

Badania wysokoenergetycznych cząstek pochodzących ze Słońca

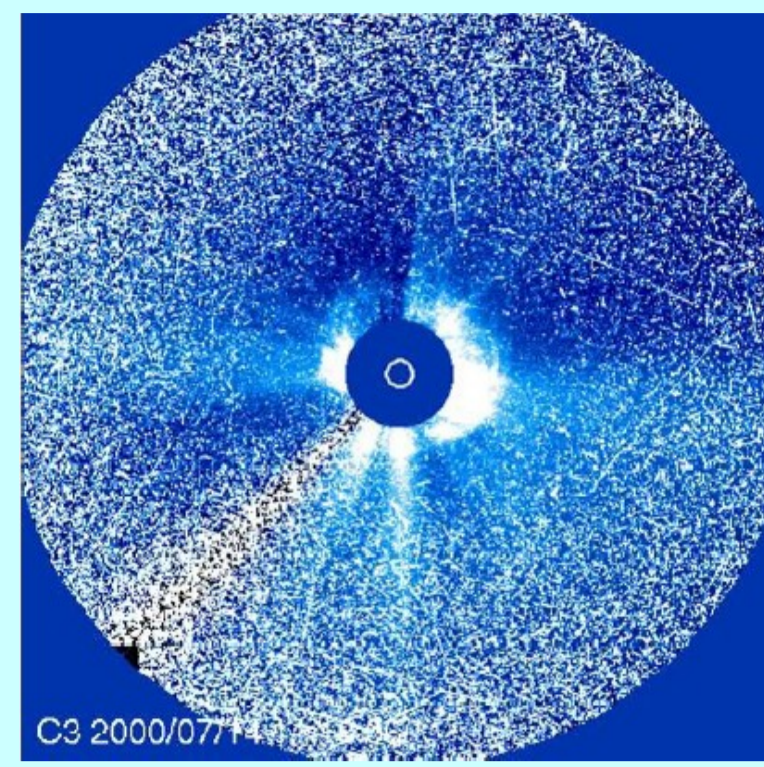
Marek Stęśliński¹, Tomasz Mrozek^{1,2}

¹Centrum Badań Kosmicznych PAN, Zakład Fizyki Słońca, 51-622 Wrocław, ul. Kopernika 11

²Instytut Astronomiczny, Uniwersytet Wrocławski, 51-622 Wrocław, ul. Kopernika 11



Instytut Astronomiczny

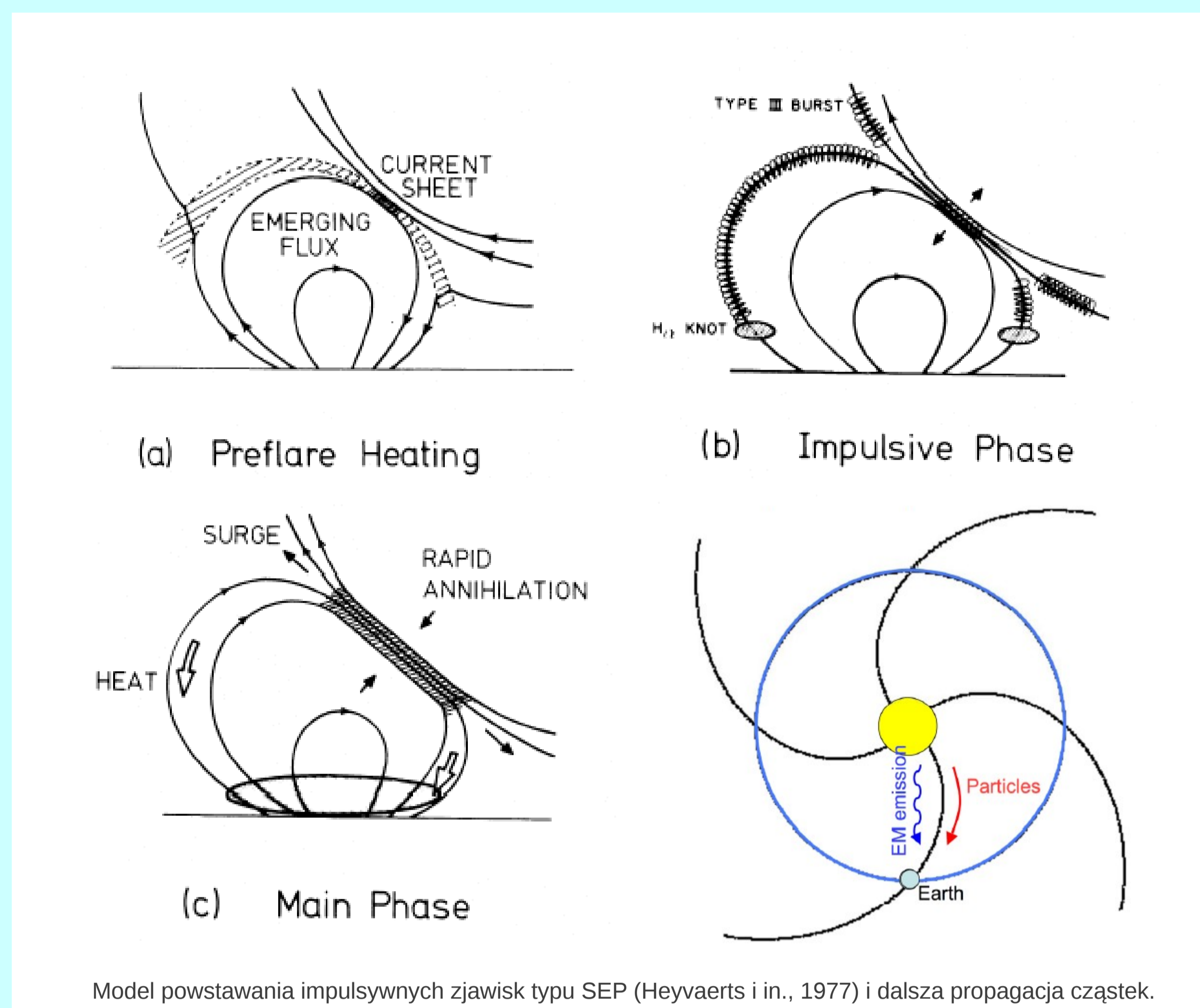


Wysokoenergetyczne cząstki pochodzące od Słońca (Solar Energetic Particles – SEP) są jednym z głównych składników wpływających na pogodę kosmiczną. Cząsteczki pochodzące ze źródeł SEP dominują w przestrzeni międzyplanetarnej w zakresie energii od 1 do 100 MeV. Badania SEP dostarczają niezwykle cennych obserwacji, które pozwalają zrozumieć mechanizmy przyspieszania cząstek. Od lat 80-tych istnieje podział zjawisk SEP na dwie klasy. Pierwsza to zjawiska impulsywne, których źródło zlokalizowane jest w koronie słonecznej, w obszarze przełączania pola magnetycznego. Drugi typ to zjawiska gradualne (stopniowe), które wiążane są z przyspieszaniem cząstek na froncie fali uderzeniowej koronalnego wyrzutu masy (CME). Zakładając, że w innych obiektach astrofizycznych działają podobne mechanizmy przyspieszania, satelitarne badania zjawisk SEP stanowią niepowtarzalną okazję do testowania modeli teoretycznych budowanych do opisu źródeł astrofizycznych, w prawie "laboratoryjnych" warunkach. W ciągu najbliższych kilku lat realizowane będą misje kosmiczne, które mają na celu zbliżenie się do Słońca i bezpośrednie badanie miejsc przyspieszania cząstek. Dają one szansę na skokowy wzrost wiedzy w tym zakresie.

Impulsywne zjawiska typu SEP

Mechanizmem odpowiedzialnym za powstawanie impulsywnych źródeł SEP są rozbłyski słoneczne. Zjawiska te charakteryzują się:

- krótkim czasem trwania (od godzin do dni),
- niską intensywnością,
- dużą obfitością elektronów,
- podwyższoną obfitością ³He i cięższych pierwiastków w stosunku do obfitości koronalnych (Reames 1999),
- powiązane są z nimi rozbłyski radiowe typu III i V,
- dużą liczbą zjawisk w ciągu roku.



Przyszłe misje kosmiczne

W ciągu najbliższych lat planowane są trzy misje kosmiczne, które będą bezpośrednio badać cząstki w niewielkiej odległości od Słońca (mniejszej niż 0,3 AU). Misje te pozwolą przede wszystkim odpowiedzieć na ciągle jeszcze otwarte pytania:

- W jaki sposób w rozbłyskach słonecznych rozpędzane są cząstki?
- Jaki jest mechanizm powstawania koronalnego wyrzutu materii?
- Jaka jest efektywność przyspieszania cząsteczek na froncie fali uderzeniowej?

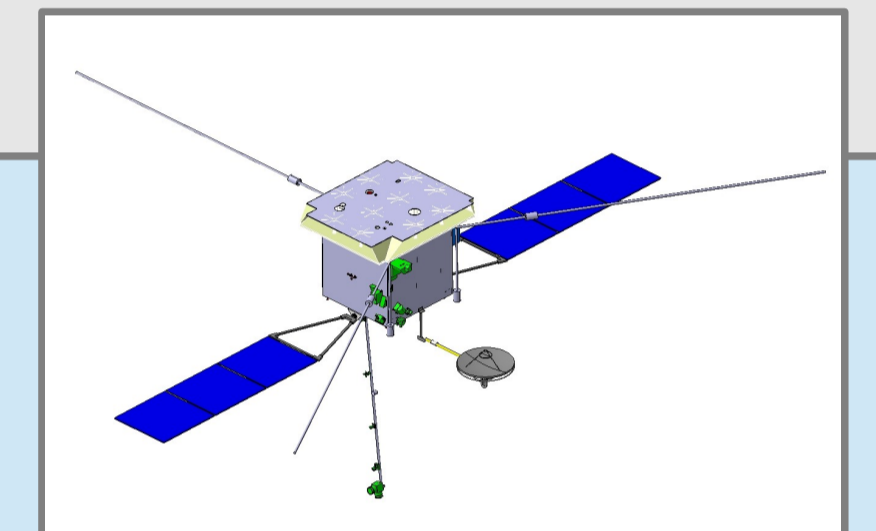
Solar Orbiter

Planowany start: 2017

Minimalna odległość od Słońca: 0,3 AU

Detektory cząstek:

- Protony (od 0,003 do 100 MeV)
- Elektrony (od 0,002 do 20 MeV)
- Jony (od 0,008 MeV/jon do 200 MeV/jon)



INTERHELIO-Zond

Planowany start: 2018–2020

Minimalna odległość od Słońca: 0,3 AU

Detektory cząstek:

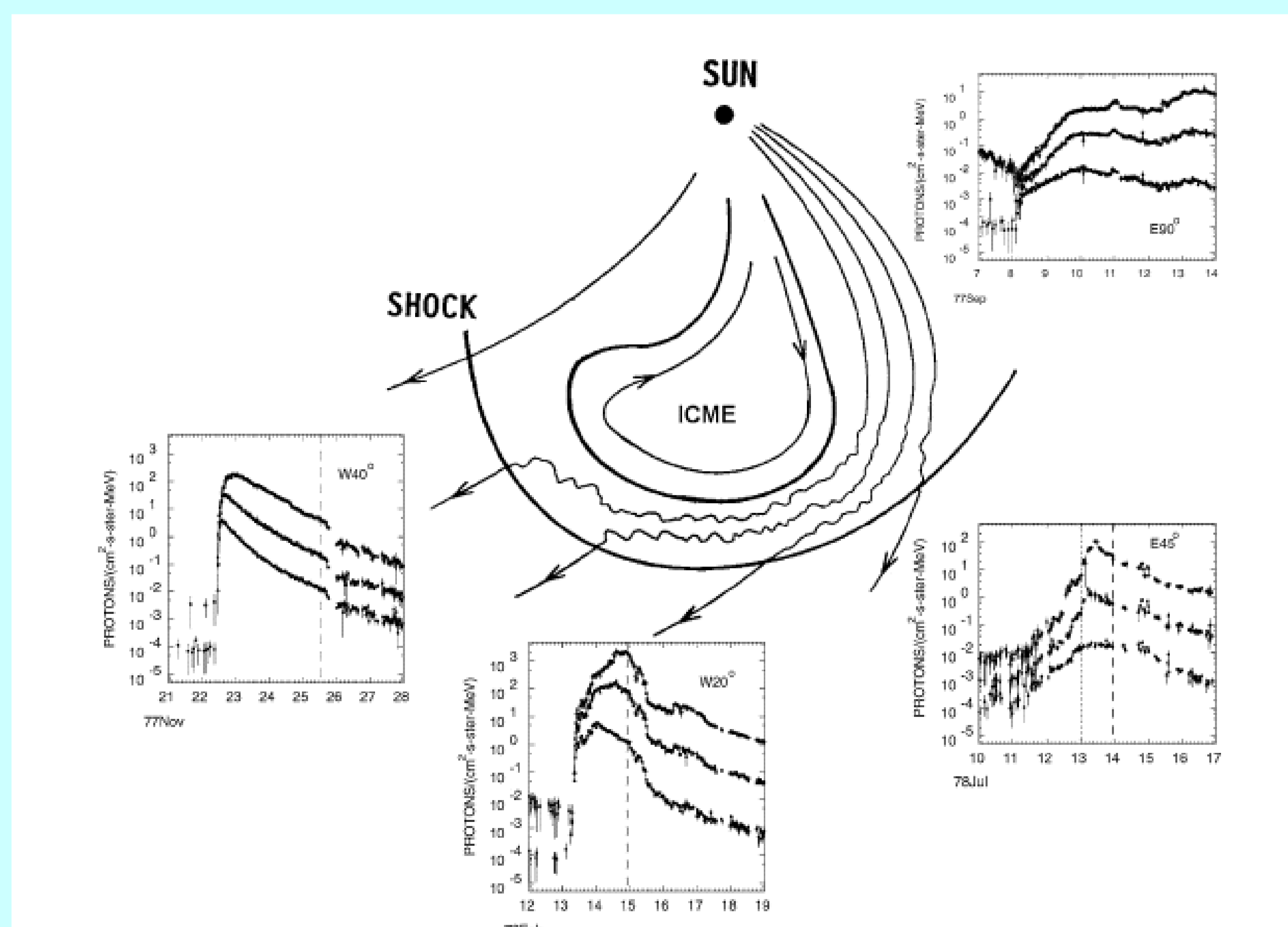
- Neutrony (od 0,01 do 5 MeV i od 20 do 100 MeV)
- Protony (od 1,6 do 24 MeV i od 80 do 200 MeV)
- Elektrony (od 0,04 do 2,5 MeV)
- Jony (od 2,5 MeV/jon do 120 MeV/jon)



Gradualne zjawiska typu SEP

Gradualne zjawiska typu SEP są związane z koronalnymi wyrzutami materii i długotrwałymi rozbłyskami i charakteryzują się:

- dłuższym czasem trwania (od dni do tygodni),
- dużą obfitością protonów,
- obfitości jonów są podobne do obfitości występujących w plazmie koronalnej (Reames 1999),
- powiązane są z nimi rozbłyski radiowe typu II i IV,
- małą liczbą zjawisk w ciągu roku.



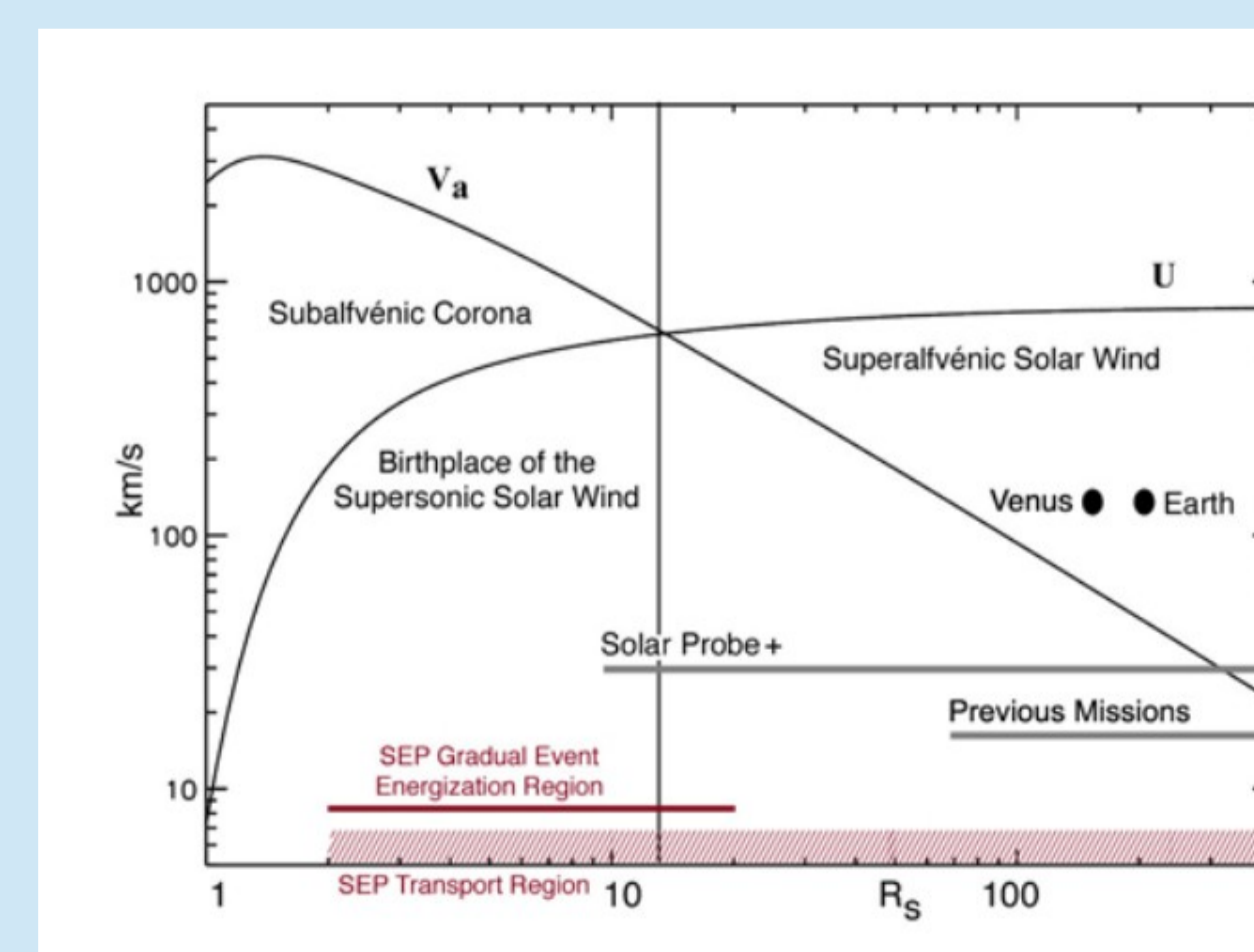
Solar Probe Plus

Planowany start: 2018

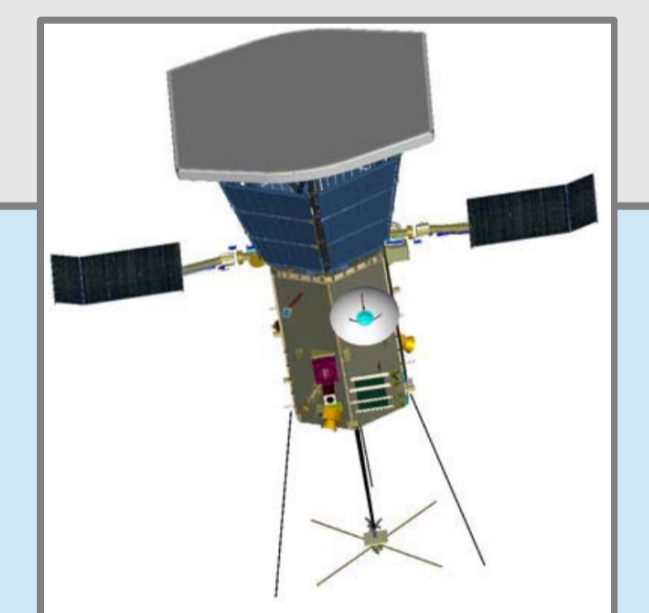
Minimalna odległość od Słońca: 7-9 R_s

Detektory cząstek:

- Protony (od 0,02 do 7 MeV i od 1 do >100 MeV)
- Elektrony (od 25 do 500 keV i od 0,5 do 6 MeV)
- Jony (od 0,02 do 2 MeV/jon i od 1 do >100 MeV/jon)



Prędkości wiatru słonecznego (U) i prędkości Alfvéna (Va) w zależności od odległości od Słońca. Solar Probe Plus będzie pierwszą misją do źródeł wiatru słonecznego.



Bibliografia

Cane, H.V., Reames, D.V., i von Roseninge, T.T., 1988, JGR 93, 9555.
Heyvaerts, J., Priest, E. R., i Rust, D. M., 1977, ApJ 216, 123.
Reames, D.V., 1999, Space Sci Rev. 90, 413.