

SWiM

Modellering van de zonnwind met EUHFORIA voor nieuwe ruimtemissies in de heliosfeer

DUUR
 15/12/2019 - 15/03/2024

BUDGET
 503 208 €

PROJECT BESCHRIJVING

Context

De zon is onze dichtstbijzijnde ster en door deze nabijheid kunnen we gemakkelijk de oppervlakte-activiteit en de effecten ervan in de interplanetaire ruimte (heliosfeer) waarnemen. De zonne-atmosfeer is een dynamisch en complex plasmasysteem dat zich in de heliosfeer uitbreidt als een continue uitstroom die de zonnwind wordt genoemd. De zonnwind met zijn tijdelijke structuren, zoals coronale massa-ejecties (CME's), kan verstoringen van het ruimteweer veroorzaken die het menselijk leven en vooral de moderne technologische samenleving kunnen beïnvloeden: satellietoperaties, navigatiesystemen, radiocommunicatie, enz. Daarom is onderzoek naar de zonne-energie wind en CME's een belangrijk onderwerp in de zonnefysica en het ruimteweer.

De eigenschappen van het zonnwindplasma veranderen onderweg van de zon naar de aarde, maar directe (in situ) metingen zijn tot dusver beperkt tot 1 AE (astronomische eenheid), wat niet voldoende is om de evolutie van de zonnwind en zijn structuren in kaart te brengen. Daarom moeten we vertrouwen op modellen, die nog steeds niet realistisch genoeg zijn om met voldoende nauwkeurigheid de aankomst van hogesnelheidsstromen op de aarde of de magnetische configuratie van CME's te voorspellen.

State-of-the-art modellen van de zonnwind en CME-voortplanting, waaronder EUHFORIA (European Heliospheric Forecasting Information Asset), nemen als input waarnemingen van de Zon van op afstand. Twee nieuwe missies, de NASA's Parker Solar Probe (PSP, gelanceerd in augustus 2018) en ESA's Solar Orbiter (gelanceerd in februari 2020), bieden nieuwe in-situ observaties die ideaal zijn voor vergelijking met de gemodelleerde resultaten van EUHFORIA.

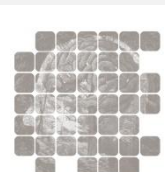
Algemene doelstellingen, onderliggende onderzoeksvragen en methodologie

De overkoepelende wetenschappelijke vraag die in het project moet worden beantwoord, is: hoe evolueert zonnwind en wat bepaalt de invloed van het ruimteweer op de aarde? De belangrijkste specifieke doelstellingen zijn: (a) het simuleren van de voortplanting van zonnwind en CME's met EUHFORIA, (b) het vergelijken van de simulatieresultaten met nieuwe in situ waarnemingen door PSP en Solar Orbiter en, (c) het verbeteren en optimaliseren van EUHFORIA voor wetenschappelijke en prognosedoeleinden. Om deze doelstellingen te bereiken, brengt het project twee onderzoeksgroepen van wereldklasse in de zonnefysica samen: CmPA - Katholieke Universiteit Leuven (KUL, expert in modellering) en de SIDC - Koninklijke Sterrenwacht van België (ROB, expert in waarnemingen en weersvoorspellingen voor de ruimte).

Het project zal zich richten op het bestuderen van in situ waarnemingen op verschillende punten van de innerlijke heliosfeer en op hun vergelijking met de gemodelleerde resultaten van EUHFORIA. PSP en Solar Orbiter bieden unieke in-situ metingen van de zonnwindplasma- en magnetische veldparameters in een breed scala van heliocentrische afstanden en heliosferische breedtegraden. Deze nieuwe gegevens zullen worden aangevuld met in situ observaties van ongeveer 1 AE, die een ongekende dataset vormen en een sterk innovatief onderdeel van het project. De EUHFORIA-modellering zal dus op veel heliosferische locaties worden gevalideerd, wat verbeteringen mogelijk zal maken. In EUHFORIA zullen twee nieuwe coronale modellen worden geïmplementeerd en zullen verschillende opstellingen van EUHFORIA worden gevalideerd.

Potentiële impact van het onderzoek

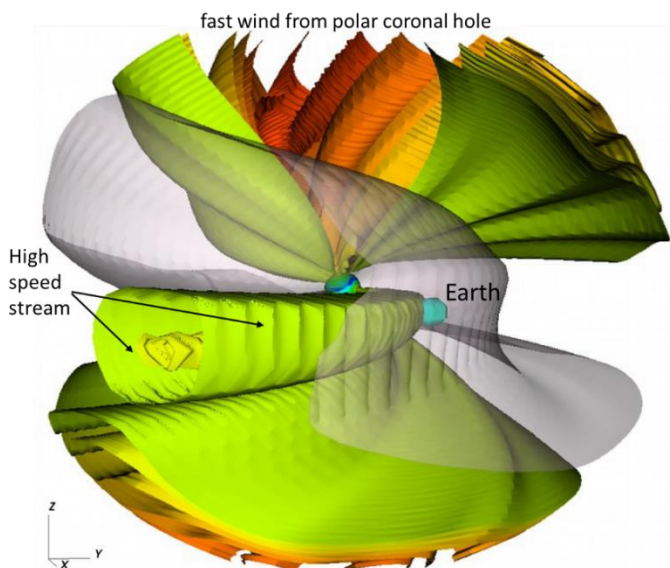
De wetenschappelijke impact is ongeveer 70% en de maatschappelijke en politieke impact bedragen elk ongeveer 15%. Het project beoogt een doorbraak te maken in studies van de zonnwind en CME's door nieuwe waarnemingen en numerieke simulaties te combineren. De geplande verbeteringen van EUHFORIA zullen de heliosferische modellering aanzienlijk verder brengen dan de huidige state-of-the-art. SWiM zal een aantal wetenschappelijke publicaties en een verbeterde versie van EUHFORIA opleveren, klaar voor de operationele prognoseactiviteiten bij ROB. De verbetering van onze mogelijkheden voor weersvoorspellingen in de ruimte levert de belangrijkste maatschappelijke impact want de kwaliteit van voorspellingen zal aanzienlijk verbeteren.



Beschrijving van de verwachte definitieve onderzoeksresultaten op korte en middellange termijn

Het SWiM-project zal enkele van de meest intrigerende vragen in de heliofysica behandelen en ons in staat stellen te begrijpen hoe de zonnewind evolueert, waarom sommige hoge-snelheidsstromen (HSS) op de aarde aankomen en andere niet, en hoe de omgevingszonnewind de voortplanting van CME's beïnvloedt. De projectresultaten zullen worden gepresenteerd in ten minste zes peer-reviewed publicaties. Drie rapporten in verschillende stadia van de ontwikkelingen van EUHFORIA zullen worden uitgebracht, waaronder één over de benchmarks voor verschillende versies van EUHFORIA. Aan het einde van het project zal de verbeterde versie van EUHFORIA klaar zijn voor wetenschappelijk gebruik en operationele weersvoorspellingen voor de ruimte.

Figuur 1. Driedimensionale weergave van een EUHFORIA-modelsimulatie met de aankomst van een HSS op aarde op 21 januari 2018 (felle groene kleur). De kleurrijke iso-oppervlakken vertegenwoordigen zonnewindstromen met verschillende snelheden. Het bolvormige binnengrensooppervlak (bij 0,1 AU) bevindt zich in het midden van het domein en de aarde wordt afgebeeld als een blauwe bol.



CONTACT INFORMATIE

Coördinator

Jasmina Magdalenic
Koninklijke Sterrenwacht van België (KSB)
SIDC
jasmina.magdalenic@sidc.be

Partners

Stefaan Poedts
Katholieke Universiteit Leuven (KU Leuven)
CmPA
stefaan.poedts@kuleuven.be

LINKS

<http://www.sidc.be/swim/>