

**ROADMAP: De rol van de dynamica van oceanen en interacties tussen oceaan en atmosfeer in het aansturen van klimaatvariaties en toekomstige projecties van impactrelevante extreme gebeurtenissen**

**Samenvatting geschreven voor het eindrapport door D. Docquier & S. Vannitsem, juli 2024**

**Vertaling door V. De Bock**

**Koninklijk Meteorologisch Instituut (KMI), Brussel, België**

Het doel van het JPI-Oceans / JPI-Climate ROADMAP-project was om meer inzicht te krijgen in de rol van de oceaan bij het bepalen van het klimaat op het noordelijk halfrond en de daarmee gepaard gaande extreme gebeurtenissen, op seizoenale schaal tot op de tijdschaal waarop klimaatsverandering zich afspeelt. Het ROADMAP-consortium omvatte toonaangevende klimaatonderzoeksinstituten uit zeven Europese landen, waaronder universiteiten en instellingen die (nationale) meteorologische en klimaatdiensten leveren. Het project was onderverdeeld in vijf verschillende werkpakketten en het KMI droeg bij aan drie van deze werkpakketten.

Het KMI heeft een belangrijke bijdrage geleverd aan het project, voornamelijk door de toepassing van een relatief nieuwe causale methode, de Liang-Kleeman informatiestroommethode (Liang-Kleeman information flow = LKIF), op klimaatmodellen en op zowel in-situ- als satellietwaarnemingen. De LKIF-methode maakt het mogelijk om echte causale relaties tussen variabelen te identificeren en gaat dus verder dan klassieke correlatieanalyses.

In samenwerking met verschillende partners binnen en buiten het ROADMAP consortium ontdekten we dat:

- 1 er een wederzijdse invloed is tussen Arctisch zeeijs enerzijds en de luchttemperatuur aan het aardoppervlak en het warmtetransport door de oceaan anderzijds (Docquier et al., 2022);
- 2 de Arctische Oscillatie op maandelijkse tijdschaal een belangrijke rol speelt in de dynamiek van de Noordelijke Stille Oceaan en de Noord-Atlantische Oceaan (Vannitsem & Liang, 2022);
- 3 de invloed van de oceaan op de atmosfeer op maandelijkse tijdschaal groter is dan omgekeerd in veel regio's van de wereld (Docquier et al., 2023);
- 4 LKIF beter presteert dan een andere veelgebruikte causale methode bij een kleiner aantal variabelen, terwijl de andere methode performanter is bij een groter aantal variabelen (Docquier et al., 2024);
- 5  $\delta^{18}\text{O}$  gevonden in twee verschillende ijskernen aan de kust van Antarctica verschillende oorzaken deelde, maar ook lokale bijzonderheden vertoonde die mogelijk verband hielden met de nabijheid van de oceaan en de trajecten van luchtmassa's (Vannitsem et al., 2024b);
- 6 een niet-lineaire uitbreiding van LKIF het mogelijk maakt om niet-lineaire causale relaties tussen variabelen nauwkeurig vast te leggen op basis van resultaten van twee kunstmatige modellen (Pires et al., 2024);
- 7 de toepassing van de niet-lineaire uitbreiding van de LKIF op een atmosferisch model van gereduceerde orde (Charney-Straus-model) het mogelijk maakt om de verschillende bijdragen van de fysische processen aan de productie van informatieonzekerheid te ontwarren (Vannitsem et al., 2024).

Op basis van deze resultaten is onze belangrijkste aanbeveling om systematisch een goede causale methode te gebruiken als aanvulling op elke correlatieanalyse om echte causale verbanden tussen klimaatvariabelen te identificeren. In het geval van een sterk niet-lineair probleem raden we bovendien het gebruik aan van de niet-lineaire uitbreiding van LKIF, die is ontwikkeld in het kader van het ROADMAP-project.

Trefwoorden: Interacties oceaan-atmosfeer-zee-ijs, Causaliteit, Informatieoverdracht, Niet-lineariteiten