

WOW-BE: het weernetwerk van het KMI voor burgers en scholen

Dr. Maarten Reyniers

Departement Waarnemingen, Koninklijk Meteorologisch Instituut van België (Ringlaan 3, 1180 Ukkel, België maarten.reyniers@meteo.be)

Abstract

Big data, IoT, AI, crowdsourcing ... het zijn maar enkele van de buzzwoorden die vandaag bijna dagelijks in de media opduiken als het gaat over nieuwe technologieën. Ook meer en meer “klassieke” wetenschappen komen in aanraking met deze begrippen en paradigma’s, en dat is voor de meteorologie niet anders. We bespreken enkele recente toepassingen van deze ontwikkelingen in de meteorologie, geven hun enorme mogelijkheden maar maken ook enkele kritische bemerkingen.

Recent zette ook het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België (KMI) de eerste stappen richting crowdsourcing met de lancering van het Weather Observations Website Belgium (WOW-BE) platform. In dit initiatief worden actuele weerwaarnemingen, gemeten door particulieren, scholen en organisaties, verzameld en gedeeld. Het KMI wil van WOW-BE hét platform maken waarop iedereen historische en actuele weerwaarnemingen kan delen, bekijken, vergelijken en archiveren.

Het KMI zal deze nieuwe databron gebruiken in haar operationele en wetenschappelijke activiteiten, zoals bijvoorbeeld in de studie van het stedelijk hitte-eilandeffect. Maar daarnaast wil het KMI met het platform de algemene kennis over en interesse in de meteorologie en de klimatologie bevorderen, niet in het minste bij het jonge publiek. Het KMI investeerde daarom veel energie in de realisatie van een aantrekkelijke website (wow.meteo.be) die uitermate geschikt is voor gebruik in het (aardrijkskunde)onderwijs.

1 INLEIDING

Data is tegenwoordig overal, en dringt meer en meer door in ons dagelijks leven. Van het moment dat je ’s morgens je smartphone aanzet, tot je ’s avonds nog een laatste keer het nieuws checkt, heb je gebruik gemaakt van een groot aantal datacollecties, en heb je er in veel gevallen ook zelf aan bijgedragen. De ANPR-camera die je passeert, de *like* die je plaatst bij een foto, de klantenkaart die je laat inscannen in de supermarkt, en het sms’je dat je nog snel verstuurt: het zijn allemaal voorbeelden waarbij er interactie is tussen jou en een database. Ook alledaagse voorwerpen of apparaten worden meer en meer geconnecteerd met het internet. Dit is wat men het *Internet of Things* (IoT) noemt: bijvoorbeeld de sturing van je was-

machine of “slimme” parkeerplaatsen in een stad. Maar ook personenwagens zijn tegenwoordig *connected* en verzamelen gegevens over de wagen en zijn bestuurder. Een *connected car* bijvoorbeeld verzamelt ieder uur dat hij op de baan is, 25GB aan data (Hitachi 2015) en dit zal met de evolutie naar zelfrijdende wagens in de toekomst alleen nog maar toenemen.

Deze alsmaar groter wordende dataverzameling is wat men *big data* noemt. Firma’s gebruiken deze gigantische collectie aan data om er voor hen interessante trends uit te halen, of juist heel gericht in te spelen op de individuele voorkeuren of interesses. Om deze gigantische hoop data te analyseren, gebruikt men vaak technieken die vallen onder de noemer *machine learning*. *Machine learning* is een vorm van artificiële intelligentie (AI) waarbij het algoritme zelf zoekt naar trends en patronen, en daarvoor een grote set aan trainingsdata gebruikt.

Big data is echter niet de exclusieve speeltuin van de grote technologiebedrijven in Silicon Valley. Ook in de academische wereld vergroot het belang van *big data* en *machine learning* technieken. Een sprekend voorbeeld hiervan is onderzoek in de genetica waar het met deze technieken mogelijk wordt om kolossale studies uit te voeren op databanken van DNA-gegevens, en zo antwoorden te vinden op een groot aantal verschillende onderzoeksvragen tegelijkertijd.

Big data is vaak (maar zeker niet altijd) gelinkt aan *crowdsourcing*, dit is het inzetten van een grote groep individuen (professionals, vrijwilligers, geïnteresseerden) om gegevens te verzamelen voor allerlei doeleinden (consultancy, innovatie, beleidsvorming en onderzoek). De individuen zijn zich daarbij niet altijd bewust dat ze bijdragen tot de *crowdsourcing*. *Crowdsourcing* kan aanleiding geven tot een datacollectie die kan gecatalogeerd worden als *big data*, maar dit kenmerk is geen voorwaarde om als *crowdsourcing* te worden benoemd.

2 BIG DATA EN CROWDSOURCING IN DE METEOROLOGIE

De begrippen *big data* en *crowdsourcing* hebben ook hun intrede gedaan in de meteorologie. Meestal worden deze technieken toegepast bij de vergaring, de verwerking en de analyse van nieuwe, “onconventionele” databronnen. De



Tabel 1 Vergelijking tussen de klassieke databronnen (links) en de nieuwe, “onconventionele” databronnen (rechts) in de meteorologie.

Klassieke databronnen	Onconventionele databronnen
Gekalibreerde instrumenten van hoge kwaliteit, of waarnemingen met getraind personeel	Instrumenten en sensoren met lage, onbekende of wisselende kwaliteit, of waarnemingen uitgevoerd zonder of met slechts minimale voorkennis
Internationale standaarden	Geen of nauwelijks standaarden
Systemen in eigen beheer	Beschikbaarheid gegevens afhankelijk van een derde partij
24/7 gemonitord	Niet gemonitord of gemonitord volgens <i>best effort</i>
Relatief kleine hoeveelheid data	Grote tot gigantische hoeveelheid data, al dan niet verwerkt met <i>big data</i> technieken
<i>Voorbeelden:</i> klassieke thermometerhut, pluviometer, weerradar, satellieten, bliksemdetectienetwerk	<i>Voorbeelden:</i> sensoren in smartphones en wagens, radiostraalverbindingen in mobiele netwerken, weerobservaties gepost op sociale media, persoonlijke weerstations

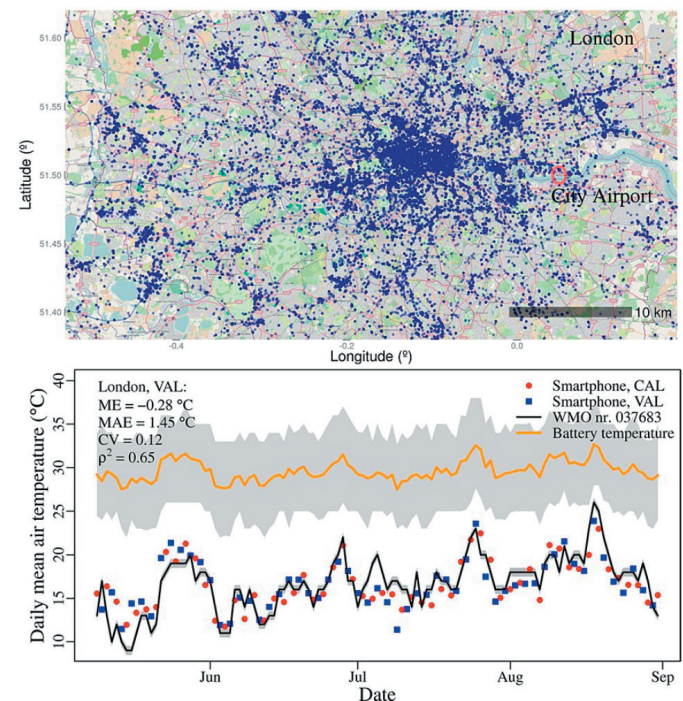
klassieke databronnen in de meteorologie zijn doorgaans gegenereerd met gestandaardiseerde procedures en gekalibreerde instrumenten die in het beheer zijn van een officiële instantie. Vaak zijn er strikte normen opgesteld waaraan deze instrumenten dienen te voldoen, zoals deze van de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO 2014). Tegenover deze klassieke bronnen en instrumenten, staan de vrij recente databronnen die men onder de term “onconventioneel” zou kunnen groeperen. In sommige gevallen spreekt men zelfs van “opportunistische” data, indien de bron of het instrument dat de data genereert, oorspronkelijk niet ontworpen is om meteorologische informatie te verzamelen. In Tabel 1 geven we een vergelijking tussen beide types databronnen.

Om een inzicht te krijgen in de mogelijkheden die deze nieuwe technieken en databronnen bieden, bespreken we kort drie recente meteorologische onderzoeken die gebruik maken van deze “onconventionele” databronnen.

2.1 Luchttemperatuur uit smartphonegegevens

Onlangs is een team onderzoekers erin geslaagd om uit een grote hoeveelheid accutemperaturen van smartphones de luchttemperatuur te bepalen (Droste et al. 2017; Overeem et al. 2013). Ze ontdekten dat, hoewel er vrij veel spreiding zit op de individuele accutemperaturen, deze metingen sterk correleerden met de temperatuursdata van een officieel weerstation in de omgeving. Ze hebben dit getest op 1,3 miljoen accumetingen in acht wereldsteden en kwamen tot de conclusie dat, ondanks het feit dat er veel van deze metingen hoogstwaarschijnlijk binnen zijn uitgevoerd, sensordata uit smartphones weldegelijk bruikbaar zijn als bijkomende informatiebron voor temperatuursmetingen. Dit is geïllustreerd in Figuur waarin de daggemiddelden voor temperatuur afgeleid uit accudata vergeleken

Figuur 1 Schatting van de luchttemperatuur op basis van batterijtemperaturen van smartphones. Boven: locaties van de smartphonegegevens (blauwe puntjes) gebruikt in deze studie voor de periode van 7 mei tot 31 augustus 2012. De rode cirkel duidt het officiële station aan. Onder: de tijdreeks voor batterijtemperatuur (oranje curve) en die voor luchttemperatuur (zwarte curve) zijn zeer gelijklopend. (figuur overgenomen uit Overeem et al. (2013) met toestemming van de auteur).



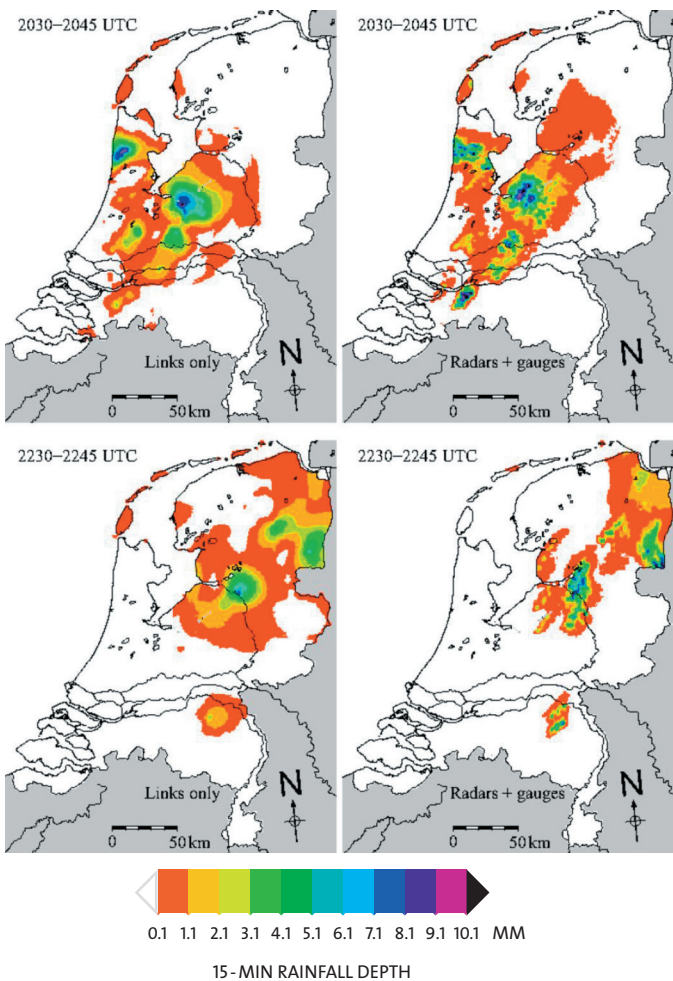
worden met data van een officieel station gedurende enkele maanden voor Londen.

De techniek heeft een enorm potentieel (vooral in dichtbevolkte gebieden) aangezien zo’n twintig procent van het aardoppervlak dekking heeft voor smartphones, en er momenteel honderden miljoenen van zulke apparaten in omloop zijn.

2.2 Neerslagdetectie met commerciële gsm-netwerken

Een minstens even beloftevolle techniek is eveneens gelinkt aan telefonienetwerken. In deze netwerken worden radiostraalverbindingen gebruikt om gegevens van de ene naar de andere gsm-mast te verzenden. De operatoren van de netwerken monitoren de sterkte van dit signaal. Als het regent tussen de gsm-masten, verstrooien en absorberen de regendruppels het radiosignaal en zwakt het af. In Nederland hebben onderzoekers van het KNMI en de Wageningen University & Research (WUR) aangetoond dat met deze gegevens neerslagkaarten kunnen worden gemaakt die heel goed overeenkomen met de klassieke neerslagkaarten op basis van radardata (Overeem, Leijnse, & Uijlenhoet 2013). Zij deden dat aan de hand van de data van 2400 radiostraalverbindingen van één netwerk met een tijdsresolutie van 15 minuten, en dit voor twaalf dagen in september 2011. De gelijkenis met de klassieke radarkaarten is treffend (2).

Figuur 2 Vergelijking tussen klassieke neerslagkaarten opgesteld aan de hand van radars en neerslagmeters (rechts) en neerslagkaarten afgeleid uit radioverbindingen van telefonienetwerken (links). De gelijkenis is treffend. Figuur overgenomen uit Overeem, Leijnse, & Uijlenhoet (2013) met toestemming van de auteur.



Weerradars zullen echter niet meteen vervangen worden door deze straalverbindingen, aangezien radars verschillende belangrijke voordelen hebben ten opzichte van radiostraalverbindingen van telefoonnetwerken (hogere resolutie, ook neerslagdetectie boven zee, etc). Bovendien worden deze radiostraalverbindingen in West-Europese landen meer en meer vervangen door glasvezel. Maar in sommige ontwikkelingslanden die het budget niet hebben om een radarnetwerk voor hun grondgebied te financieren, is het een zeer interessante toepassing van de straalverbindingen die er vaak wel beschikbaar zijn in de bewoonde gebieden.

2.3 Overstromingskaarten afgeleid uit tweets

Een derde voorbeeld van een databron die kan worden ingezet om meteorologische data te verwerven, zijn de sociale media. Vooral bij extreme weersituaties gaan gebruikers foto's, filmpjes of tekstuele informatie posten op deze platformen. De informatie is vaak vrij "ruzig": locaties of tijdstippen zijn in vele gevallen niet zo precies of zelfs foutief, de auteur van de post overdrijft de situatie, of er worden verkeerde metingen uitgevoerd (bijv. temperatuurmeting in volle zon). Desalniettemin wordt

deze informatie in sommige situaties ook door professionele meteorologen bekeken, bijvoorbeeld bij hagel of sneeuwval.

Overstromingen zijn een ander fenomeen dat gelinkt is aan hevige regenval en tevens een grote impact kan hebben op de bevolking. Recente studies in Duitsland (Fohringer et al. 2015) en Engeland (Brouwer et al. 2017) toonden aan dat het mogelijk is om vrij nauwkeurige overstromingskaarten te maken op basis van tweets. De overeenstemming (zie bijvoorbeeld Fig. 2 in Brouwer et al. 2017) met kaarten die gemaakt zijn op de klassieke manier is treffend, hoewel er een vrij zware post-processing nodig is op de verzamelde tweets van tijdens of vlak na de overstroming.

3 HET WOW-PLATFORM

Het WOW-platform (Weather Observations Website) werd in 2011 gelanceerd door de Britse nationale weerdienst UK Met Office (UKMO). Het is een platform waarop iedereen actuele of historische weerwaarnemingen kan posten, hetzij manueel via een webformulier, hetzij door het automatisch uploaden van observaties van een persoonlijk weerstation. Inmiddels maken ruim meer dan 10.500 stations in 220 landen onderdeel uit van het netwerk.

Het WOW-netwerk voldoet aan vrijwel alle kenmerken van de categorie "onconventionele databron" (Tabel 1) aangezien er bijvoorbeeld geen kwaliteitseisen worden gesteld aan de weerstations die aansluiten. Het merendeel van de stations die in WOW zijn opgenomen, zal niet aan de strenge eisen van de WMO voor officiële stations (WMO 2014) kunnen voldoen, maar daardoor geven ze juist supplementaire meteorologische informatie. De WOW-stations in een stedelijke omgeving kunnen bijvoorbeeld informatie geven over het stedelijk hitte-eilandeffect.

De UKMO biedt aan andere nationale weerdiensten de mogelijkheid om een eigen portaal te bouwen met de infrastructuur die UKMO hiervoor ter beschikking stelt. De weerdiensten die op die manier een eigen WOW-portaal hebben opgezet zijn: Bureau of Meteorology (Australië), MetService (Nieuw-Zeeland), KNMI (Nederland) in 2015, en KMI (België) in 2017. In de loop van 2018 zullen ook Met Éireann (Ierland) en SMHI (Zweden) tot het netwerk toetreden. Het KMI lanceerde haar WOW-BE-portaal officieel op het 24ste Vlaams Congres van Leraars Wetenschappen dat plaats vond op 17 november 2017.

De weerinstituten gebruiken de WOW-data vooral als een bijkomende databron voor hun operationele activiteiten. De data die via WOW-BE verzameld worden, geven het KMI immers informatie over plekken waar het KMI zelf niet meet, of over zeer lokale fenomenen die door de mazen van het officiële (meet)net vallen, zoals rukwinden of zeer plaatselijk onweer. Deze informatie is van belang voor zowel de real-time inschatting van extreem weer (en dus

het nauwkeuriger uitsturen van waarschuwingen), als in de post-analyse van een bepaalde episode.

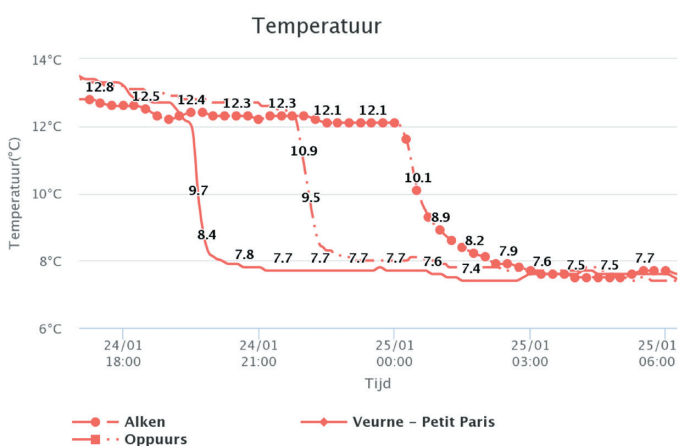
Dat de gegevens uit het WOW-netwerk wel degelijk wetenschappelijke waarde hebben, werd onlangs aangetoond in twee studies die zijn uitgevoerd op basis van data uit WOW-NL. Zo is uit onderzoek van het KNMI gebleken dat temperatuurmetingen uit WOW-NL de KNMI-metingen goed volgen (Koole 2016). Daarnaast toonde een studie van de WUR aan dat het mogelijk is om temperatuurkaarten te verbeteren met data uit WOW, door gebruik te maken van geavanceerde interpolatietechnieken (Merkus 2016). In een andere studie toonden de Vos et al. (2017) het potentieel aan van *crowdsourced* neerslagdata voor de regio Amsterdam door deze met gegevens van de weerradar te vergelijken.

4 WOW-BE IN HET (AARDRIJKSKUNDE) ONDERWIJS

Met WOW-BE zet het KMI dus haar eerste stappen in het gebied van crowdsourcing. Maar WOW-BE gaat over meer dan alleen het verzamelen van data. Het KMI wil met het project de algemene interesse in meteorologie en klimatology bevorderen, niet in het minste bij het jonge publiek. Bijgevolg is ook het educatieve luik een essentieel onderdeel van WOW-BE. WOW-BE biedt een ideaal instrument voor weereducatie en het wordt nog leuker en nuttiger als een school zelf een weerstation installeert dat verbonden is met WOW-BE. Leerlingen leren dan op een interactieve manier over weer en klimaat. De installatie van het station zelf en de metingen die ermee gebeuren, zijn allebei dankbare onderwerpen die in verschillende vakken kunnen behandeld worden.

Om dit iets concreter te maken, illustreren we dit met enkele meteorologische fenomenen die aan de hand van het WOW-platform kunnen bestudeerd worden. De fenomenen die we hieronder bespreken, zijn alle drie vrij courante

Figuur 3 De temperatuurevolutie gemeten door de drie WOW-BE stations “Veurne – Petit Paris” (provincie West-Vlaanderen), “Oppuurs” (provincie Antwerpen) en “Alken” (provincie Limburg). De forse temperatuurdaling is te wijten aan de passage van het koufront dat van west naar oost over ons land trok.



en bekende fenomenen voor het Belgische klimaat. Omdat WOW een globaal netwerk is (met zelfs stations op Antarctica) is het ook mogelijk om andere klimaten dan het onze te bestuderen (bijv. de doortocht van orkanen op de Caraïben).

4.1 Passage van een koufront

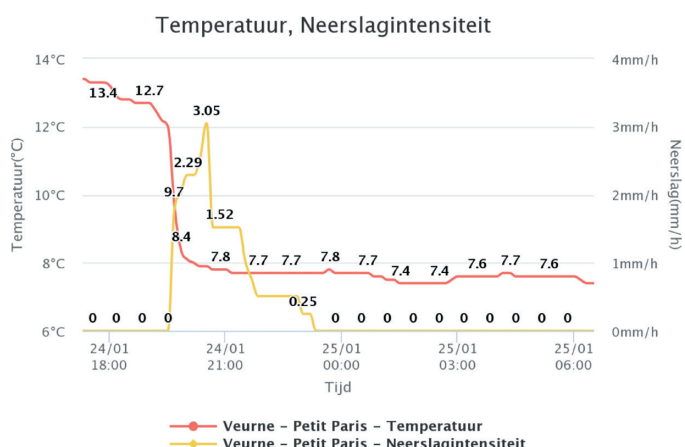
De passage van een koufront is op zich niets bijzonders, maar door de geografische spreiding van de WOW-stations over België is dit fenomeen vaak mooi te volgen op het WOW-portaal. Zo'n passage gaat doorgaans gepaard met een regenzone die de frissere lucht markeert. Bij sommige actieve fronten is de temperatuursverandering uitgesproken en groot en treedt snel op. Die grote temperatuursgradiënt werkt mee stijgstromen in de hand, die dan op hun beurt intensere neerslag veroorzaken.

Een mooi voorbeeld van zo'n passage deed zich voor op 24 januari 2018. Tijdens de avond trok er een actief koufront over het land van west naar oost, waarbij de eerste neerslag viel uit een gestructureerde, scherp afgelijnde lijn. We tonen in Figuur de temperatuurcurve van drie verschillende WOW-BE-stations, eentje in het westen (*Veurne – Petit Paris*), eentje in het centrum (*Oppuurs*) en eentje in het oosten (*Alken*). De temperatuurdaling valt samen met de doortocht van het koufront en het begin van de bijhorende neerslag. Dat laatste is goed te zien op Figuur 4 waarbij de temperatuur- en neerslagmetingen op dezelfde grafiek worden getoond voor het station *Veurne – Petit Paris*.

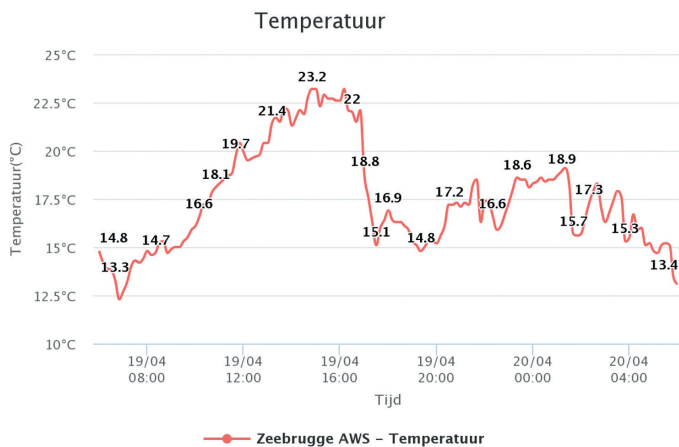
4.1 Zeebries

De zeebries kent zijn ontstaan in het feit dat overdag het land sneller zal opwarmen dan het zeewater. Doordat de warme lucht over het land stijgt, ontstaat er daar een lokaal lagedrukgebied. Zo komt er een luchtstroom op gang van de koude lucht boven zee naar het land toe. Een schoolvoorbeeld van het abrupt inzetten van de zeebries zien we

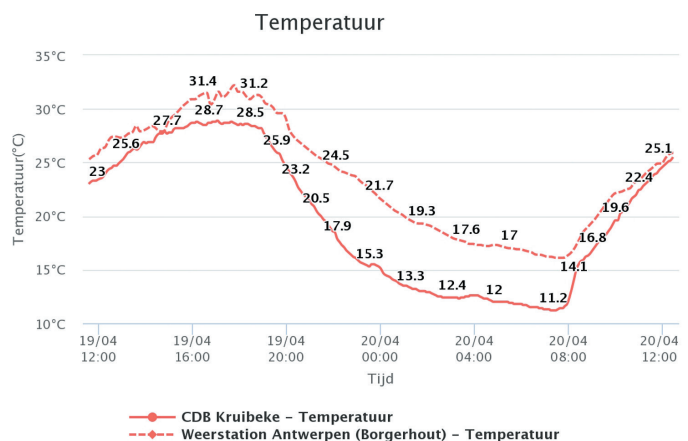
Figuur 4: Evolutie van de temperatuur en de neerslagintensiteit voor het WOW-BE station “Veurne – Petit Paris” tijdens de doortocht van het koufront.



Figuur 5 Illustratie van het opsteken van een zeebries (19 april 2018, rond 16u30) in het station “Zeebrugge AWS”.



Figuur 6 Vooral tijdens de nacht treedt er een duidelijk verschil op tussen de temperatuur in de stad (“Weerstation Antwerpen (Borgerhout)”) en op het platteland (“CDB Kruikebeke”). Dit is wat men het hitte-eilandeffect noemt.



in de metingen van het station in Zeebrugge op 19 april 2018 (Figuur 5). De zeebries komt opsteken rond 16u30. Dit was ook duidelijk te merken in de verandering van de windrichting op dat moment (niet op de figuur).

4.2 Hitte-eilandeffect

Het hitte-eilandeffect verwijst naar het gekende fenomeen dat het in een stadsomgeving doorgaans warmer is dan in het omliggende buitengebied. Het verschil is vaak het grootst tijdens heldere en windstille nachten. In de grafiek op Figuur 6 tonen we het temperatuursverloop van een station dat zich situeert in een dichtbebouwd stuk van Antwerpen (Borgerhout), en een station gelegen in het buitengebied (Kruikebeke) op zo’n 10 km afstand van het eerste station. De verschillen in temperatuur tussen de twee meetpunten blijven overdag beperkt, maar tijdens de avond en nacht lopen de temperatuursverschillen tussen het landelijke meetpunt en de stad op tot zo’n 6°C.

CONCLUSIE

Via een lange omweg langs enkele interessante recente onderzoeken in de meteorologie die gebaseerd zijn op nieuwe, onconventionele databronnen, hebben we het crowdsourcinginitiatief WOW-BE van het KMI geïntroduceerd (wow.meteo.be). WOW-BE is een platform waarop iedereen zijn weerwaarnemingen kan posten en delen, en maakt deel uit van het globale WOW-netwerk. Het KMI gaat de gegevens van WOW-BE gebruiken in haar operationele taken en in het wetenschappelijk onderzoek. Daarnaast is het platform het ultieme hulpmiddel in een interactief onderricht over weer en klimaat. Scholen worden dan ook aangemoedigd om een eigen station aan te kopen en dit aan te sluiten op het WOW-netwerk. De praktische richtlijnen hiervoor zijn eveneens op de WOW-BE-website te vinden.

REFERENTIES

- Brouwer, T., D. Eilander, A. van Loenen, M. J. Booij, K. M. Wijnberg, J. S. Verkade, and J. Wagemaker. 2017. ‘Probabilistic flood extent estimates from social media flood observations’, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 17: 735-47.
- de Vos, L., H. Leijnse, A. Overeem, and R. Uijlenhoet. 2017. ‘The potential of urban rainfall monitoring with crowdsourced automatic weather stations in Amsterdam’, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 21: 765-77.
- Droste, A. M., J. J. Pape, A. Overeem, H. Leijnse, G. J. Steeneveld, A. J. Van Delden, and R. Uijlenhoet. 2017. ‘Crowdsourcing Urban Air Temperatures through Smartphone Battery Temperatures in São Paulo, Brazil’, *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 34: 1853-66.
- Fohringer, J., D. Dransch, H. Kreibich, and K. Schröter. 2015. ‘Social media as an information source for rapid flood inundation mapping’, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 15: 2725-38.
- Hitachi. 2015. “The Internet on Wheels and Hitachi, Ltd.”, 10. <https://www.hitachivantara.com/>.
- Koole, Martijn. 2016. “Rapportage WOW-NL evaluatie.” *Intern Rapport IR-2016-08*. <http://bibliotheek.knmi.nl/>: KNMI.
- Merkus, Thomas. 2016. “Integrating Formal data and Volunteered Geographic Information.” *Intern Rapport IR-2016-04*. <http://bibliotheek.knmi.nl/>: KNMI.
- Overeem, A., R. J. C. Robinson, H. Leijnse, G. J. Steeneveld, P. B. K. Horn, and R. Uijlenhoet. 2013. ‘Crowdsourcing urban air temperatures from smartphone battery temperatures’, *Geophysical Research Letters*, 40: 4081-85.
- Overeem, Aart, Hidde Leijnse, and Remko Uijlenhoet. 2013. ‘Country-wide rainfall maps from cellular communication networks’, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110: 2741-45.
- WMO. 2014. *Guide to meteorological instruments and methods of observation* (Seventh edition). Geneva, Switzerland : World Meteorological Organization, 2008.).