

PRECIP-PREDICT

Ontwikkeling van dynamische benaderingen voor korte-termijn neerslagvoorspelling met behulp van uitgebreide radar datasets

DUUR
01/02/2023 - 01/05/2027

BUDGET
€ 495 422

PROJECT BESCHRIJVING

Extreme neerslag is een van de belangrijkste natuurlijke gevaren wereldwijd, zowel qua economische kosten als qua aantal getroffen mensen. België vormt hierop geen uitzondering, zoals geïllustreerd door het extreme neerslagevenement van juli 2021, waarbij 41 mensen omkwamen en alleen al in België meer dan 2 miljard euro aan schade werd veroorzaakt. Zoals aangetoond in een studie van World Weather Attribution waaraan het KMI heeft bijgedragen, wordt verwacht dat dergelijke gebeurtenissen waarschijnlijker en intenser zullen worden in een warmer klimaat. Daarom is het verbeteren van de voorspelling van neerslag met een hoog impactniveau een hoge prioriteit van de meteorologische wetenschappelijke gemeenschap.

Recente vooruitgang in numerieke weersvoorspelling (NWP) heeft de beschrijving van neerslag aanzienlijk verbeterd. Op korte tijdschalen wordt NWP echter consequent overtroffen door zogenaamde 'nowcasting'-algoritmen, die neerslag extrapoleren die is waargenomen door meteorologische radars en andere bronnen met een hoge ruimtelijke en temporele resolutie. Informatie over de voorspelbaarheid van de huidige situatie is uiterst waardevol om deze nowcasting-algoritmen te verbeteren, vooral voor state-of-the-art probabilistische of ensemble nowcasting-systemen.

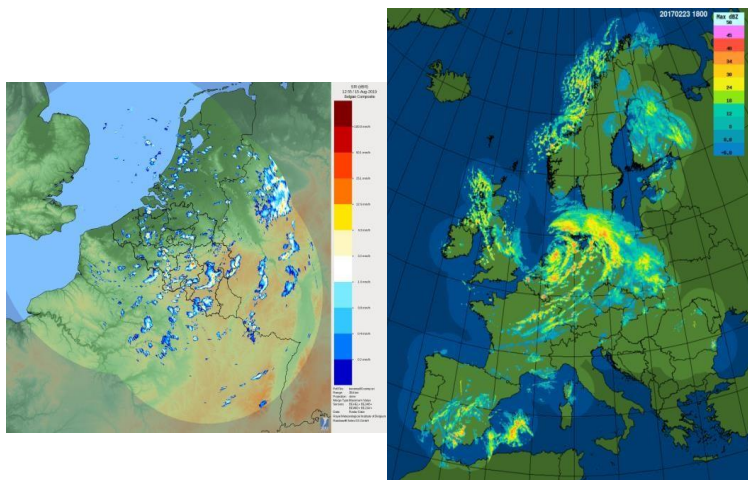
Het doel van dit project is om ons begrip van de korte-termijnvoorspelbaarheid van neerslag te verbeteren met behulp van nieuwe technieken uit de theorie van dynamische systemen en deep learning. Het toepassen van deze technieken, geïnspireerd door nieuwe theoretische inzichten, stelt ons in staat om het langetermijnarchief van radargegevens van het KMI op een nieuwe en innovatieve manier te valoriseren om de dynamische eigenschappen van de waargenomen neerslag te bepalen. Deze inzichten zullen worden gebruikt om het naadloze voorspellingssysteem van het KMI te verbeteren, dat probabilistische voorspellingen wil bieden van minuten tot dagen vooruit. Zowel de stochastische perturbaties van het nowcasting-ensemble als de blending-aanpak om nowcasts en NWP te combineren, kunnen verbeterd worden door deze inzichten.

De methodologie die in dit onderzoek zal worden gebruikt, is gebaseerd op zeer recente ontwikkelingen op het gebied van dynamische systemen. Deze techniek heeft tot doel informatie te verkrijgen over de dynamica van een systeem door de lokale eigenschappen van de attractor van het systeem te berekenen. De attractor is de geometrische structuur die wordt gedefinieerd door alle toestanden die een systeem kan bereiken. Bijzonder interessant zijn de onmiddellijke attractordimensie d , die is gekoppeld aan het aantal vrijheidsgraden dat nodig is om de dynamica van het systeem te beschrijven, en de persistentie θ die aangeeft hoelang het systeem typisch in de buurt van die toestand blijft, oftewel de voorspelbaarheid. De techniek maakt gebruik van de link tussen de theorie van extreme waarden en de theorie van recurrenties om zowel de instantane dimensie als de persistentie langs de attractor van een realistisch systeem nauwkeurig te berekenen.

Deze techniek vereist lange tijdreeksen van metingen van een systeem. Voor een gegeven instantane toestand van het systeem - of equivalent, voor een gegeven punt op de attractor van het systeem - kan de extreme waardeverdeling worden bepaald uit de recurrenties in de buurt van deze toestand. De lokale dimensie en persistentie volgen direct uit de aangepaste parameters van een extreme waardeverdeling. Met deze benadering slaagt men erin zeer hoge gemiddelde dimensies te berekenen, die niet toegankelijk zijn met traditionele technieken zoals de correlatiedimensie. Bovendien stelt het ons in staat om de instantane of lokale attractordimensie te berekenen, wat veel informatiever is dan de gemiddelde dimensie, aangezien bekend is dat de dynamica van een systeem sterk afhankelijk is van de toestand. We streven ernaar de variabiliteit en voorspelbaarheidseigenschappen van neerslag te onderzoeken door deze techniek toe te passen op weerradargegevens.

PRECIP-PREDICT

Weerradars worden erkend als de meest geschikte instrumenten om neerslag op hoge ruimtelijke en temporele resoluties vast te leggen. Twee verschillende weerradar datasets worden gebruikt in deze studie: (1) het Belgische radarcomposiet en (2) het Europese EUMETNET OPERA radarcomposiet. Twee representatieve radarbeelden van deze dataset worden getoond in de onderstaande figuren.



Links: Belgisch weerradarcomposiet geproduceerd door het KMI. Kleinschalige neerslagpatronen zijn zichtbaar. Rechts: Europees weerradarcomposiet geproduceerd door het EUMETNET OPERA Data Center. Neerslagstructuren/patronen op continentaal niveau zijn zichtbaar.

De wetenschappelijke impact van dit project ligt in het verbeterde begrip van de voorspelbaarheid van neerslag met behulp van nieuwe methoden uit de theorie van dynamische systemen. Het zal de lange klimatologische datasets valoriseren die beschikbaar zijn bij het KMI en binnen EUMETNET, om het begrip en de voorspelling van neerslag te verbeteren. Een betere kennis van de voorspelbaarheid van neerslag in het nowcasting-bereik stelt ons in staat om ons probabilistische nowcasting-systeem te verbeteren. Ten eerste kan het worden gebruikt om de stochastische perturbaties in het pySTEPS-systeem te verbeteren, en daarmee de onzekerheidsschatting van de neerslagvoorspellingen. Ten tweede kan het worden gebruikt om een nieuwe blending-aanpak te ontwikkelen tussen radar-nowcast en NWP, om alle informatiebronnen optimaal te benutten. Dit zal worden gebruikt om het naadloze voorspellingssysteem van het KMI te verbeteren, dat probabilistische voorspellingen biedt van minuten tot dagen vooruit. Bovendien zullen deze ontwikkelingen rechtstreeks ten goede komen aan het grote publiek, dat de voorspellingen ontvangt via de KMI-website (200.000 gebruikers per dag, met pieken tot 1 miljoen gebruikers) en de KMI-app (meer dan 600.000 reguliere gebruikers).

CONTACT INFORMATIE

Coördinator

Dr. Stéphane Vannitsem

Koninklijk Meteorologisch Instituut van België, Klimatologische en meteorologische inlichtingen

Stephane.Vannitsem@meteo.be

<https://climdyn.meteo.be>

Partner

Prof. Dr. Lesley De Cruz

Vrije Universiteit Brussel (VUB), Electronics and informatics (ETRO)

Lesley.De.Cruz@vub.be

<https://www.etrovub.be/people/member/about-bio/ldacruz/>

LINKS

<https://climdyn.meteo.be/projects/PRECIP-PREDICT>