

Eindverslag van het project MASS2ANT- East Antarctic surface mass balance in the Anthropocene: observations and multiscale modelling

Het klimaat verandert snel op hoge zuidelijke breedtegraden. Dit heeft aanzienlijke gevolgen, zowel in de regio zelf als wereldwijd. Antarctica en de Zuidelijke Oceaan spelen een grote rol in het warmte- en koolstofbudget van de aarde, evenals in de veranderingen in de zeespiegel. Hoewel sommige veranderingen op deze breedtegraden onmiskenbaar verband houden met houden met menselijke activiteiten, is de oorsprong van andere veranderingen echter minder duidelijk. Dit gebrek aan begrip belemmert onze mogelijkheid om nauwkeurige voorspellingen te doen over toekomstige veranderingen.

Het doel van Mass2Ant was om de onzekerheid over de oorzaken van de veranderingen in de oppervlaktemassabalans van Antarctica te verminderen en daarmee inzicht te krijgen in de stijging van de zeespiegel. Specifiek richtten we ons op de Princess Ragnhild Coast in Oost-Antarctica, vanwege de complexe topografie en dynamiek in dit gebied en maakten we gebruik van het Princess Elisabeth Station in de regio. In dit gebied worden grote lokale tot regionale veranderingen waargenomen. We wilden begrijpen hoe lokale veranderingen kunnen worden gekoppeld aan grootschalige variaties om een geïntegreerd beeld te krijgen van de bijdrage van de regio aan de massabalans van de Antarctische ijskap.

Een van de belangrijkste resultaten van het project is het verzamelen en analyseren van nieuwe gegevens, waaronder twee nieuwe lange ijskernrecords, radaronderzoeken op twee ijsstijgingen, meteorologische en sneeuwwaarnemingen. Ondanks beperkingen veroorzaakt door de annulering van de eerste veldcampagne en later door de COVID-19-pandemie, waren we in staat om alle geplande observaties uit te voeren. Dankzij samenwerkingen, synergie met andere projecten en bijkomende ondersteuning van BELSPO voor het veldwerkseizoen 2021-2022 konden we zelfs bijkomende observaties verzamelen die aanvankelijk niet gepland waren. Deze gegevens zijn geanalyseerd en vergeleken met eerder gepubliceerde gegevens, en ze dienen als input voor modellen op verschillende schaalniveaus, van lokale sneeuwmodellen tot regionale en mondiale klimaatmodellen. Alle gegevens worden nu gearchiveerd in openbare, vrij toegankelijke repositories en zullen naast onze wetenschappelijke resultaten een blijvende erfenis zijn van het Mass2Ant-project.

Wat dit project uniek maakt, is het gebruik van complementaire technieken, observaties en modellen, op verschillende ruimtelijke en temporele schalen. Dit was enkel mogelijk dankzij de sterke en efficiënte samenwerking tussen de partners en hun gebundelde expertise. De resultaten van deze samenwerking zijn terug te zien in de lijst van publicaties, waarbij de meeste auteurs afkomstig zijn uit ten minste twee partnergroepen.

Door middel van analyse van ijskernrecords en data-assimilatie, hebben we recente veranderingen in een langetermijnperspectief kunnen plaatsen. Het hebben aangetoond dat, in tegenstelling tot West-Antarctica, waar relatief duidelijke trends te zien zijn in veel regio's in de tweede helft van de 20e eeuw, met een opwarming en toegenomen sneeuwophoping (met name boven het Antarctisch Schiereiland), de situatie complexer is boven Oost-Antarctica. In de kustgebieden van Oost-Antarctica kunnen trends in sneeuwaccumulatie sterk verschillen in nabijgelegen kustgebieden. Onze resultaten tonen aan dat West-Antarctica sterker verbonden is met wereldwijde klimaatverandering en grootschalige atmosferische variabiliteit dan de Princess Ragnhild Coast in Oost-Antarctica. Hoewel het verband met de grotere schaal ook voor Oost-Antarctica bestaat, kan het vaak worden verstoord door lokale tot regionale interacties tussen oceaan, ijs, topografie en atmosferische circulatie.

Veranderingen de sneeuwneerslag in het verleden en de toekomst op Antarctica zijn ook met elkaar verbonden omdat ze worden beïnvloed door gelijkaardie processen. Over het algemeen gaat opwarming gepaard met meer sneeuwneerslag als gevolg van toenemende waterdruk bij verzadiging in de lucht door temperatuur. Dit biedt de mogelijkheid om temperatuurreconstructies te verbeteren met behulp van sneeuwaccumulatierecords en om regionale klimaatmodellen te evalueren. In de toekomst wordt verwacht dat er meer neerslag zal zijn, vooral door stormen die meer vocht naar Antarctica zullen brengen in een warmere wereld.

Het is van belang om het recente verleden, het verre verleden en de toekomst gezamenlijk te analyseren door dit verband tussen temperatuur en neerslag. Hierbij hebben we aangetoond dat modellen vaak het verband tussen temperatuur en neerslag overschatten in vergelijking met waarnemingen. Een analyse van het verband tussen lokale, regionale en grootschalige veranderingen is noodzakelijk, waarbij we gebruik hebben gemaakt van zowel modelleringstechnieken als vergelijkingen tussen ijskernrecords en radaronderzoeken.

Het is van belang om het recente verleden, het verre verleden en de toekomst gezamenlijk te analyseren door dit verband tussen temperatuur en neerslag. Hierbij hebben we aangetoond dat modellen vaak het verband tussen temperatuur en neerslag overschatten in vergelijking met waarnemingen. Dit kan te wijten zijn aan hun overschatting van de rol van grootschalige veranderingen, wat pleit voor een verdere analyse van het verband tussen lokale, regionale en grootschalige veranderingen. Dit hebben we gedaan in Mass2Ant door gebruik te maken van zowel modelleringstechnieken als vergelijkingen tussen ijskernrecords en radaronderzoeken.

Door het vergelijken van ijskernrecords, lokale sneeuwwaarnemingen, grondradargegevens en modelresultaten hebben we de ruimtelijke variabiliteit van sneeuwaccumulatie gedocumenteerd. We hebben de invloed van topografie en wind op neerslag en herverdeling ervan onderzocht. Hierbij moeten we rekening houden met het feit dat de gemiddelde accumulatie gemeten door ijskernen aanzienlijk kan verschillen van schattingen op een kleinschaliger niveau, zoals die van regionale modellen. Desondanks bieden ijskernen over het algemeen een goede maatstaf voor de temporele variabiliteit van de accumulatie. Desalniettemin, is het belangrijk om voorzichtig te zijn bij het vergelijken van grootschalige simulaties met lokale records vanwege de grote ruimtelijke variabiliteit.

In bredere zin hebben we aangetoond dat een complementaire aanpak, waarbij verschillende instrumenten worden gebruikt om complexe veranderingen in regio's zoals de Princess Ragnhild Coast te begrijpen, van groot belang is. Dankzij uitwisselingen binnen ons team hebben we tweerichtingsinteracties tussen modellen en gegevens kunnen realiseren, waarbij gegevens worden gebruikt om de modellen te valideren en modellen essentieel zijn om de gegevens en hun beperkingen te interpreteren. We benadrukken het belang van verschillende soorten waarnemingen door de vergelijking tussen lokale sneeuwmetingen, ijskernrecords en gronddoordringende radargegevens. Voor toekomstig veldwerk raden we sterk aan om deze diverse waarnemingen voort te zetten, vooral omdat ijskernen onze belangrijkste bron van informatie zijn voor variaties over periodes van meerdere decennia. Het gezamenlijke gebruik van modellen op verschillende schalen heeft ons geholpen om het gemeenschappelijke gedrag ervan te begrijpen en de aanvullende informatie die hogere resoluties bieden te benutten. We hebben ook het belang benadrukt van statistische schaalverkleining om regionale variabiliteit weer te geven met behulp van mondiale modellen. Bovendien heeft de toepassing van een recente methode gebaseerd op een causaliteitsbenadering op

modelresultaten ondubbelzinnig de dynamische afhankelijkheden tussen de variabelen geïdentificeerd die met eenvoudigere diagnostiek onduidelijk zouden kunnen zijn.

Onze benadering heeft niet alleen interesse en partnerschappen aangetrokken, maar heeft ook nieuwe samenwerkingen mogelijk gemaakt. IJskernrecords zijn opgenomen in een datasynthese onder leiding van de British Antarctic Survey (VK) en deze nieuwe synthese zal worden gebruikt in nieuwe reconstructies op basis van data-assimilatie. De lokale informatie die we hebben verzameld, zal dienen als basis voor de kalibratie van satellietgegevens, wat zal leiden tot verbeterde schattingen van de grootschalige massabalans van Antarctica. Daarnaast hebben onze GPR-analyses geleid tot nieuwe samenwerkingen met het Norwegian Polar Institute en het National Center for Polar and Ocean Research. Deze samenwerkingen stellen ons in staat om onze analyses uit te breiden naar veel meer kuststijgingen langs de kuststreek van Dronning Maud Land.

Tot slot, naast de wetenschappelijke resultaten, de illustratie van de toegevoegde waarde van gemeenschappelijke projecten uitgevoerd door een complementair team en aanbevelingen voor toekomstige Antarctische projecten, zijn onze resultaten gebruikt in evaluaties die een belangrijke basis vormen voor de besluitvorming, met name voor het meest recente beoordelingsrapport van het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC AR6). IJskernen zijn een van de belangrijkste bronnen van in-situ gegevens over de massabalans van het oppervlak die worden gebruikt om te vergelijken met modelsimulaties op Antarctica om de massabalans van het continent over het hele oppervlak te beoordelen en daardoor de massabalans over heel Antarctica te beoordelen, een oefening waarmee we de huidige en toekomstige bijdragen van de ijskap aan de zeespiegelstijging, met de gevolgen van het wereldwijde kustbeheerbeleid. We hebben onze resultaten ook breed verspreid onder het grote publiek.

Sleutelwoorden: Antarctica, Princess Elisabeth Station, zeeniveau, oppervlaktemassabalans, sneeuwaccumulatie.