFC's, HFK's, PFK's)
7. Zwavelhexafluoride (SF₆), GWP = 23.500
8. Stikstoftrifluoride (NF₃), GWP = 12.200

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.

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

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

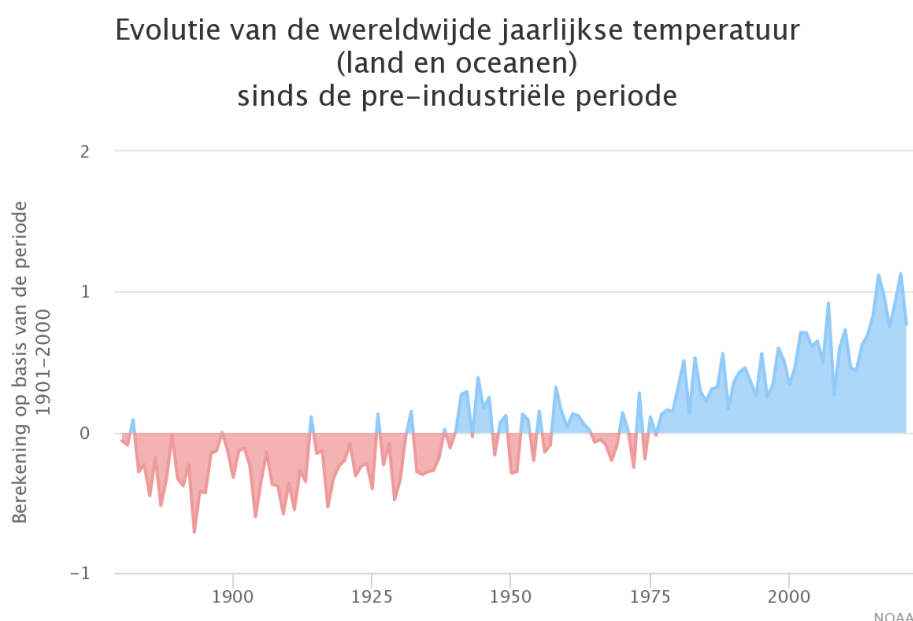
⁶ Klimaat.be: De verschillende broeikasgassen :
<https://klimaat.be/klimaatverandering/oorzaken/broeikasgassen>

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 Aarde⁷:

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.

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.

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

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.

Klimaatverandering uitgelegd⁸

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.

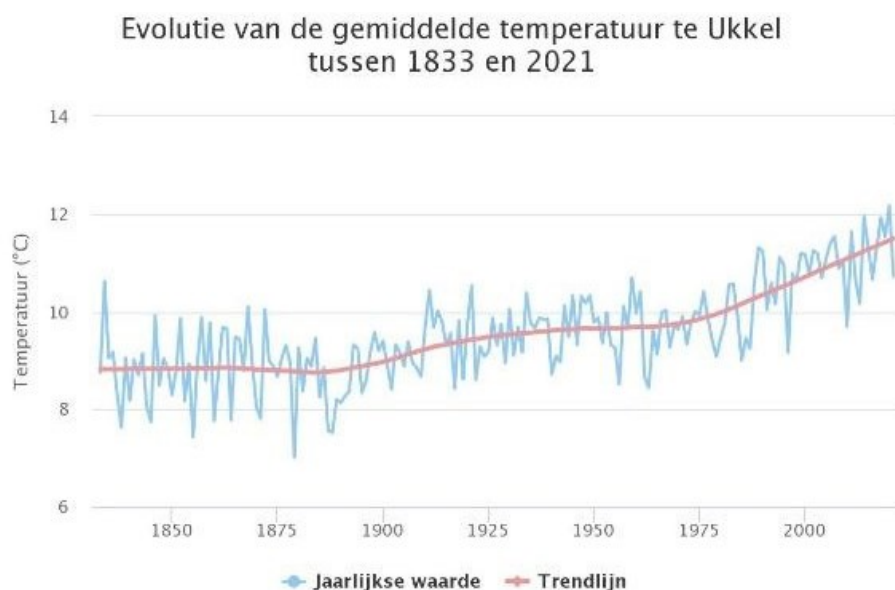
Sinds de industriële revolutie is de invloed van de mens op het klimaat snel groter geworden. Dit komt vooral door de uitstoot van broeikasgassen als koolstofdioxide (CO₂) en methaan (CH₄) en bijkomende door veranderingen zoals grootschalige ontbossing. Broeikasgassen zorgen ervoor dat warmte meer wordt 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 CO₂ 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.

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).

⁸ www.klimaat.be & www.rijksoverheid.nl



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

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 CO₂ 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

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. CO₂ 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

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 CO₂ op.
- De verstoring van de huidige oceanen door menselijke CO₂ uitstoot is erg gevaarlijk, en heeft zowel in de oceanen als op land drastische gevolgen.
- Toegenomen CO₂ 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

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

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 CO₂ uitstoot en CO₂ 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 legt ons een limiet op. Namelijk: 'Hoeveel CO₂ 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 CO₂ 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

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://d1multimedia.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://d1multimedia.esa.int/download/public/videos/2021/11/003/2111_003_AR_EN.mp4

Temperatuursverandering na je geboorte

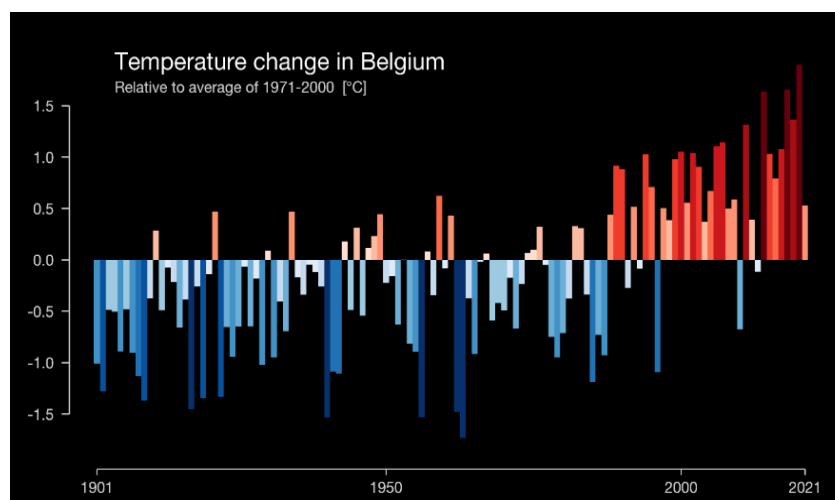
Op deze website kan je per land kijken hoe de gemiddelde jaartemperaturen evolueerden. De resultaten worden gevisualiseerd als een streepjescode of een streepjesgrafiek zonder labels. Deze figuren tonen heel overtuigend en intuïtief de evolutie van de gemiddelde temperatuur.

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 geboortjaar? 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

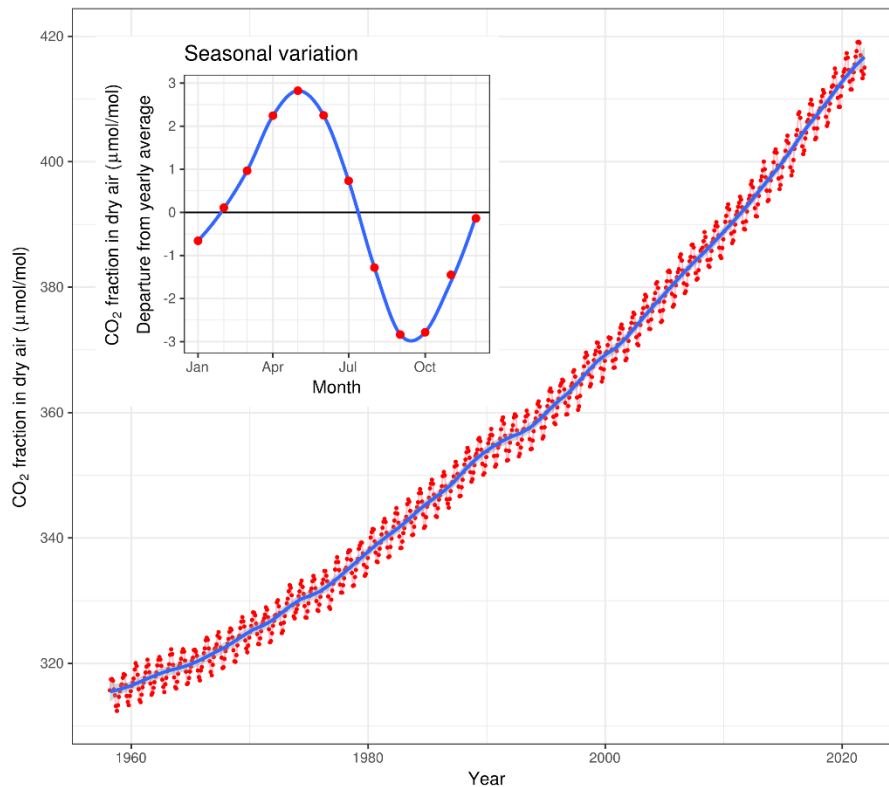
Sinds 1958 wordt continu de hoeveelheid CO₂ in de aardatmosfeer gemeten op de berg Mauna Loa in Hawaii. In 1958 was de gemiddelde waarde 315 'parts per million' (ppm). Deze metingen kan je volgen op een grafiek, de Keeling curve genoemd, en dienen als wereldwijde referentie om de evolutie van CO₂ in de aardatmosfeer te volgen. Omdat Hawaii 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 CO₂ 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 CO₂ concentration

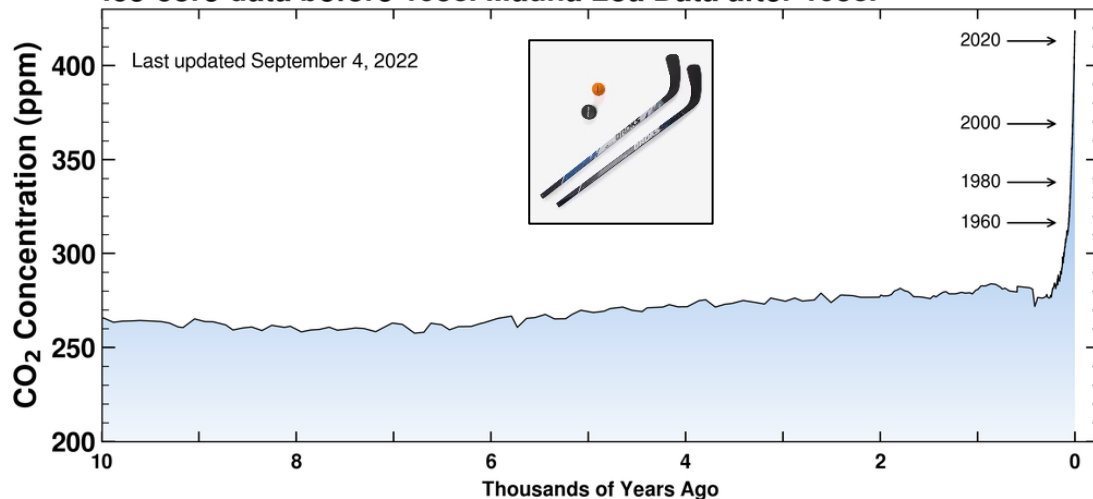
Mauna Loa 1958 - 2021



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://www.wiki4ZWn>

De Keeling curve

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



Trend van atmosferische CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ waarde in je klaslokaal met de CO₂ waarde van de atmosfeer (van de ppm klok). Hoe verhouden die zich tegenover elkaar, en hoe leg je dat uit?

Op 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.

CO₂ PPM klok (Mauna Loa)

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

Model voor de ppm klok met wekelijkse updates die we gaan publiceren op 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.

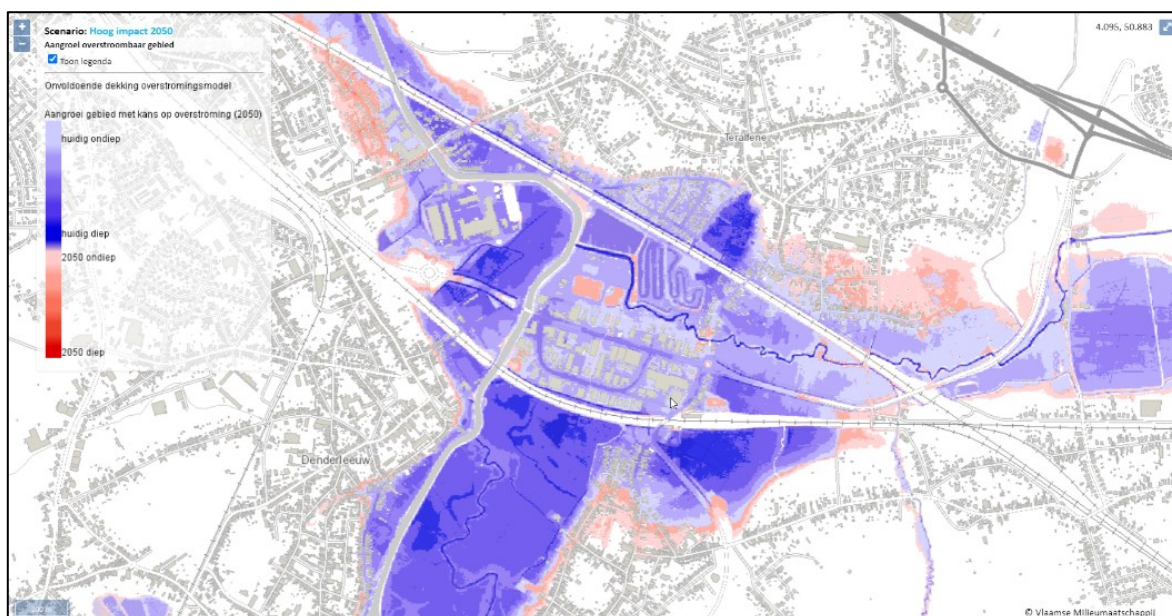


De ppm klok die in 2021 op de Vooruit stond in Gent. Hier werd enkel de dagelijks aangepaste dagwaarde getoond, wat ook op je school eventueel een goed alternatief kan zijn.

Overstromingsproblematiek in Vlaanderen⁹

Sinds het begin van de metingen in 1833 is er een langzame maar significante toename van de jaarlijkse gemiddelde hoeveelheid neerslag, veroorzaakt door nattere winters met meer natte dagen.

De gewijzigde neerslag heeft een invloed op het watersysteem, dat tegelijk in de jaren gewijzigd is vanwege een toename van verharding en waterbeheersingsprojecten op de waterlopen. De piekdebieten zijn de voorbije decennia toegenomen en ook de kans op overstromingen is gestegen. In sommige gebieden richten die nu al vaker dan één keer in de tien jaar schade aan. Zulke overstromingen vanuit waterlopen doen zich in het huidig klimaat voor in een vijfde van de Vlaamse gemeenten. Daarbij wordt 0,7% van alle gebouwen in Vlaanderen bedreigd.



VMM model van overstromingen in Denderleeuw zoals verwacht wordt op basis van de huidige klimaatveranderingen.

Tegen 2050 kan de neerslag tijdens de maanden november tot mei telkens met meer dan 10% toenemen. Het gemiddelde van de maximale waterdiepte van mogelijke overstromingen neemt daardoor toe van 64 naar 92 cm tegen 2050. Maar lokaal kan die toename substantieel groter uitvallen: met enkele tientallen centimeter tot lokaal meer dan een halve meter op die locaties die nu al het diepste en meest frequent overstromen.

In de winter kan er tegen 2050 tot 7% meer regen vallen, naar het einde van de eeuw toe zelfs tot 29% extra. In de zomer wordt het waarschijnlijk droger en kan de neerslag tegen 2050 al met bijna 20% dalen. Het aantal zomerse regendagen neemt dan af, maar het kan wel intenser regenen.

⁹ <https://klimaat.vmm.be/themas/overstromingen>
& <https://klimaat.vmm.be/themas/wat-is-klimaatverandering>

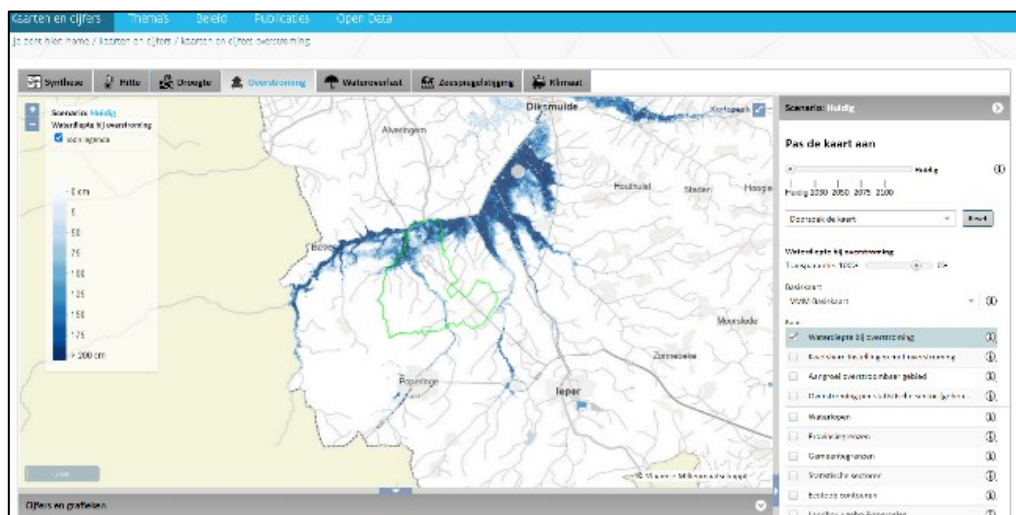
De toename van de overstromingscontouren is het grootst in vlakke delen van Vlaanderen waar ze gekoppeld zijn aan de overstroming van voornamelijk grotere waterlopen, zoals langs delen van de Zeeschelde en meer algemeen in de Vlaamse vallei.

② FASE 1 – Identificeer je onderzoek

Het thema: Bekijk de overstromingen op kaart

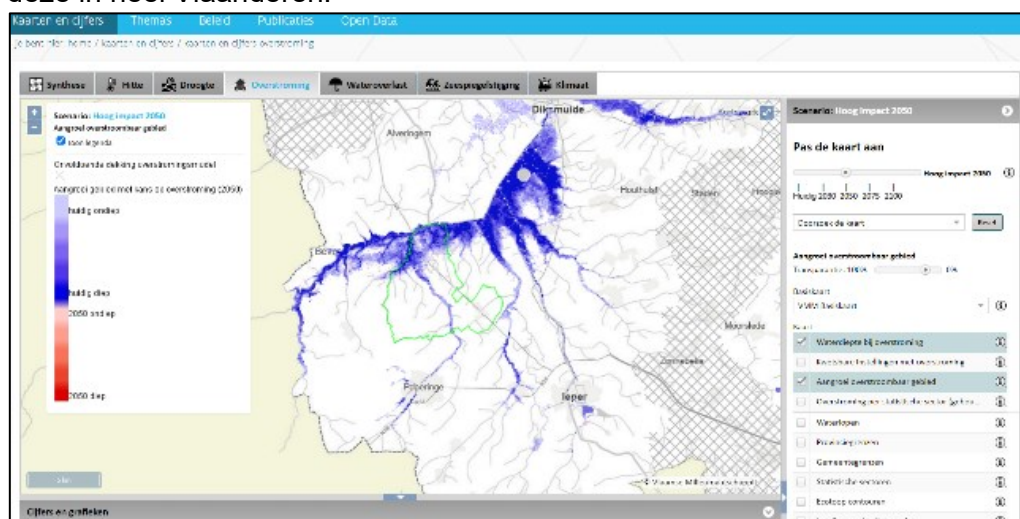
De Vlaamse Milieumaatschappij (VMM) heeft toegankelijke kaarten ter beschikking gesteld waarin je zelf makkelijk overstromingen en wateroverlast in de schoolgemeente kan bekijken.

1. Ga naar volgende link:
klimaat.vmm.be/kaarten-en-cijfers/kaarten-en-cijfers-overstroming
2. Kies je gemeente door op de kaart in te zoomen en te klikken op je gemeente. Je krijgt een groene rand rond die gemeente.
Rechts van de kaart kan je kiezen welke informatie weergegeven wordt.
3. Vink 'Waterdiepte bij overstroming' als enige vakje aan. Je ziet de legende hiervan linksboven op de kaart staan.
4. Vink 'Aangroei overstroombaar gebied' aan. Nu zie je de gebieden die getroffen worden door overstromingen in 2050 samen met de huidig getroffen gebieden. Merk op dat de kaart in standaard weergave het verwachte scenario in 2050 weergeeft. Via de schuifknop rechts van de kaart (bovenaan) kan ook de huidige werkelijkheid getoond worden. Sommige Vlaamse gemeenten die niet zijn opgenomen in het overstromingsmodel van 2050, zijn dat wel in de huidige kaarten.



5. Indien mogelijk, vergelijk de kaart van het huidige scenario met het voorspelde model voor 2050. Door naar beneden te scrollen tot onder de kaart, worden er grafieken zichtbaar die de situatie in de aangeduide gemeente vergelijken met

deze in heel Vlaanderen.



6. Het kan ook interessant zijn om de kaarten in verband met wateroverlast nader te bestuderen, zeker omdat deze wel alle Vlaamse gemeenten heeft opgenomen in het model voor 2050.

Ga hiervoor naar de link <https://klimaat.vmm.be/kaarten-en-cijfers/kaarten-en-cijfers-wateroverlast>, of klik bovenaan op het vakje met het parapluutje 'wateroverlast'.

Het thema in de media

In 2021 werd ons land enkele malen geteisterd door grote onweders en regenbuien. De grote regenvalen zorgden voor een zware overlast in Vlaanderen en Wallonië. Op heel wat plaatsen kon het overtollige water niet op tijd weg waarbij straten en weiden blank kwamen te staan, het verkeer onmogelijk werd gemaakt en de kelders van de huizen volliepen, zo erg zelfs dat in Wallonië hele huizen werden weggespoeld. Hieronder vind je enkele artikelen die een beeld schetsen van de ravage.

Van modderstromen in Landen tot wateroverlast op Extrema Outdoor: zware regenval teisterde gisteren het land

demorgen.be; REDACTIE en HLA; 6 juni 2022

<https://www.demorgen.be/snelnieuws/van-modderstromen-in-landen-tot-wateroverlast-op-extrema-outdoor-zware-regenval-teisterde-gisteren-het-land~bdbe9785/>

In beeld: Zware regenval en overstromingen in België

Standaard.be; evg; 15 juni 2021

https://www.standaard.be/cnt/dmf20210715_93222686

Opnieuw zware regenval in België, ook wateroverlast in Nederland

nos.nl; 24 juli 2021

<https://nos.nl/artikel/2390674-opnieuw-zware-regenval-in-belgie-ook-wateroverlast-in-nederland>

Verschillende plaatsen in noordwesten van België lopen waterschade op door hevige regenval

hln.be; TVdB; 11 december 2021

<https://www.hln.be/binnenland/verschillende-plaatsen-in-noordwesten-van-belgie-lopen-waterschade-op-door-hevige-regenval~afa6f8ef/>

Watersnood juli 2021

meteobelgie.be; Koen Vandenbussche

<https://www.meteobelgie.be/klimatologie/nieuws/la-suite/2309-watersnood-juli-2021>

Hoogste waterstand in 30 jaar, gemeentelijk rampenplan en nog meer regen op komst: Westhoek bereidt zich voor op wateroverlast

nieuwsblad.be, Thijs Pattyn ; 29 november 2021

https://www.nieuwsblad.be/cnt/dmf20211129_95383510

Aanhoudende regen leidt tot wateroverlast in West-Vlaanderen: meerdere straten blank, bewoners vragen zandzakken om huizen te beschermen

nieuwsblad.be, Thijs Pattyn ; 28 november 2021

https://www.nieuwsblad.be/cnt/dmf20211128_93844075

We baseren onze onderzoeksvraag op het laatste artikel.

In dat artikel wordt er duidelijk aangegeven dat de IJzer uit zijn oevers is getreden en een groot gebied onder water heeft gezet.

Het thema in rapporten en databanken

We hebben de essentie van elk rapport voor deze doeleinden samengevat, je hoeft dus niet het volledige rapport door te nemen.

Klimaatrapport 2020 van klimaatinformatie tot klimaatdiensten

KMI

https://www.meteo.be/resources/misc/climate_report/KlimaatRapport-2020.pdf

hoofdstuk '1.1.2. Neerslag' (p12-16):

(a) Regent het meer of minder?

We bekijken de jaarlijkse neerslaghoeveelheid te Brussel – Ukkel van 1833 tot 2019.

De gemiddelde jaarneerslag is met 9% gestegen van de eerste 30 jaar metingen tegenover de laatste 30 jaar.

De gemiddelde winterneerslag is met 31% gestegen van de eerste 30 jaar metingen tegenover de laatste 30 jaar.

Als we kijken naar de gemiddelde neerslag in de lente, zien we weinig verschil tussen de eerste 30 jaar en de laatste 30 jaar van de metingen.

In de zomer zien we een kleine maar duidelijke verandering in de neerslag. De zomers worden droger.

De herfst blijft stabiel.

Kort antwoord: het regent meer.

(b) Komt hevige neerslag vaker voor?

We bekijken het aantal dagen met hevige neerslag (20 mm of meer) tijdens de zomer

te Ukkel van 1892 tot 2019.

Sinds 1981 is er een gemiddelde toename van +0,6 dagen per decennium.

Sinds 1981 dragen de hevige regendagen met ongeveer 2% per decennium op het jaartotaal.

Kort antwoord: ja, hevige neerslag komt meer voor.

- (c) Is de jaarlijkse extreme neerslag intenser geworden?

We bekijken de jaarlijkse maximale neerslaghoeveelheid gevallen in een uur te Ukkel van 1898 tot 2019.

Er wordt gekeken naar de gecumuleerde neerslag van één uur, 24 uur en 10 dagen.

Sinds 1898 is er geen verschil merkbaar bij de uurmetingen. Er is wel een toename zichtbaar bij de 24 uur en 10 dagen.

Wanneer we kijken vanaf 1981. Is er wel een duidelijk verschil merkbaar bij de uurmetingen: ongeveer +3 mm per decennium. Er is echter geen verschil merkbaar met de 24 uur en 10 dagen.

Kort antwoord: ja, de extreme neerslag is intenser geworden.

- (d) Zijn er meer onweders?

Hiervoor bekijken we het aantal onweersdagen in België van 1993 tot 2019.

Er is een toename met de winterse neerval sinds de 19^e eeuw.

Er is een neerwaartse trend in de lente zichtbaar sinds 1981.

Er is sinds de 19^e eeuw een toenemende trend voor de jaarlijkse maximale neerslaghoeveelheid voor meerdere dagen. Vergeleken met de recentere periode (sinds 1981) is dit enkel zichtbaar bij de maximale uurlijkse neerslag.

Kort antwoord: ja, er zijn meer onweders.

Evaluatierapport overstromingen juli 2021 (rapport, 2021)

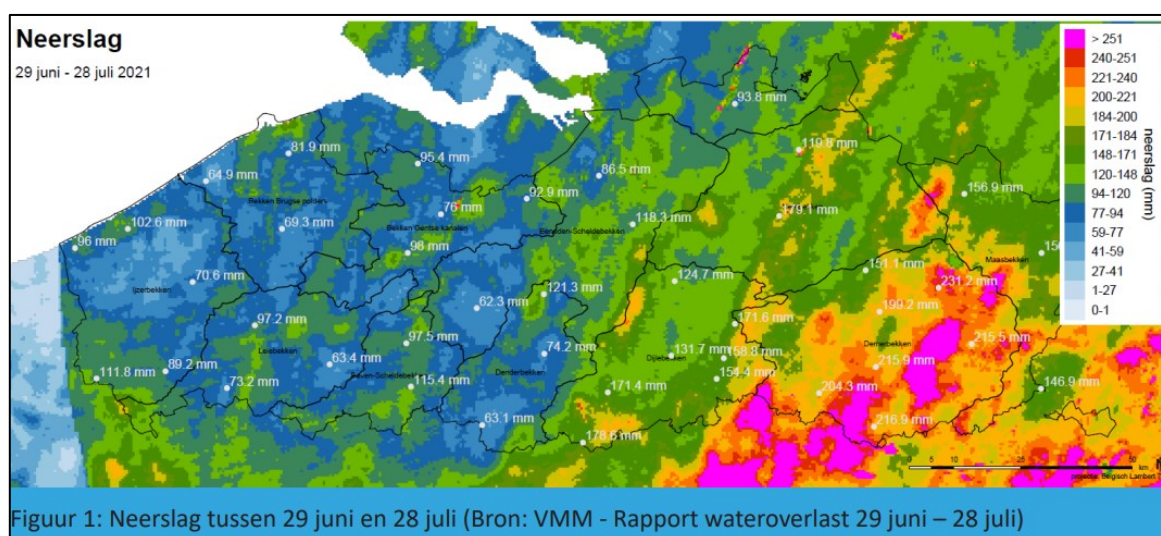
In juli 2021 werd ons land getroffen door ongeziene overstromingen, vooral in Wallonië.

Ook in Vlaanderen was er op verschillende plaatsen wateroverlast. In de daaropvolgende weken hebben waterbeheerders en crisisdiensten de beschikbare informatie over deze uitzonderlijke gebeurtenis verzameld en geanalyseerd.

Op 9 november 2021 brachten ze hun conclusies tijdens een CIW-workshop, die de basis vormde voor een evaluatierapport, met acties en aanbevelingen om ons beter te beschermen tegen uitzonderlijk hoogwater. De CIW keurde het rapport op 15 december 2021 goed.

<https://www.integraalwaterbeleid.be/nl/publicaties/evaluatierapport-overstromingen-juli-2021-2021>

Eén van de besluiten: op twee dagen tijd viel in de getroffen zone meer neerslag dan de normale hoeveelheid van twee maanden.



Neerslag hoeveelheden in de periode van hevige overstromingen in 2021 in Vlaanderen.

Wasrapport IJzer-Dender november-december 2021. Beschrijving hydrologische gebeurtenissen

In dit rapport wordt onder meer de overstromingssituatie rond de IJzer beschreven die we als onderzoeksobject gebruiken in ons hier beschreven voorbeeldproject.

De noodsituatie wordt als volgt **samengevat**:

Neerslag vanaf vrijdag 26/11/21 in het westen, met vooral op zaterdag 27/11/21 en zondag 28/11/21 grote hoeveelheden in het IJzerbekken, leidden op 29/11/21 tot de hoogst gemeten afvoer op de **IJzer** in Haringe sinds 1987. Ook in de dagen nadien bleef het regenachtig in het westen, met aanhoudend (nieuwe-kleinere) stijgingen na beperkte dalingen van de waterstanden. De grote hoeveelheid aangekondigde neerslag voor vrijdag 10 december viel uiteindelijk niet in hoofdzaak over het IJzerbekken, maar vooral over Brugse Polders, Gentse Kanalen en het Denderbekken. Op zaterdag 11/12/21 werden ook op de **Dender** alarmdrempels gemeten.

Tijdens deze periode waren ook een aantal **getijden** aan de hoge kant (met beperkingen voor afvoer in het westen en GOG-werking in het oosten). De prewaakdrempel in Antwerpen (6.30 mTAW) werd net niet bereikt op 2/12.

Actieve berichtgeving vanuit de permanentiedienst WL-HIC liep ononderbroken van 28/11 tem 12/12.

Er werden **alarmdrempels (met vastgestelde overstromingen)** gemeten op de bevaarbare waterwegen in het IJzerbekken en langs de Dender.

De **voorspellingen van de IJzer** onderschatten sterk de gemeten afvoer (gemeten piek 110 m³/s – range voorspellingen 20-40 m³/s). Dit door een combinatie van (sterke) onderschatting van de gevallen neerslag door de meteorologische voorspellingen én ander (minder) gebruik van het Lokanaal als afvoerkanaal om de IJzer te ontlasten.

De **voorspellingen van de Dender** onderschatten lichter de gemeten afvoer te Overboelare (gemeten piek 67 m³/s – range voorspellingen 50-60 m³/s). Hier waren de meteovoorspellingen (neerslag) dichter bij wat effectief werd gemeten.

<https://www.vlaanderen.be/publicaties/wasrapport-ijzer-dender-november-december-2021-beschrijving-hydrologische-gebeurtenissen>

Neerslagextremen (1892-2020/2021)

vmm.be; november 2021

<https://www.vmm.be/klimaat/neerslagextremen>

Samenvatting van enkele conclusies:

(te) veel neerslag:

- 1950: 3,4 dagen met zware neerslag (minstens 20mm/dag) VS 2021: 5,4 dagen met zware neerslag
- Maximum gemeten neerslag op 1 uur in een periode van 10 dagen 1898: 23% lager dan in 2020

(te) weinig neerslag

- Geen duidelijk verschil met vorige eeuw.

Gevolgen:

- Periodes van zware neerslag kunnen zorgen voor wateroverlast.
- periodes van lange droogtes kunnen het ecosysteem aantasten en de kwaliteit van het (drink)water verminderen.

Kaarten en cijfers - Klimaatportaal

Klimaat.vmm.be

<https://klimaat.vmm.be/kaarten-en-cijfers/kaarten-en-cijfers-overstroming>

Zie hoger, onder de titel “Bekijk de overstromingen op kaart”

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 is de overstroming in de ijzervallei in najaar 2021 in plaats en tijd precies verlopen?

Deelvragen:

- Welke informatiebronnen zijn hiervoor geschikt?
- Wat zijn de voor- en nadelen van de verschillende informatiebronnen (satellietdata en grondgemeten data)?

Identificeer de onderzoeksgegevens

Op dit punt is het aan de leerlingen om data te verzamelen, analyseren en vergelijken om een conclusie te vormen als antwoord op de onderzoeksvraag.

In Europa hebben we het grootste aardobservatieprogramma van de wereld, met name het Copernicus programma. De Europese unie is initiatiefnemer en financierder van dit project, en werkt voor de 'space' input samen met ESA. Het doel is om continu globale data te verzamelen, verwerken en gratis ter beschikking te stellen aan alle burgers en overheden. De huidige satellietenvloot van het Copernicus programma heet Sentinel. In het beschreven voorbeeldproject gaan we de data van deze Sentinel satellieten gebruiken als onderzoeksgegevens.

Onderzoeksdata van Terrascope

De Copernicus data worden in België aangeboden via een het overzichtelijke **Terrascope** platform. Deze is ontwikkeld door de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek (VITO) en geeft toegang tot verscheidene soorten aardobservatiebeelden waarmee het onderzoeken en analyseren van satellietbeelden erg toegankelijk wordt gemaakt, ook voor o.a. educatie.

Terrascope is een product gemaakt door VITO Remote Sensing, dat zijn thuisbasis heeft op het adres Boeretang 200, 2400 Mol, België.

Deze tool maken zij op bestelling van het federaal wetenschapsbeleid Belspo.

Terrascope toont de verwerkte data van volgende satellieten:

Sentinel 1,2 en 3, Sentinel-5P en PROBA-V.

Volgende website geeft info over deze satellieten:

<https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/home>

Je vindt er een overzicht van de missies, gebruikershandleidingen, technische gidsen, thematische gebieden, toegang tot de gegevens en 'gereedschapskisten'.

Volgende video geeft wat toelichting:

<https://www.youtube.com/watch?v=MGJss4lDaBo&t=34s>.

Onderzoeksdata van Waterinfo.be

Waterinfo is een website van de Vlaamse overheid. Met deze website willen we je zo correct mogelijk informeren over overstromingen en droogtes. Hier worden alle metingen en voorspellingen samengebracht. Zo kunnen de nodige maatregelen getroffen worden om waterschade tot een minimum te beperken.

De partners van deze site zijn volgende:

- Vlaamse Milieumaatschappij
- Waterbouwkundig Laboratorium (Hydrologisch Informatiecentrum)
- De Vlaamse Waterweg nv
- Agentschap Maritieme Dienstverlening en Kust

De link op Waterinfo waar data over de IJzerregio te vinden zijn:

<https://www.waterinfo.be/station/04ijz05e-1066>

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?

Het onderzoeksplan indienen

Hieronder vind je het Climate Detectives invulformulier waarop je gevraagd wordt om je onderzoeksplan te beschrijven. Wij hebben het hier ingevuld met ons voorbeeld-onderzoek, maar elk deelnemend team kan er natuurlijk hun eigen versie van maken.

Projecttitel. (max 10 woorden)

In kaart brengen van de overstromingen in de IJzervallei in België.

Wat is je onderzoeksvraag? (max 30 woorden)

Hoe is de overstroming in de ijzervallei in najaar 2021 in plaats en tijd precies verlopen?

Deelvragen:

- Welke informatiebronnen zijn hiervoor geschikt?
- Wat zijn de voor- en nadelen van de verschillende informatiebronnen (satellietdata en grondgemeten data)?

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

Wij willen de overstroming van de IJzer die zich voordeed op 28 november 2021 in kaart brengen. De oorzaak is de hevige regenval van de voorgaande dagen. Op vele plaatsen rondom de IJzer werd het alarmpeil bereikt. Brandweer en bewoners bakenden de straten af met zandzakken en zogen het regenwater weg met pompen. Straten kwamen blank te staan en huizen werden overspoeld. De materiële schade was enorm groot. Zo'n overstroming heeft zich in de laatste 30 jaar niet meer voorgedaan. Tot dan toe was het geheel aan moderne meetapparatuur, pompen, bouwgrems, NOG's, doorfilterbodems, riolering, reservoirs, wachtbekkens, gecontroleerde overstromingsgebieden, wallen en dijken voldoende om het teveel aan water in de IJzer voldoende de baas te kunnen. Die dag, 28 november, konden de vele ingrepen de grote overstroming niet meer voorkomen.

Welke soort aardobservatiegegevens ga je gebruiken?

- 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)

Satellietdata

We gaan gebruik maken van Terrascope. Terrascope is een Belgische online tool of viewer waarbij de Copernicusgegevens overzichtelijk en gebruiksvriendelijk worden weergegeven en waarop je analyses kan maken.

We gaan beelden verzamelen van voor, tijdens en na de overstromingen rondom de IJzerrivier. Die beelden zullen afkomstig zijn van de Sentinel-2 satelliet. We gaan de verschillende instellingen en parameters bekijken die Terrascope ons aanbiedt om een zo goed mogelijk overzicht en kwantificatie van de overstroming te krijgen.

Terrascope geeft je de mogelijkheid om de verschillende beelden op elkaar te leggen om deze te vergelijken.

Weerinfo.be

We gaan de grafieken van neerslag en waterpeil verzamelen in de periode voor, tijdens en na de overstroming. Deze metingen gaan we halen uit meetstations rondom de ijzer. Aan de hand van die info leggen we een link met de beelden die we kunnen zien via Terrascope.

De grafieken kan je downloaden. Door de grafieken onder elkaar te plaatsen en de

tijsmetingen met elkaar gelijk te leggen, proberen we zichtbaar te maken wat de invloed van neerslag is op het waterpeil en hoe dit traceerbaar is via satellietbeelden.

③ FASE 2 – Onderzoek het klimaatprobleem

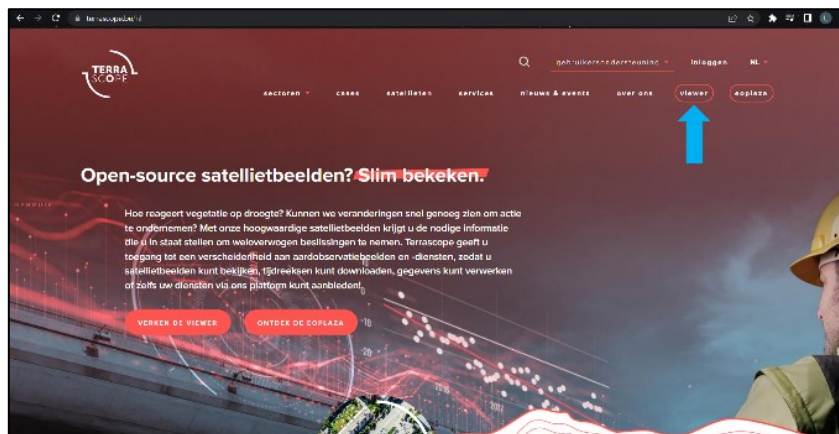
1. Gegevens verzamelen

Terrascope

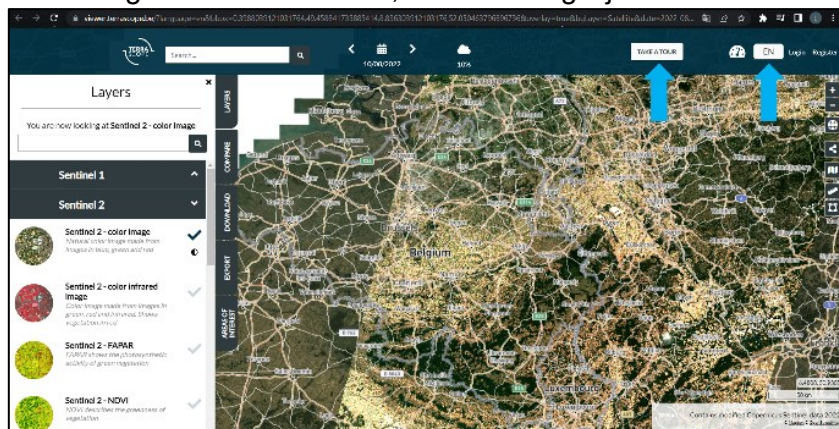
Werkwijze ‘verzamelen van gegevens’

1) Het gewenste beeld in de viewer krijgen

- Ga naar je browser en tik in de zoekbalk ‘terrascope.be/nl’. Klik rechts bovenaan op ‘viewer’.



- Rechts bovenaan, witte rechthoekje, kan je de taal aanpassen.
- Daarnaast kan je ‘neem een rondleiding’ aanklikken. Je krijgt vervolgens een uitgebreide uitleg van de verschillende knoppen en opties: de verschillende lagen, zoekfunctie en kalender, beelden exporteren, timelapse exporteren, interessegebieden aanduiden, beelden vergelijken.

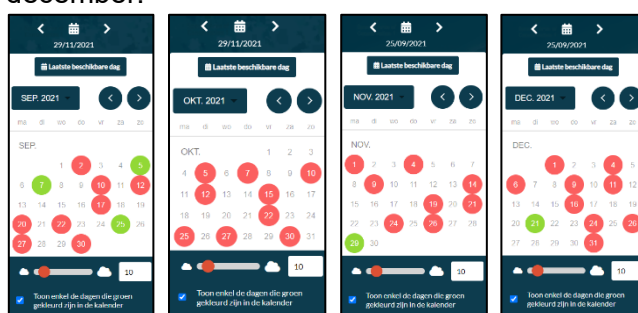


- Wanneer je de viewer opent, krijg je het meest recent genomen beeld van België. Het is een satellietbeeld genomen door ‘Sentinel 2 – color image’.

- Voor ons project willen informatie verzamelen over de IJzervallei. Zoom in op het gebied tussen Nieuwpoort en Poperinge. De IJzer zelf, is niet zichtbaar op de kaart.
- We willen beelden verzamelen gedurende periode voor, tijdens en na de overstroming van de IJzervallei. Klik op het kalendericoontje bovenaan in het midden van je scherm.



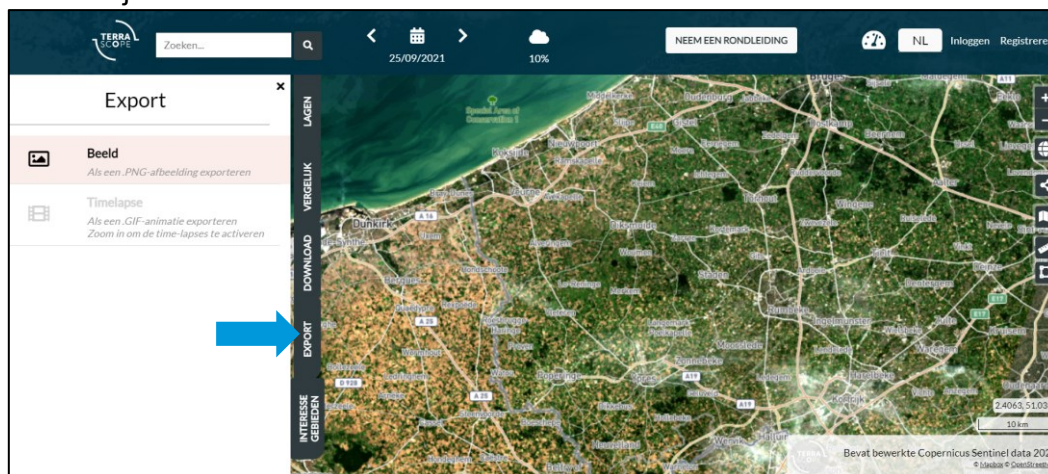
- Het is nodig om een duidelijk beeld te hebben van de IJzervallei voor de overstroming. We behouden de instelling '10% wolken'. De eerste bruikbare dag (groen op de kalender) die we tegenkomen is 25 september 2021. Een duidelijk beeld tijdens de overstroming is 29 november. Een duidelijk beeld na de overstroming is 21 december.



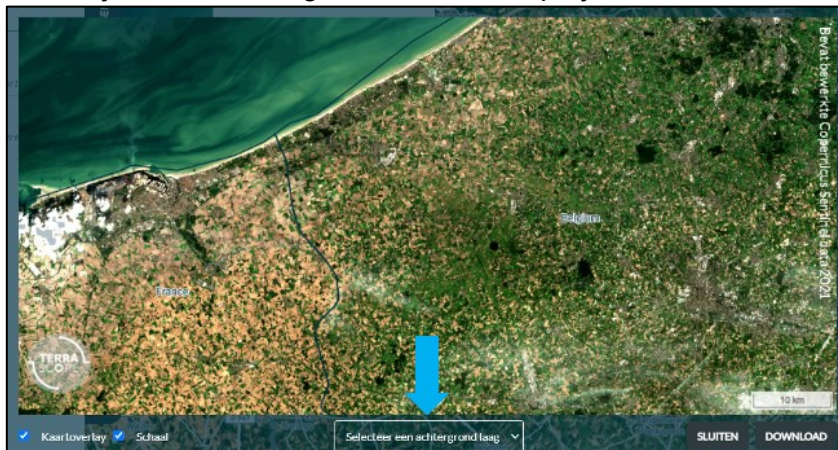
- Om een goed antwoord te kunnen geven op onze onderzoeksvraag, nemen we diverse satellietbeelden genomen door verschillende camera's (verschillende lagen). We doen dit telkens voor een datum voor, tijdens en na de overstroming. De verschillende lagen die we hier adviseren zijn: Sentinel 2 color image, Sentinel 1 GRD, Sentinel 2 infrarood, Sentinel 2 FAPAR. Verderop in deze cursus tonen we de hele reeks en geven we uitleg over de vier gekozen banden/lagen.

2) Gewenste beelden exporteren

- Bij elke laag/datum combinatie kan je een afbeelding exporteren via de zwarte balk verticaal juist links van het satellietbeeld.



- Exporteer elk beeld. Selecteer onderaan als achtergrondlaag 'Satelliet'. Geef telkens een duidelijke naam aan je bestand (waarin datum en satellietlaag staan) en breng deze onder in een logische mappenstructuur. Op die manier maak je het jezelf makkelijker voor de volgende fases in dit project: beheren en analyseren.



Gebruikte lagen

Sentinel 2 color image

INFO Sentinel 2:

De Sentinel-2-missie bestaat uit 2 polaire satellieten die elke 5 dagen over dezelfde locatie terugkeren. Daar bekijken ze de aarde onder steeds dezelfde zonnestand. Ze genereren multispectrale beelden over een strook van 290 km breed (bijv. van Calais tot Verviers) en met een resolutie tot 10 meter – waardoor de kijker individuele gezinswoningen kan onderscheiden.

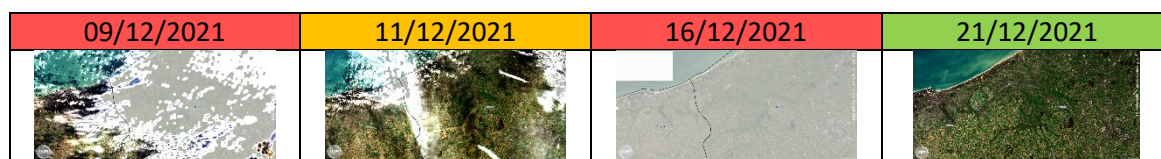
De satellieten bieden een beeld van de aarde en veranderingen in vegetatie, land- en watermassa's, waterwegen en kustgebieden.

Sentinel 2 wordt gebruikt voor: monitoren van land, monitoren van wateren, noodbeheer, veiligheid.

INFO Kleuren beelden (color image):

Afbeeldingen in natuurlijke kleuren (zichtbaar licht), gemaakt van blauwe, groene en rode banden

25/09/2021				
19/11/2021	21/11/2021	24/11/2021	26/11/2021	
29/11/2021	01/12/2021	04/12/2021	06/12/2021	



Een overzicht van de geëxporteerde beelden per datum in de laag 'Sentinel 2 color image'.

Rood: slechte zichtbaarheid, oranje: weinig zichtbaarheid, groen: goede zichtbaarheid.

Sentinel 1 GRD

INFO Sentinel 1:

Sentinel-1 is een constellatie van twee radarsatellieten. Ze volgen een baan langs beide polen van de aarde. De radar verzamelt data van de aarde bij alle weersomstandigheden, ook door de wolken heen, aangezien radiogolven niet door wolken gehinderd worden. Die gegevens zijn onder meer geschikt om de stabiliteit van infrastructuur te controleren.

Sentinel-1 haalt een resolutie van 5 bij 20 m, vergelijkbaar met de oppervlakte van een bedrijfsloods.

Sentinel 1 kan gebruikt worden voor: monitoren van ijs, monitoren van schepen, monitoren van olieversuiling op zee, winden over zee en oceanen

Sentinel 1 SLC:

Bevat meer dan alleen de beelden, maar wel alle door de radar geregistreerde gegevens, inclusief afstand en richting. Basis voor verdere gegevensverwerking.

INFO Sentinel-1 GRD:

Toont radarreflecties in een kaartprojectie op basis van SLC-gegevens.

Helpt om verschillen in bodembedekking te onderscheiden.

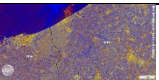
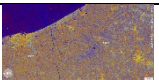
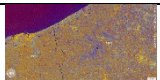
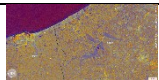
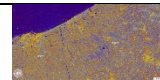
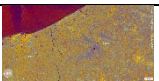
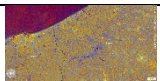
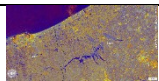
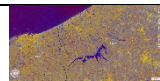
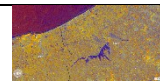
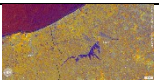
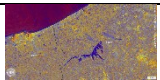
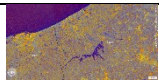
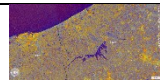
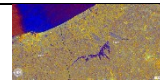
In ons onderzoeksproject is het interessant om te bekijken, omdat het onafhankelijk is van de bewolking en omdat we hopen hierop waterverzadigde plekken te onderscheiden.

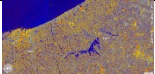
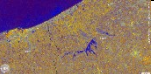
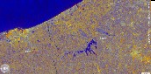
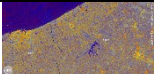
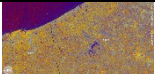
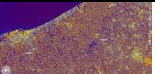
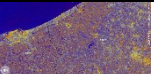
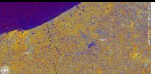
Uitleg afkomstig van:

<https://terrascope.be/nl/satellieten/sentinel-1>

<https://sentinel.esa.int/web/sentinel/user-guides/sentinel-1-sar/applications>

<https://docs.terrascope.be/#/Satellites/Sentinel-1/MissionInstruments>

26/09/2021				
				
19/11/2021	20/11/2021	22/11/2021	23/11/2021	25/11/2021
				
26/11/2021	28/11/2021	29/11/2021	01/12/2021	02/12/2021
				
04/12/2021	05/12/2021	07/12/2021	08/12/2021	10/12/2021
				

11/12/2021	13/12/2021	14/12/2021	16/12/2021	17/12/2021
				
19/12/2021	20/12/2021	22/12/2021	23/12/2021	26/12/2021
				

Sentinel 2 color infrared

INFO Sentinel 2:

De Sentinel-2-missie bestaat uit 2 polaire satellieten die elke 5 dagen over dezelfde locatie terugkeren. Daar bekijken ze de aarde onder steeds dezelfde zonnestand. Ze genereren multispectrale beelden over een strook van 290 km breed (bijv. van Calais tot Verviers) en met een resolutie tot 10 meter – waardoor de kijker individuele gezinswoningen kan onderscheiden.

De satellieten bieden een beeld van de aarde en veranderingen in vegetatie, land- en watermassa's, waterwegen en kustgebieden.

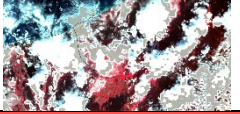
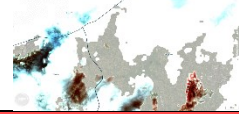
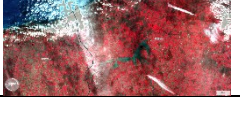
Sentinel 2 wordt gebruikt voor: monitoren van land, monitoren van wateren, noodbeheer, veiligheid.

INFO Kleur + infrarood (color infrared):

Toont kleurenafbeldingen op basis van zichtbaar groen licht + zichtbaar rood licht + infraroodbanden. Toont (chlorofielrijke) vegetatie in rood.

Uitleg afkomstig van:

<https://terrascope.be/en/satellites/sentinel-2>

25/09/2021			
			
19/11/2021	21/11/2021	24/11/2021	26/11/2021
			
29/11/2021	01/12/2021	04/12/2021	06/12/2021
			
09/12/2021	11/12/2021	16/12/2021	21/12/2021
			

Sentinel 2 FAPAR

INFO Sentinel 2: zie hierboven

INFO FAPAR:

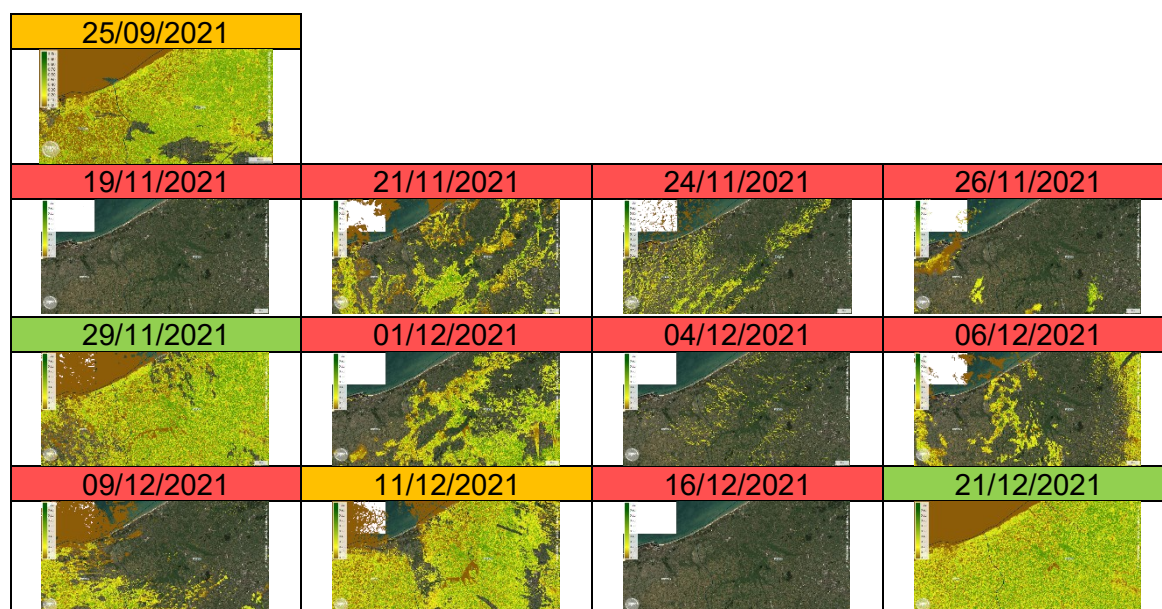
Fractie van geabsorbeerde fotosynthetisch actieve straling.

Toont de fotosynthese-activiteit van groene vegetatie.

Een hogere FAPAR-waarde betekend een gezonde groei.

Het deel van het elektromagnetisch spectrum dat planten en micro-organismen gebruiken om aan fotosynthese te doen, wordt “photosynthetic active radiation” of PAR genoemd. Door te gaan meten welke fractie hiervan overblijft nadat het licht een vegetatie gepasseerd is (dus na absorptie ten behoeve van fotosynthese), kan men inschatten wat de primaire productie is van deze vegetatie. Met primaire productie wordt hier bedoeld: de productie van organisch materiaal (en dus de fixatie van CO₂ in een ecosysteem).

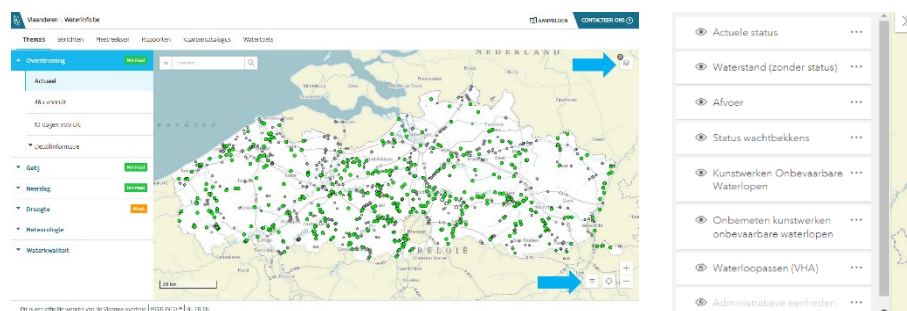
De fAPAR is dus een indicatie van de primaire productie op een bepaalde oppervlakte. Door de fAPAR in tijdsreeksen te bekijken, komt men veel te weten over de toestand en de evolutie van een vegetatie. Deze index is afhankelijk van factoren zoals: kruinen structuur, optische eigenschappen van de betrokken planten, atmosferische omstandigheden, en de invalshoek van het zonlicht.



Waterinfo.be

Werkwijze ‘verzamelen van gegevens’

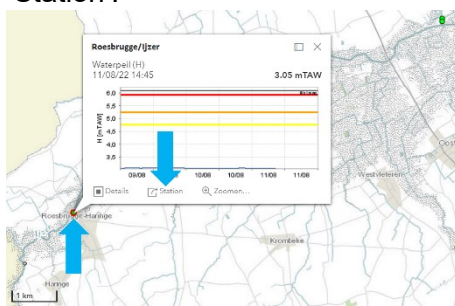
- Ga naar je browser en tik in de zoekbalk ‘waterinfo.be’.
- Klik op het themablad ‘Overstromingen – Actueel’.
- Op de kaart van Vlaanderen zijn alle meetpunten te zien. Rechts onderaan kan je de legende terugvinden, rechts bovenaan kan je de kaartlagen kiezen. Klik ‘waterstand (zonder status)’, ‘Kunstwerken Onbevaarbare Waterlopen’, ‘Onbemeten kunstwerken onbevaarbare waterlopen’ en ‘Waterlooppassen (VHA)’ weg.



- Zoom in op gebied rond de IJzervallei tot dat je een schaal van 1 km bekomt en zwarte puntjes zichtbaar worden rondom de IJzer. Deze gestippelde zone staat bij klimaat.vmm.be gekend als 'Waterdiepte bij wateroverlast'.



- We gaan volgende meetpunten bekijken in de grijze gestippelde zone (schaal 1 km): Actuele status (grote groene bollen)
- Klik op een meetpunt. Om het station te openen, klik je onderaan de pop-up op 'Station'.



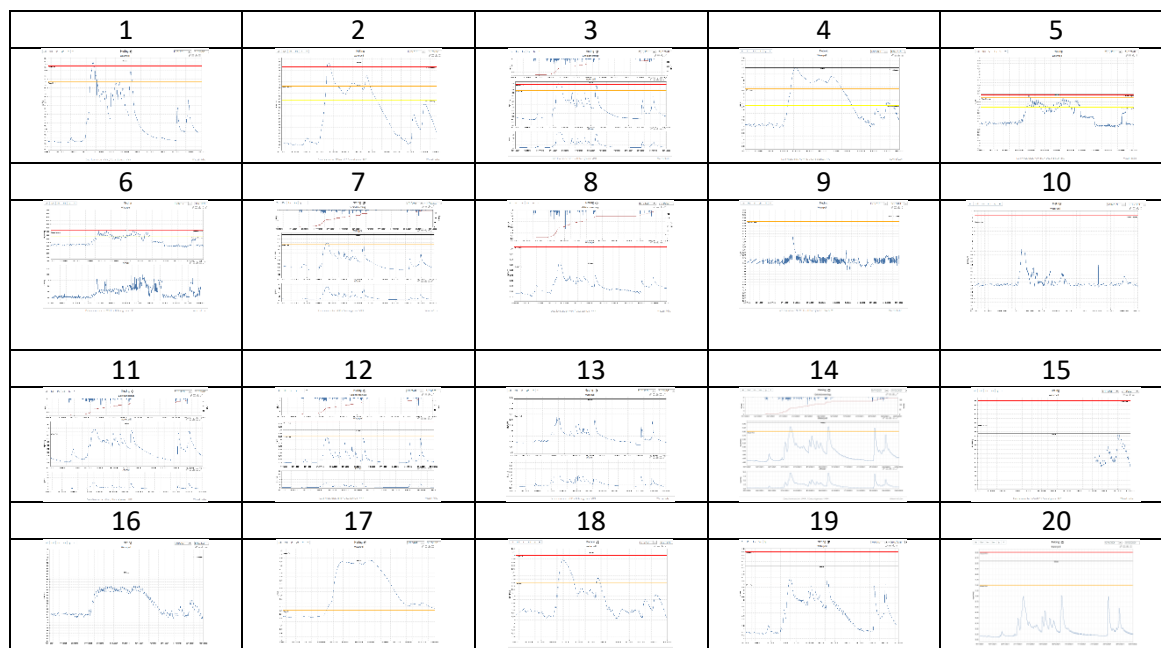
- Er opent zich een nieuw tabblad met je gekozen station. Pas de data in de rechterbovenhoek aan naar 15/11/2021 en 31/12/2021. Je verkrijgt een grafiek van die periode. Voor meer informatie over de grafiek klik je op de knoppen onder de data.
- Je kan de data opslaan door op het downloadknopje onderaan de data te klikken. Wij verkozen om een screenshot van de grafiek te nemen. Let bij het opslaan van de grafieken goed op de naamgeving en mappenstructuur. Onderaan kan je een lijst terugvinden van de verschillende meetpunten die wij gekozen hebben voor dit project.

Grafiek actuele status

1. Watou/Heidebeek
2. Roesbrugge/IJzer
3. Oostvleteren/Poperingevaart
4. Lo-Fintele/IJzer
5. Lo-Fintele/Lokl
6. Lo-Reninge/Lokl
7. Reninge/Kemmelbeek
8. Boezinge/Ieperlee
9. Boezing sas Opwaarts DVW/KI Ieper-IJzer
10. Boezinge dorp Opwaarts DVW/KI Ieper-IJzer

11. Merkem/Martjevaart
12. Langemark/Martjevaart
13. Merkem/Steenbeek
14. Kortemark/Handzamevaart
15. Woumen/IJzer
16. Diksmuide/IJzer

17. Woumen/Blankaertvijver
18. Oudekapelle/ Grote Beverdijkvaart
19. Zarren/Zarrenbeek
20. Kortemark/Spanjaardbeek



2. Ordenen en beheren van gegevens

Dit is volledig naar eigen keuze. Je kan inspiratie vinden in de lerarengids van ESA.

3.1. Analyse en conclusie : Analyse

Terrascope

Sentinel 2 color image

Dataverzameling

We nemen beelden waarbij de wolkenpercentage op 10% staat. Wanneer we een hoger percentage nemen, krijgen we onbruikbare beelden. Er zijn te veel wolken die ons zicht belemmeren. Nemen we een kleiner percentage, hebben we te weinig dagen waarmee we kunnen werken.

Het eerste beeld dat je in onze verzameling kan vinden is genomen op **25/09/2021**. Het is de eerste oranje gekleurde dag voor de overstromingen. Dat is ongeveer twee maanden voor de feiten en een beeld waarbij we een volledig zicht hebben van het overstroombaar gebied.

De donkere plekken die je op de foto kan zien zijn: Blankaart Waterproductie Centrum (water), Blankaart (water), Bos van Houthulst, Eversambos, Couthofbos en nog enkele

andere bossen. Rondom de IJzer zie je opvallend veel groen. Dit zijn landbouwwelden en weiden.

De 3 volgende beelden in de reeks zijn genomen gedurende de periode **19/11/2021 – 26/11/2021**. Dit zijn volgens de kalender roodgekleurde dagen. Bijgevolg zijn er hele wolkendekken die ons zicht op de IJzer belemmeren. Je kan niet zien of het water in de IJzer gelijk blijft staan of aan het stijgen is. Met deze beelden kan je de situatie dus niet schetsen.

Het eerste beeld waarbij de overstroming duidelijk te zien is, is een groengekleurde dag op de kalender, **29/11/2021**. Rondom de IJzer zijn grote bruine vlekken te zien. Dit is water gemengd met modder.

- Je ziet duidelijk hoe de stenensluisvaart bruin kleurt en uit zijn oevers is getreden.
- De velden tussen het Kanaal Ieper-IJzer, IJzer, Ieperlee en Landdijkgracht blank staan.
- De Landdijkgracht en Kemmelbeek tot Zuidschote overlopen.
- Ook de Martjesvaart en de Broenbeek kunnen het overvloedige water niet meer slikken.
- Het hele gebied tussen de IJzer, de Boezingegracht, de Kapelbeek en Meersbeek staat onder water.
- Vervolgens staan de straten en velden blank omwille van het overstroomde van Kerkebeek, Poperingevaart, Oostsluisbeek, Peserbeek, IJzer, Heidebeek, Oostsluisbeek.
- De volgende vertakkingen van de IJzer lopen ook over: Lepkenbeek, Westsluisbeek, Kallebeek, Gatebeek, Haringbeek.
- Vanaf dan steken we de grens over met Frankrijk. Daar zie je ook duidelijk hoe de 2 uitlopers van de IJzer overgelopen zijn.

Het volgende beeld is **01/12/2021**. Daar hebben op de kalender een zwaarbewolkte roodgekleurde dag, waarbij je de overgelopen IJzer nog net door het wolkendek ziet. De schaduwen van de wolken maken het zicht op het onderliggend land onduidelijk. We zien enkel de volgende overstroomde waterlopen:

- Het gebied rondom het Blankaart Waterproductie Centrum blijkt nu ook onder water te staan. We zien dus een groter gebied die overstroomd is.
- Wat op 29/11 nog aparte overstroomde gebieden waren, zie je nu dat de deze samenkomen tussen de IJzer, Kemmelbeek en Kanaal Ieper-IJzer. Ook hier stellen we vast dat de overstroming zich heeft uitgebreid.
- Verder zien we op dit beeld geen grote veranderingen meer.

Op het beeld van **04/12/2021** zie je niets. Het is een rode dag en het wolkendek is zo uitgebreid dat je niets van het onderliggende land kan terugzien.

06/12/2021 is ook een roodgekleurde dag. Toch kan je een glimp van de overstroomde IJzer, Peserbeek, Oostsluisbeek, Poperingevaart, Heidebeek, ... zien.

09/12/2021 is opnieuw een te bewolkte dag. Je kan niets zien.

11/12/2021 is een oranje dag. Slechts 1 wolk belemmert ons zicht. We krijgen een duidelijk beeld van volgende overgelopen waterlopen:

- Watervaart, IJzer, Houtensluisvaart, Kerkebeek, Noordkantvaart, Kerkevaart, Velkelokerbeek, Koevaardeken, Stenensluisvaart, Separaatgracht, Kwadebeek, Kanaal Ieper-IJzer, Martjevaart, Broenbeek, Lobeek, Ieperlee, Westbeek, Kemmelbeek Landdijkgracht, Boezingegracht, Kapelbeek, Siboutsdijf, Meersbeek, ...
- Wat je hieruit kan besluiten is het volgende: de overstroming lijkt gestagneerd en op zijn grootste punt gekomen. Er zijn weinig veranderingen gebeurt in vergelijking met voorgaande beeldent.

16/12/2021 is een roodgekleurde dag. Er is niets zichtbaar van het oppervlak.

21/12/2021 is een groengekleurde dag. Op dit beeld is er niets meer terug te vinden van de overstromingen. Hier lijkt al het water te zijn teruggetrokken in de IJzer en andere waterlopen. Wanneer we dit beeld vergelijken met ons allereerste beeld genomen op 25/09/2021 zie je wel duidelijke kleurverschillen. Wat in september lichtgroene velden waren rondom de IJzer, hebben we nu donker gekleurde velden. Let wel op, want hier speelt ook het verschil in jaargetijde mee – in de late herfst is er minder of geen gewasgroei, in september wel.

Sentinel 2 color infrared

Aangezien deze afbeeldingen gemaakt zijn door dezelfde satelliet maar met een andere camera, kunnen we heel wat gelijkenissen vinden.

Het zijn beelden genomen op dezelfde data, dezelfde kleurencodes en dus evenveel beelden om mee te werken.

Je kan wel de kleuren van het water en het land beter onderscheiden. Het water krijgt een azuurblauwe kleur terwijl het land en de velden roodgekleurd zijn. De wolken lijken ook doorzichtiger.

25/09/2021. Je ziet enkel de zwartgekleurde Blankaart. Je ziet duidelijk de IJzer en enkele zijriviertjes in het zwart gekleurd. Deze zag je minder goed bij het zichtbare licht. Het gebied rondom de IJzer is overwegend lichtrood.

Van **19/11/2021 tot en met 26/11/2021** zie je niets. De dagen zijn op de kalender roodgekleurd en wolken teisteren het zicht over de IJzervallei.

29/11/2021. Dit geeft ons, net zoals het zichtbaar beeld, een zuiver beeld. Buiten de kleuren is het zicht over de overstroming hetzelfde. Alleen is de wolk die boven de Franse IJzer valt wat kleiner.

01/12/2021. Omdat de kleuren duidelijk verschillen, is het overstroomde gebied door de lichte wolken net iets beter te herkennen. Echter merk je opnieuw niet echt een verschil op in grootte van de overstroming.

06/12/2021. Hier is het verschil duidelijk te merken tussen zichtbaar licht en infrarood. Bij het zichtbare licht is er van de overstroming niets meer te bespeuren. De schaduwen van de wolken en de wolken zelf verhinderen een zicht op de onderliggende bodem, echter bij infrarood zie je de overstroming er lichtjes 'doorschijnen'. Je ziet hier duidelijk dat er nog overstromingen bezig zijn, je kan wel geen verschil zien tussen 06/12/2021. Je kan dus niet zien of het aangegroeid is of weggaat.

11/12/2021. De wolken en de schaduwen zijn minder goed zichtbaar dan in de zichtbaar-licht foto's. Je kan duidelijke randen zien van de overstroming. Wanneer je 01/12/2021 en 11/12/2021 op elkaar legt met behulp van Terrascope, merk je wel dat de overstroming lijkt weg te trekken. Zo zie je een versmalling aan de Poperingevaart en de Landdijkgracht. Er lijkt zich wel een verbreding voor te doen aan de Kleibeek.

21/12/2021. Bij het zichtbare licht kan je zien dat de velden rondom de IJzer donkerder groen zijn. Bij infrarood zie je heel duidelijk dat de gebieden rondom de IJzer zwart zijn. Dit is heel opvallend rondom het Blankaart, Martjevaart, Ieperlee en Landdijkgracht.

De zwarte kleur op IR beeld geeft aan dat de vegetatie nog onder water staat: het IR wordt volledig geabsorbeerd.

Sentinel 2 FAPAR

Deze beelden geven een minder goed beeld tegenover voorgaande satellietbeelden. Een bruine kleur wil zeggen dat er bijna geen fotosynthese van planten te detecteren is. Dat kan duiden op verdorde velden, water, verharde wegen, ... Het is dus moeilijk om echt na te gaan of we hier spreken over wateroverlast of dode planten.

De gebieden die onder water staan, hebben een lage FAPAR, en als de vegetatie lang genoeg onder water staat, zal ze nadien ook niet meer groeien – de FAPAR blijft laag. In de later herfst is dit beeld dus minder bruikbaar. Om die reden werken we dit niet verder uit.

Deze beelden zouden wel een andere interessante onderzoeksvraag eventueel kunnen beantwoorden: Hoe groot is het verlies van planten na een droge periode?

Sentinel 1 GRD

Omdat Sentinel 1 geen last heeft van bewolking en nacht, hebben we geen rode, oranje of groene dagen op onze kalender. De Sentinel 1 komt 2 dagen wel en 1 dag niet over ons te onderzoeken gebied.

25/09/2021 is voor Sentinel 1 niet beschikbaar. De eerstvolgende dag is **26/09/2021**. Daar zie je dat de zone rondom de IJzer ietwat blauwer gekleurd is dan omliggende omgeving. De donkerblauwe achthoek en de vlek niet veel verder van die achthoek is het Blankaart (waterzuivering). Je kan de IJzer niet zien op de beelden.

15/11/2021 is voor Sentinel 1 niet beschikbaar. De eerstvolgende dag is **16/11/2021**. Vergelijkend met 26/09 zie je dat de kleuren overwegend lichter zijn. Het gebied rondom de IJzer steekt nu enorm af tegenover de rest van de omgeving. Wat voordien vooral blauw was, is nu geel en oranje.

17/11/2021 tot 19/11/2021: De kleuren van het beeld verdonkeren.

20/11/2021 tot 22/11/2021: De kleuren van het beeld worden lichter.

22/11 tot 25/11/2021: De kleuren van het beeld worden donkerder.

25/11 – 26/11: Je ziet dat het gebied rondom het Blankaart donkerblauwe stipjes krijgt.

28/11: De volgende rivieren krijgen een donkerblauwe kleur: Broenbeek, Martjevaart, Koversbeek, Lobeek, Kanaal Ieper/IJzer, Landdijkgracht, Westbeek, Kemmelbeek, Boezingegracht, Kapelbeek, Meersbeek, Siboutsdijf, Kanunnikbeek, Poperingevaart, Heidebeek, Beverdijkvaart, Stukje van de IJzer, Hoeslandbeek, Nattebeek, Haringbeek, Dode IJzer, Beetjesbeek, ...

29/11: De donkerblauwe kleur breidt uit. Bovenstaande waterlopen verbreden, volgende waterlopen komen erbij: Koevaardeken, Stenensluisvaart, Kerkevaart, Separaatgracht, Kwadebeek, Ieperlee, het kruispunt tussen Kanaal Ieper IJzer en IJzer, Kemmelbeek loopt verder uit tot Zuidschote, Peserbeek, Westsluisbeek en Boeltjesbeek, Kerkebeek, de Heidebeek loopt door tot Steenvoorde. Ook de IJzer die zich opsplijt over de grens van Frankrijk heeft een rijke donkerblauwe kleur gekregen.

01/12: Het water lijkt zich vanuit Frankrijk weg te trekken en zich te verzamelen in de velden aan de IJzer en aan het Blankaart. Het water trekt weg vanuit Watou, Poperingevaart, Kemmelbeek en Bikschoote.

02/12: De kleuren zijn lichter geworden. De gebieden rondom de IJzer zien er meer geel en oranje uit. Je ziet dat de waterlopen overwegend hetzelfde zijn. Het water blijft verminderen aan de Franse grens en vermeerderd nog wat aan het Blankaart.

04/12: Het water blijft wegtrekken vanuit Roesbrugge-Haringe en blijft lichtjes vermeerderen richting Sint-Jacobs Kapelle en Woumem.

05/12: De trend waarbij het water wegtrekt vanuit het Zuid-Westen blijft zich verder zetten, er komt echter geen water meer bij rondom het Blankaart.

07/12: De trend blijft zich verderzetten.

08/12: Het water lijkt terug wat vermeerderd richting Frankrijk.

10/12: Het water trekt zich terug weg zoals er op 05/12 beschreven staat.

11/12: idem als 08/12 Het water lijkt zich terug te vermeerderen.

13/12 : Het water is al teruggetrokken tot en met Roesbrugge-Haringe. Ook het water aan Vleteren en Bikschoote trekt zich wat terug.

14/12: idem als 13/12 Het water lijkt zich terug te trekken

16/12: Het water lijkt al volledig verdwenen te zijn rondom Roesbrugge-Haringe. Het water trekt langzaam weg rond Vleteren. Ook de velden tussen de IJzer, Vleteren en Reninge geraken bevrijd van het water. Het water aan Sint-Jacob Kapelle trekt ook weg richting het Blankaart.

17/12: De trend van 16/12 zet zich verder.

19/12: Het water die zich op de velden tussen de IJzer, Elzendamme en Reninge bevond, is zo goed als volledig weg. Enkel nog tussen Elzendamme en Vleteren, en

Beveren heb je nog wat overtollig water. Er is nog steeds water tussen Reninge en Noordschote, Merke en het Blankaart.

20/12: De trend van 19/12 zet zich verder. Het water blijft zich langzaam wegtrekken.

22/12: Het water blijft wegtrekken, enkel hebben de velden nu plots rode en paarse kleuren gekregen i.p.v. gele en oranje kleuren. Het water rondom het Blankaart lijkt zich te klaren.

23/12: op vlak van water is er weinig verschil te zien met voorgaande dag. De kleuren worden echter blauwer, dan roder en paarser.

26/12: Het water lijkt terug vermeerderd te zijn. De velden tussen de IJzer, Elzendamme en Reningen zijn terug donkerblauw aan het kleuren. De waterloop aan Merkem ook. Waterlopen tussen Beveren en Stavele ook.

28/12: het water trekt zich terug weg van de velden.

31/12: De waterlopen van 26/12 zwellen terug aan.

Wanneer je deze beelden naast de beelden van Sentinel 2 color image legt, kan je niet nagaan wat die donkerblauwe plekkjes precies voorstellen. Op de Color Image lijkt al het water opgeruimd, maar op de Sentinel 1 GRD lijken er nog velden onder water te staan.

Waterinfo.be

Voor verschillende meetpunten lijsten we hieronder op wanneer het waterpeil bepaalde drempels overschrijdt:

'Pre-waakpeil': **Geel**, Verhoogde waakzaamheid, geen overstromingen.

'Waakpeil': Oranje, Sterk verhoogde waakzaamheid, niet-kritieke overstromingen mogelijk.

'Alarmpeil': **rood**, kritieke overstromingen.

1. Watou/Heidebeek

Onder Waakpeil (max. 9 H(mTAW))

- van 15/11 (00:00) tot en met 28/11 (06:15)

Tussen Waakpeil (9 H(mTAW)) en Alarmpeil (9,55 H(mTAW))

- van 28/11 (06:15) tot en met 28/11 (17:45)

Boven Alarmpeil (min. 9,55 H(mTAW))

- van 28/11 (17:45) tot en met 29/11 (09:00)

Tussen Waakpeil (9 H(mTAW)) en Alarmpeil (9,55 H(mTAW))

- van 29/11 (09:00) tot en met 30/11 (09:00)

Onder Waakpeil (max. 9 H(mTAW))

- van 30/11 (09:00) tot en met 07/12 (06:30)

Tussen Waakpeil (9 H(mTAW)) en Alarmpeil (9,55 H(mTAW))
- van 07/12 (06:30) tot en met 07/12 (08:15)

Onder Waakpeil (max. 9 H(mTAW))
- van 07/12 (08:15) tot en met 10/12 (13:30)

Tussen Waakpeil (9 H(mTAW)) en Alarmpeil (9,55 H(mTAW))
- van 10/12 (13:30) tot en met 11/12 (07:00)

Onder Waakpeil (max. 9 H(mTAW))
- van 11/12 (07:00) tot en met 31/12 (23:45)

2. Roesbrugge/IJzer

Onder Prewaakdrempel (max. 4,75 H(mTAW)):
- van 15/11 (00:00) tot en met 28/11 (10:30)

Tussen Prewaakdrempel (4,75 H(mTAW)) en Waakdrempel (5,25 H(mTAW)):
- van 28/11 (10:30) tot en met 28/11 (19:00)

Tussen Waakdrempel (5,25 H(mTAW)) en Alarmpeil (5,92 H(mTAW)):
- van 28/11 (19:00) tot en met 29/11 (02:00)

Boven Alarmpeil (min. 5,92 H(mTAW)):
- van 29/11 (02:00) tot en met 30/11 (02:00)

Tussen Waakdrempel (5,25 H(mTAW)) en Alarmpeil (5,92 H(mTAW)):
- van 30/11 (02:00) tot en met 02/12 (08:00)

Tussen Prewaakdrempel (4,75 H(mTAW)) en Waakdrempel (5,25 H(mTAW)):
- van 02/12 (08:00) tot en met 06/12 (07:30)

Tussen Waakdrempel (5,25 H(mTAW)) en Alarmpeil (5,92 H(mTAW)):
- van 06/12 (07:30) tot en met 09/12 (12:15)

Tussen Prewaakdrempel (4,75 H(mTAW)) en Waakdrempel (5,25 H(mTAW)):
- van 09/12 (12:15) tot en met 10/12 (17:45)

Tussen Waakdrempel (5,25 H(mTAW)) en Alarmpeil (5,92 H(mTAW)):
- van 10/12 (17:45) tot en met 12/12 (10:00)

Tussen Prewaakdrempel (4,75 H(mTAW)) en Waakdrempel (5,25 H(mTAW)):
- van 12/12 (10:00) tot en met 14/12 (00:00)

Onder Prewaakdrempel (4,75 H(mTAW)):
- van 14/12 (00:00) tot en met 31/12 (23:45)

3. Oostvleteren/Poperingevaart

Onder Waak Peil (max. 6,70 H(mTAW)):

- van 15/11 (00:00) tot en met 27/11 (23:15)

Tussen Waak Peil (6,70 H(mTAW)) en Alarm Peil (7,20 H(mTAW)):

- van 27/11 (23:15) tot en met 28/11 (13:00)

Boven Alarm Peil (min. 7,20 H(mTAW)):

- van 28/11 (13:00) tot en met 29/11 (07:00)

Tussen Waak Peil (6,70 H(mTAW)) en Alarm Peil (7,20 H(mTAW)):

- van 29/11 (07:00) tot en met 29/11 (07:15)

Boven Alarm Peil (min. 7,20 H(mTAW)):

- van 29/11 (07:15) tot en met 29/11 (07:30)

Tussen Waak Peil (6,70 H(mTAW)) en Alarm Peil (7,20 H(mTAW)):

- van 29/11 (07:30) tot en met 29/11 (22:00)

Onder Waak Peil (max. 6,70 H(mTAW)):

- van 29/11 (22:00) tot en met 10/12 (10:45)

Tussen Waak Peil (6,70 H(mTAW)) en Alarm Peil (7,20 H(mTAW)):

- van 10/12 (10:45) tot en met 11/12 (00:15)

Onder Waak Peil (max. 6,70 H(mTAW)):

- van 10/12 (10:45) tot en met 31/12 (23:45)

4. Lo-Fintele/IJzer

Onder Prewaakdrempel (max. 3,75 H(mTAW)):

- van 15/11 (00:00) tot en met 28/11 (03:45)

Tussen Prewaakdrempel (3,75 H(mTAW)) en Waakdrempel (4,25 H(mTAW)):

- van 28/11 (03:45) tot en met 29/11 (15:00)

Tussen Waakdrempel (4,25 H(mTAW)) en Alarmpeil (4,85 H(mTAW)):

- van 29/11 (15:00) tot en met 30/11 (06:00)

Boven Alarmpeil (min. 4,85 H(mTAW)):

- van 30/11 (06:00) tot en met 01/12 (05:30)

Tussen Waakdrempel (4,25 H(mTAW)) en Alarmpeil (4,85 H(mTAW)):

- van 01/12 (05:30) tot en met 15/12 (15:00)

Tussen Prewaakdrempel (3,75 H(mTAW)) en Waakdrempel (4,25 H(mTAW)):

- van 15/12 (15:00) tot en met 18/12 (06:30)

Onder Prewaakdrempel (max. 3,75 H(mTAW)):

- van 18/12 (06:30) tot en met 28/12 (21:00)

Tussen Prewaakdrempel (3,75 H(mTAW)) en Waakdrempel (4,25 H(mTAW)):

- van 28/12 (21:00) tot en met 30/12 (07:15)

Onder Prewaakdrempel (max. 3,75 H(mTAW)):

- van 30/12 (07:15) tot en met 30/12 (13:45)

Tussen Prewaakdrempel (3,75 H(mTAW)) en Waakdrempel (4,25 H(mTAW)):

- van 30/12 (13:45) tot en met 30/12 (18:30)

Onder Prewaakdrempel (max. 3,75 H(mTAW)):

- van 30/12 (18:30) tot en met 31/12 (23:45)

5. Lo-Fintele/Loki

Onder Prewaakdrempel (max. 3,2 H(mTAW)):

- van 15/11 (00:00) tot en met 29/11 (11:00)

Tussen Prewaakdrempel (3,2 H(mTAW)) en Waakdrempel (3,55 H(mTAW)):

- van 29/11 (11:00) tot en met 29/11 (15:00)

Onder Prewaakdrempel (max. 3,2 H(mTAW)):

- van 29/11 (15:00) tot en met 29/11 (17:15)

Tussen Prewaakdrempel (3,2 H(mTAW)) en Waakdrempel (3,55 H(mTAW)):

- van 29/11 (17:15) tot en met 29/11 (23:00)

Tussen Waakdrempel (3,55 H(mTAW)) en Alarmpeil (3,65 H(mTAW)):

- van 29/11 (23:00) tot en met 30/11 (00:15)

Boven Alarmpeil (min. 3,65 H(mTAW)):

- van 30/11 (00:15) tot en met 30/11 (01:45)

Tussen Waakdrempel (3,55 H(mTAW)) en Alarmpeil (3,65 H(mTAW)):

- van 30/11 (01:45) tot en met 30/11 (14:15)

Tussen Prewaakdrempel (3,2 H(mTAW)) en Waakdrempel (3,55 H(mTAW)):

- van 30/11 (14:15) tot en met 02/12 (15:15)

Tussen Waakdrempel (3,55 H(mTAW)) en Alarmpeil (3,65 H(mTAW)):

- van 02/12 (15:15) tot en met 02/12 (16:15)

Tussen Prewaakdrempel (3,2 H(mTAW)) en Waakdrempel (3,55 H(mTAW)):

- van 02/12 (16:15) tot en met 03/12 (10:00)

Onder Prewaakdrempel (max. 3,2 H(mTAW)):

- van 03/12 (10:00) tot en met 03/12 (13:15)

Tussen Prewaakdrempel (3,2 H(mTAW)) en Waakdrempel (3,55 H(mTAW)):
- van 03/12 (13:15) tot en met 03/12 (20:15)

Onder Prewaakdrempel (max. 3,2 H(mTAW)):
- van 03/12 (20:15) tot en met 04/12 (02:30)

Tussen Prewaakdrempel (3,2 H(mTAW)) en Waakdrempel (3,55 H(mTAW)):
- van 04/12 (02:30) tot en met 04/12 (07:30)

Onder Prewaakdrempel (max. 3,2 H(mTAW)):
- van 04/12 (07:30) tot en met 04/12 15:45)

Tussen Prewaakdrempel (3,2 H(mTAW)) en Waakdrempel (3,55 H(mTAW)):
- van 04/12 15:45) tot en met 04/12 (19:45)

Onder Prewaakdrempel (max. 3,2 H(mTAW)):
- van 04/12 (19:45) tot en met 05/12 (05:15)

Tussen Prewaakdrempel (3,2 H(mTAW)) en Waakdrempel (3,55 H(mTAW)):
- van 05/12 (05:15) tot en met 05/12 (07:45)

Onder Prewaakdrempel (max. 3,2 H(mTAW)):
- van 05/12 (07:45) tot en met 05/12 (16:45)

Tussen Prewaakdrempel (3,2 H(mTAW)) en Waakdrempel (3,55 H(mTAW)):
- van 05/12 (16:45) tot en met 05/12 (21:15)

Onder Prewaakdrempel (max. 3,2 H(mTAW)):
- van 05/12 (21:15) tot en met 06/12 (06:00)

Tussen Prewaakdrempel (3,2 H(mTAW)) en Waakdrempel (3,55 H(mTAW)):
- van 06/12 (06:00) tot en met 06/12 (08:00)

Onder Prewaakdrempel (max. 3,2 H(mTAW)):
- van 06/12 (08:00) tot en met 06/12 (18:15)

Tussen Prewaakdrempel (3,2 H(mTAW)) en Waakdrempel (3,55 H(mTAW)):
- van 06/12 (18:15) tot en met 06/12 (20:00)

Onder Prewaakdrempel (max. 3,2 H(mTAW)):
- van 06/12 (20:00) tot en met 07/12 (18:00)

Tussen Prewaakdrempel (3,2 H(mTAW)) en Waakdrempel (3,55 H(mTAW)):
- van 07/12 (18:00) tot en met 07/12 (22:15)

Onder Prewaakdrempel (max. 3,2 H(mTAW)):
- van 07/12 (22:15) tot en met 08/12 (17:30)

Tussen Prewaakdrempel (3,2 H(mTAW)) en Waakdrempel (3,55 H(mTAW)):

- van 08/12 (17:30) tot en met 09/12 (02:45)

Onder Prewaakdrempel (max. 3,2 H(mTAW)):

- van 09/12 (02:45) tot en met 09/12 (05:15)

Tussen Prewaakdrempel (3,2 H(mTAW)) en Waakdrempel (3,55 H(mTAW)):

- van 09/12 (05:15) tot en met 10/12 (22:00)

Tussen Waakdrempel (3,55 H(mTAW)) en Alarmpeil (3,65 H(mTAW)):

- van 10/12 (22:00) tot en met 10/12 (23:30)

Tussen Prewaakdrempel (3,2 H(mTAW)) en Waakdrempel (3,55 H(mTAW)):

- van 10/12 (23:30) tot en met 13/12 (05:30)

Onder Prewaakdrempel (max. 3,2 H(mTAW)):

- van 13/12 (05:30) tot en met 13/12 (10:00)

Tussen Prewaakdrempel (3,2 H(mTAW)) en Waakdrempel (3,55 H(mTAW)):

- van 13/12 (10:00) tot en met 13/12 (14:00)

Onder Prewaakdrempel (max. 3,2 H(mTAW)):

- van 13/12 (14:00) tot en met 14/12 (11:15)

Tussen Prewaakdrempel (3,2 H(mTAW)) en Waakdrempel (3,55 H(mTAW)):

- van 14/12 (11:15) tot en met 16/12 (07:00)

Onder Prewaakdrempel (max. 3,2 H(mTAW)):

- van 16/12 (07:00) tot en met 31/12 (23:45)

7. Reninge/Kemmelbeek

Onder Waak Peil (max. 5,85 H(mTAW)):

- van 15/11/2021 (00:00) tot en met 28/11/2021 (19:30)

Boven Waak Peil (min. 5,85 H(mTAW)):

- van 28/11/2021 (19:30) tot en met 29/11/2021 (20:15)

Onder Waak Peil (max. 5,85 H(mTAW)):

- van 29/11/2021 tot en met 31/12/2021 (23:45)

8. Boezinge/Ieperlee

Onder Waak Peil (max. 6,20 H(mTAW)):

- van 15/11/2021 (00:00) tot en met 28/11/2021 (21:15)

Boven Waak Peil

- Van 28/11 (21:15) tot en met 29/11 (19:30)

Onder Waak Peil (max. 6,20 H(mTAW)):

- van 29/11 (19:30) tot en met 31/12/2021 (23:45)

9. Boezinge sas Opwaarts DVW/KI Ieper-IJzer

Gedurende de gehele periode van 15/11/2021 tot en met 31/12/2021 is het waterpeil geen enkele keer boven het waakpeil gegaan.

10. Boezinge dorp Opwaarts DVW/KI Ieper-IJzer

Gedurende de gehele periode van 15/11/2021 tot en met 31/12/2021 is het waterpeil geen enkele keer boven het waakpeil gegaan.

Station 11 tot en met 20

Je kan de overige stations 11 tot en met 20 op dezelfde manier verder analyseren.

Stations vergelijken

Laten we nu eens de grafieken van verschillende stations met elkaar vergelijken. Laten we beginnen met volgende reeks: Watou/Heidebeek, Roesbrugge/IJzer, Lo-Fintele/IJzer, Woumen/Blankaertvijver en Diksmuide/IJzer. Deze stations volgen mooi de IJzer van Frankrijk naar Nieuwpoort. Wat valt er ons op?

Om te beginnen verschuift het piekmoment van landinwaarts naar richting zee. Zo valt de piek van Watou/Heidebeek opvallend vroeger dan de piek van Diksmuide/IJzer. Vervolgens valt het ook op dat de duur van het waterpeil boven het waakpeil opvallend langer duurt en minder stijgingen en dalingen bevat naarmate je zeewaarts gaat. Bij Diksmuide/IJzer is het water wel niet boven het alarmpeil geraakt.

Laten we nu eens enkele vertakkingen van de IJzer bekijken.

De eerste vertakking die we bespreken is Boezinge/Ieperlee, Boezinge sas Opwaarts, Boezinge dorp Opwaarts.

Wanneer je deze grafieken 'op elkaar legt', verschuift de piek lichtjes van B./Ieperlee naar B.d.Opwaarts. Echter komt het waterpeil enkel bij Boezinge/Ieperlee boven het Waak Peil. Het water behaalt nooit het alarmpeil.

De tweede vertakking is Lo-Fintele/IJzer, Lo-Fintele/Lokl en Lo-Reninge/Lokl. Wanneer je deze grafieken 'op elkaar legt' zien we iets onverwachts. De piek lijkt vroeger te komen bij Lo-Fintele/Lokl en Lo-Reninge/Lokl dan bij Lo-Fintele/IJzer, terwijl je dit toch anders zou verwachten. Het waterpeil blijft wel het langst hangen boven het waakpeil bij Lo-Fintele/IJzer.

De derde vertakking is Woumen/IJzer, Woumen/Blankaertvijver en Merkem/Steenbeek. Dit is een lastige vertakking om te onderzoeken. Woumen/IJzer heeft geen metingen gedurende de overstromingsperiode. Bij Woumen/Blankaertvijver begeeft het waterpeil zich voor een lange tijd boven het waakpeil, maar geen enkel moment over het alarmpeil. Het waterpeil komt Merkem/Steenbeek niet boven het waakpeil.

Vergelijking TerraScope met Waterinfo.be

Globaal

Laten we nu eens de grafieken van verschillende stations vergelijken met de beelden van Sentinel 1 GRD op TerraScope.

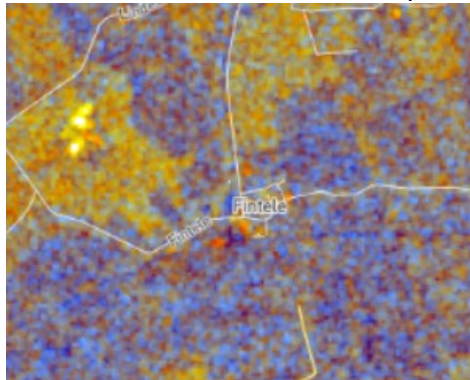
Laten we beginnen met volgende reeks: Watou/Heidebeek, Roesbrugge/IJzer, Lo-Fintele/IJzer, Woumen/Blankaertvijver en Diksmuide/IJzer.

Je kan hier overduidelijk zien dat wanneer de pieken boven het waakpeil komen, de waterloop donkerblauw kleurt. Wanneer het waterpeil boven de alarmpeil komt, zie je dat het gebied rondom dat station donkerblauw kleurt.

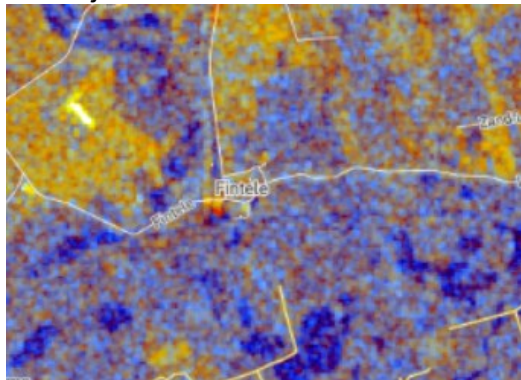
1 Station: Lo-Fintele/IJzer

Laten we inzoomen op Lo-Fintele/IJzer. Volgens de grafiek van het waterstation komt waterpeil boven het Prewaakpeil op 28/11, Waakpeil op 29/11 en Alarmpeil op 30/11, Het water deelt terug onder het Waakpeil op 15/12 en onder het Prewaakpeil op 18/12.

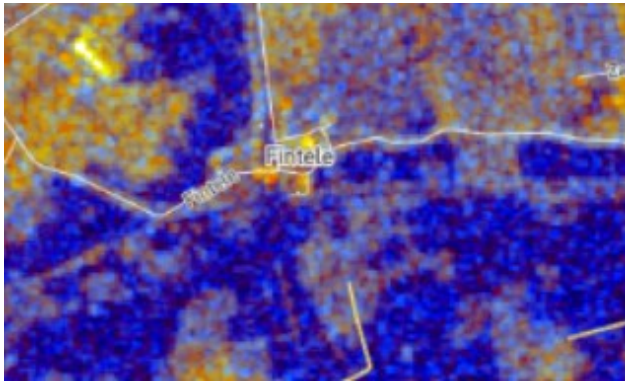
Ons eerste beeld hebben we op 26/11. Daar hebben we een lichtblauwe kleur.



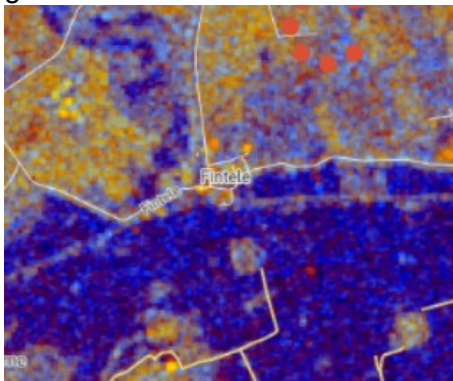
Het volgende beeld is genomen op 28/11. Daar zie je al enkele donkere plekken verschijnen. Dat is het moment dat het waterpeil op over het Prewaakpeil komt.



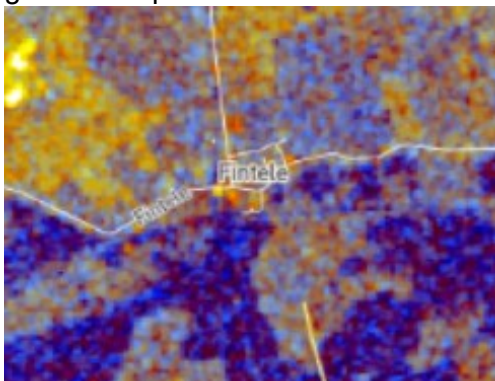
Het volgende beeld is genomen op 29/11. Het waterpeil geraakt over het Waakpeil. Rondom het station is bijna het gehele gebied donkerblauw gekleurd.



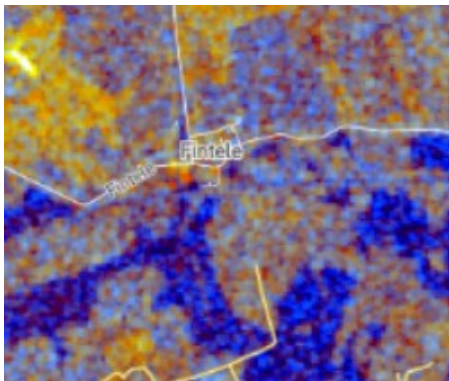
Het volgende beeld is genomen op 01/12. Dat is wanneer het waterpeil het hoogste punt bereikt heeft en zich boven het alarmpeil heeft bevonden. Waar er bij het vorige beeld nog enkele lichtblauwe plekje bevonden, zijn nu zo goed als allemaal donkerblauw gekleurd.



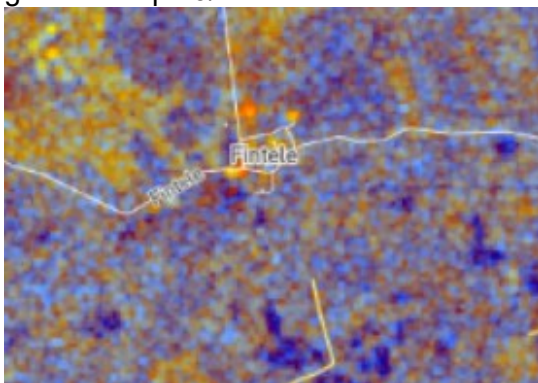
De dag voordat het waterpeil onder het Waakpeil stond zag er als volgt uit. Dit beeld is genomen op 14/12.



De dag dat het waterpeil onder het waakpeil zat, ziet er als volgt uit. Dit beeld is genomen op 16/12.



Wanneer het waterpeil onder het prewaakpeil kwam, zag het beeld er zo uit. Dit beeld is genomen op 19/12.



3.2. Analyse en conclusie : Conclusie

TerraScope

Sentinel 1 Algemeen

Deze satelliet heeft geen last van het weer. Deze kan ook beelden maken bij dichte bewolking of regen. Hierdoor heb je veel meer bruikbare beelden.

Gedurende 2 maand (61 dagen) is de Sentinel 1 in totaal 39 keer langs geweest en is elk beeld zichtbaar. Dat is 2/3 van de tijd. Hierdoor kan heb je een mooi verloop van de overstromingen. Je ziet de IJzer aanzwellen en terug leeglopen. Je kan heel goed zien dat het water dat afkomstig is vanuit Frankrijk doortrekt naar ons land en daar de IJzervallei onder water zet. Je ziet ook heel mooi hoe het water vanuit Frankrijk wegtrekt. Zo blijven er op 31/12 donkerblauwe plekken aanwezig die niet meer zichtbaar zijn op de Sentinel 2 Color Image beelden.

De kleuren van de Sentinel 1 beelden (hier donkerblauw) zijn codes voor gemeten signalen van gepolariseerd licht. De technische uitleg hiervan valt buiten de doelstellingen van onze cursus. Het komt kort gezegd op neer dat het donkerblauw staat voor waterverzadigde grond.

Ook hebben we hier een probleem met de pixels. 1 pixel is 5m op 20m. Je kan opnieuw geen grachten, rivieren, banen en huizen zien op de beelden. Je kan dus ook geen schade vaststellen.

Je kan de mensen ook niet vooraf waarschuwen met behulp van deze satelliet.

Je kan de beelden wel gebruiken om het verloop en de grootorde van de overstroming in kaart te brengen.

Sentinel 2 Algemeen

Je hebt weinig beelden om mee te werken. De Satellieten bedekken op 2 maand (61 dagen) 16 keer het te onderzoeken gebied. Dat is minder dan 1 keer om de 3 dagen. Van die 16 dagen heb je wanneer de wolkenstand op 10% staat 2 groene dagen. Dat is 1 keer op een maand dat je een volledig en scherp beeld hebt van het te onderzoeken gebied. Je bent met andere woorden te veel afhankelijk van het weer. Je kan bijgevolg geen onderzoek doen naar het verloop van de overstromingen. Je hebt geen aaneensluitend beeld over het aanzwellen van de rivieren nog het wegtrekken. Daar komt bij dat overstromingen voorkomen in perioden met veel regen en dus bewolking ...

Daarnaast heb je ook geen heel erg nauwkeurige kaart. De pixels zijn groot (10m op 10m) waardoor je enkel schattingen kunt maken van het ondergelopen gebied. Je kan niet nauwkeurig benoemen welke huizen, grachten, straten onderlopen. Die zijn namelijk allemaal kleiner of smaller dan 10m. Je kan de schade aan huizen, straten, velden dus ook niet opmeten. Je hebt enkel een globaal beeld van de overstroming.

Bijgevolg kan je de beelden moeilijk gebruiken om waterschade te kwantificeren, het verloop van de overstromingen te monitoren of mensen te waarschuwen wanneer er zich een overstroming dreigt te vormen.

De beelden zijn wel voldoende om een algemeen beeld van de overstroming te vormen: de omvang en verloop.

Een landbouwperceel dat lange tijd onder water staat, zal zeker schade ondervinden. Dus indirect kan je wel iets vaststellen.

Bewoners en gebruiker vooraf waarschuwen voor aankomende overstromingen is dan wel niet mogelijk (daarvoor heb je voorspellingen nodig). De satellietbeelden leveren wel nuttige informatie aan: de omvang van de overstroming kan vergeleken worden met de modellen van de VMM, om zo vast te stellen wat de waterdiepte moet zijn.

Terrascope Algemeen

Tot slot heeft Terrascope heel wat mogelijkheden. Je kan verschillende Sentinels en hun camera's bekijken. Je kan de beelden exporteren, vergelijken, op elkaar leggen, ...

Voor een leek is het echter niet makkelijk te begrijpen waarvoor de verschillende kleuren op de afbeeldingen betekenen. Je krijgt bijvoorbeeld een legende, maar deze bevatten soms te weinig info om een goede interpretatie te maken.

Je hebt de mogelijkheid om de straatkaart aan te zetten, maar je hebt geen overzicht van de waterlopen. Dit maakt het gebruik voor ons onderwerp niet zo evident. Daarvoor moet

je de kaarten dan vergelijken met een externe kaart zoals deze van waterinfo.be waar elke herkende waterloop op aangeduid staat.

Infrarood: De vegetatie wordt duidelijk gemaakt door rood. Als we kijken naar de zeeën, zijn deze blauw/zwart. De donkerste kleuren wijzen op watervlakten, want alleen water absorbeert zo sterk de infrarode stralen.

Waterinfo.be

Waterinfo.be Algemeen

Waterinfo.be is een handige en overzichtelijke site waarbij je met enkele klikken duidelijke grafieken kunt bekijken.

Op de kaart is het overstroombaar gebied gearceerd met puntjes. Dit geeft een indicatie welke meetstations je zeker in de gaten moet houden bij aanhoudende regen.

Wanneer je de grafieken bekijkt, krijg je bij de meeste stations enkele belangrijke peilen. Je hebt prewaakpeil, waakpeil en alarmpeil. Het is echter niet altijd even makkelijk om de juiste waarde van deze peilen af te lezen.

Bij elk station kan je de waarden ofwel naast de grafiek laten weergeven ofwel de metingen laten weergeven door een database te downloaden. Deze mogelijkheden zorgen ervoor dat je de waarden en tijdstippen snel kan aflezen. Als waarnemer kan je zo anticiperen op mogelijke overstromingen. Wanneer de regen aanhoudt kan je snel mensen waarschuwen op mogelijke overstromingen. Alleen is deze tools minder gemakkelijk cartografisch te gebruiken: de detaildata zijn niet weergegeven met kleurcodes op een kaart.

Eindconclusie

Wanneer je de beide programma's apart neemt, hebben ze elk hun zwaktepunten en sterktepunten. Waterinfo is heel nauwkeurig en neemt elke 15 minuten metingen. Alleen heb je weinig stations en kan je niet op elke plek metingen vinden. Geografisch in kaart brengen is moeilijker.

Terrascope is dan weer goed om een groot oppervlak te bekijken en om meteen linken te zien tussen geografische locaties en de gemeten data. Maar hiermee kan je pas 1 momentopname doen per 3 dagen.

Wanneer je de twee programma's samen neemt, kan je de pluspunten van beide nemen. Je kan het globale beeld samenleggen met de nauwkeurige metingen, al vraagt het wel meer werk.

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 of contact met ons op te nemen als je ergens hulp bij nodig hebt.