

Faktablad

Publ.nr MSB1850 - oktober 2021

Extrema solstormar

Forskning till skydd för samhällskritisk infrastruktur

En solstorm startar en kedja av händelser från solens inre, via koronan och solvinden, till jordens närhet och jordytan som kan påverka samhällskritisk infrastruktur. En av de mest allvarliga konsekvenserna av en extrem solstorm är långvariga och omfattande avbrott i eltilförseln i och med samhällets allt större beroende av elektricitet. Under fem år har MSB finansierat forskning för att studera denna kedja av händelser ända från solen till dess påverkan på jorden i syfte att förbättra rymdvädersprognoser för Sverige.

I den nationella risk- och förmågebedömningen 2014 genomförde MSB en scenarioanalys för en solstorm. Konsekvenserna visade sig initialt som ett flera dygns långt elavbrott med stor negativ påverkan på samhällsviktiga verksamheter som är beroende av el samt mycket stora ekonomiska påföljder för hela samhället. En viktig åtgärd i form av att säkerställa att forskning bedrivs för att förbättra prognoser och varningar identifierades. Vi kan inte förhindra solstormar, men med ökad kunskap och möjligheten att skapa tillförlitliga prognoser och tidiga varningar kan Sverige på sikt öka förmågan att tidigt sätta in åtgärder vid en förestående solstorm.

I vårt projekt har vi lagt pusselbitarna i fyra delar i rymdväderkedjan:

Solutbrottet (SU): Huvudmålet här var att öka förståelsen om de komplexa magnetfälten i ett solutbrott. Rymdväderkedjan börjar i solens atmosfär. Därför är det nödvändigt att bestämma magnetfältskonfigurationen där för att förbättra våra möjligheter att göra förutsägelser. Vi utvecklade en användarvänlig datorkod som inkluderar den komplexa fysiken i solatmosfären och ger pålitliga uppskattningar av magnetfältet där (Bild 1). Vi verifierade detta genom att studera den småskaliga dynamiken i solkromosfären och göra jämförelser med teoretiska modeller av aktiva regioner. Koden har publicerats för allmänt bruk och kommer att användas för att analysera solobservationer med nya och kommande instrument (såsom Daniel K. Inouye Solar Telescope – DKIST och Solar Physics Research Integrated Network Group – SPRING).

Kontakta oss:
Tel: 0771-240 240
registrator@msb.se
www.msb.se



Strömmar inducerade pga rymdväder flyter i långa ledare och kan påverka t.ex. järnvägsnätet, pipelines och elnätet. Det svenska elnätet är väl rustat för att klara normalt rymdväder men förbättrade prognoser kan ge förvarning i tid för att skydda systemet, speciellt under ett framtida extremt solutbrott som äger rum med några hundra års mellanrum.

Projekttitel:

Forskning för att utveckla, verifiera och kvalitetssäkra underlaget för varning inför extremt allvarliga solstormar

Projektorganisation

Emiliya Yordanova
Institutet för rymdfysik
www.irf.se
Telefonnummer: 018-4715930
emiliya.yordanova@ifu.se

Forskningskonsortium:

SU – Stockholms Universitet
IRF – Institutet för Rymdfysik
FOI – Totalförsvarets forskningsinstitut

Kontaktperson MSB

Kristoffer Hultgren
Kristoffer.Hultgren@msb.se



Myndigheten för
samhällsskydd
och beredskap

Solvinden (IRF): Huvudmålet här var att öka förståelsen för hur partiklarna och magnetfälten från solutbrottet växelverkar med solvinden. Vi har funnit att användning av en realistisk solvindbakgrund avsevärt förbättrar prognosen för ankomst av snabb koronamassautkastning (på engelska CME:er) (Bild 2). Vi har också förbättrat vår förståelse för egenskaperna hos den främre delen av CME som först träffar jordens skyddande magnetiska bubbla. Dessutom har vi funnit att de största felen i den modellerade ankomsten av CME:n återfinns för fall där vi ser från observationer att det fanns en eller flera CME:er i vägen för CME:n som vi modellerar. Detta innebär att CME:er i verkligheten har samverkat vilket förändrat egenskaperna för det interplanetära utrymmet. Därför bör rymdväderprognoser inkludera sådana effekter i modelleringen för att uppnå högre noggrannhet i förutsägelsena. Förbättrad ankomsttid är avgörande för varningar i rätt tid till potentiellt hotad infrastruktur, till exempel elnät, tågtrafik, osv.

Magnetosfären (IRF): Huvudmålet här var att öka förståelsen för hur energin från solutbrottet omvandlas i jordens magnetfält och förbättra modellens prestanda. Vi fann att stora geomagnetiska störningar (bild 3) i Fennoskandinavien främst drivs av processer som frigör energi som kallas substormar och sannolikt kommer att inträffa när stora mängder extern energi injiceras i magnetosfären. Vi visar att modeller kan ge bättre förutsägelser när den rumsliga upplösningen ökas. Samhället drar direkt nytta av dessa resultat eftersom de kan leda till bättre och mer exakta förutsägelser. Prognoser kan tillämpa dessa resultat genom att kvantifiera fel på vissa prognoser och även genom att justera modellens rumsliga upplösning för att uppfylla deras förutsägelseskav.

Jorden (FOI): Huvudmålet här var att öka förståelsen för hur strömmarna som induceras i kraftnätet till följd av solutbrottet påverkas av Sveriges specifika geologi. Med en ny unik tredimensionell metod har man visat att strömmarna kan förstärkas i områden med stora lokala variationer i ledningsförmåga, som t.ex. vid kuster. Tillsammans med Svenska kraftnät har tester utförts som visar att modellen stämmer väl överens med faktiska mätningar. Modellen kan utvecklas till ett fullskaligt prognosystem för markinducerade strömmar genom att koppla ihop den med befintliga prognosmodeller för geomagnetiska variationer (se bild).

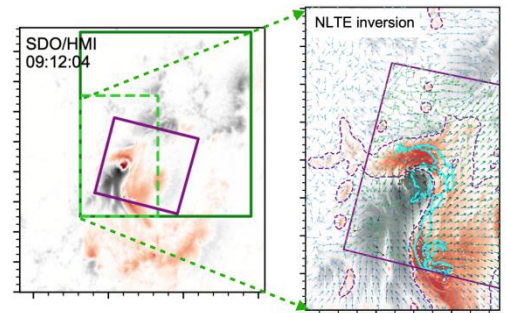


Bild 1 Magnetfältet i solatmosfären observerat av SDO- och Hinode-rymdfarkoster och Swedish Solar 1-m-teleskop, hämtat med den inversionskoden som utvecklats i detta projekt.

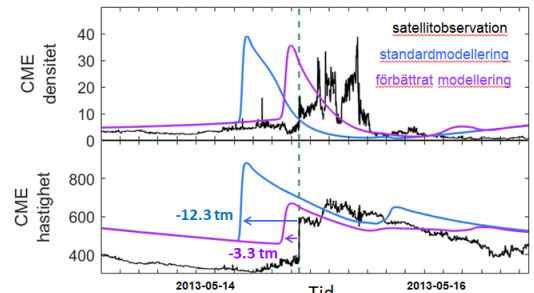


Bild 2 Observerad CME-ankomst (i svart) kontra standardförutsägelsen för CME-ankomst (i blått), vilket ger ett fel på -12,3 timmar. Den förbättrade prognosen ger 9 timmars bättre förutsägelse (i lila). Den vertikala gröna linjen markerar början på CME:n.

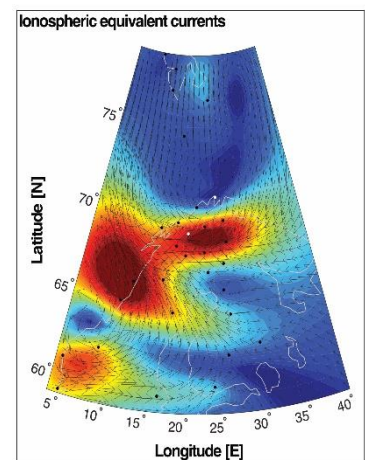


Bild 3 Fördelning av strömmar i den övre atmosfären som visar extremt lokaliserade särdrag över Fennoscandia.

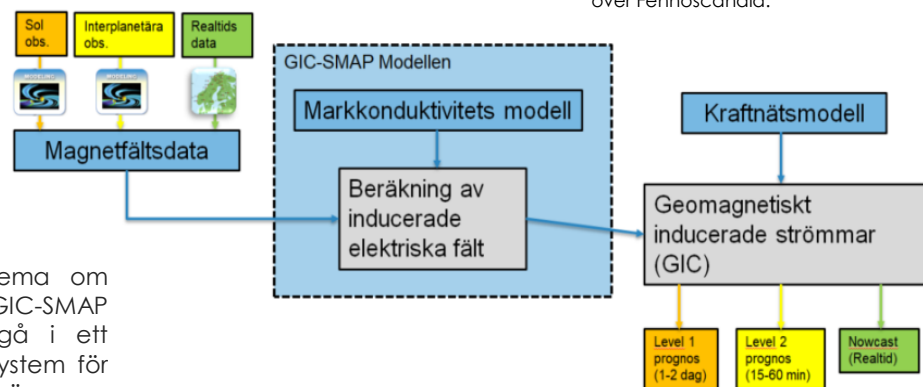


Bild 4. Flödesschema om hur resultaten av GIC-SMAP modellen kan ingå i ett framtida prognosystem för markinducerade strömmar.