

TARANIS W ŚWIECIE „ELFÓW” I „DUSZKÓW”. BURZOWY FENOMEN W OKU SATELITY

Piloci przez lata donosili o zagadkowych błyskach światła, jakie czasem obserwowali nad chmurami burzowymi. Relacjom nie dawano wiary, aż do czasu, gdy w 1989 roku błyski takie przypadkowo sfotografowano. Tak narodziła się jedna z najintensywniej rozwijanych gałęzi współczesnej geofizyki.

Obecnie mamy do dyspozycji fotografie kilku tysięcy tego typu zjawisk. Zdjęcia wykonano zarówno w obserwatoriach naziemnych, z samolotów, jak i z pokładu stacji kosmicznej i wahadłowców. Różnorodność kolorów i kształtów oraz tajemnicza natura błysków spowodowały, że nadawano im baśniowe nazwy: elfy, duszki (*sprite*), niebieskie dżety, trolle. Ze względu na czas trwania błysków – tysięczne części sekundy – w literaturze naukowej określane są terminem krótkotrwałych zjawisk świetlnych, w skrócie: TLE, od angielskiego *transient luminous event*.

Dzięki pomiarom triangulacyjnym ustalono, że TLE mają swoje źródło w górnej troposferze, stratosferze i mezosferze, tj. na wysokości od 30 km do 50 km nad powierzchnią Ziemi. Po wyzwoleniu, błyski biegną z prędkością około 100 km/h w górę, w stronę kosmosu, docierając do wysokości 80 km - 100 km, czyli do jonosfery. Zawsze występują nad obszarami silnych burz, czyli w lokalizacjach cechujących się też dużym zachmurzeniem. To tłumaczy, dlaczego przez długi czas jedynymi obserwatorami TLE byli piloci – to, co dzieje się ponad chmurami pozostawało niedostępne dla obserwacji naziemnych.

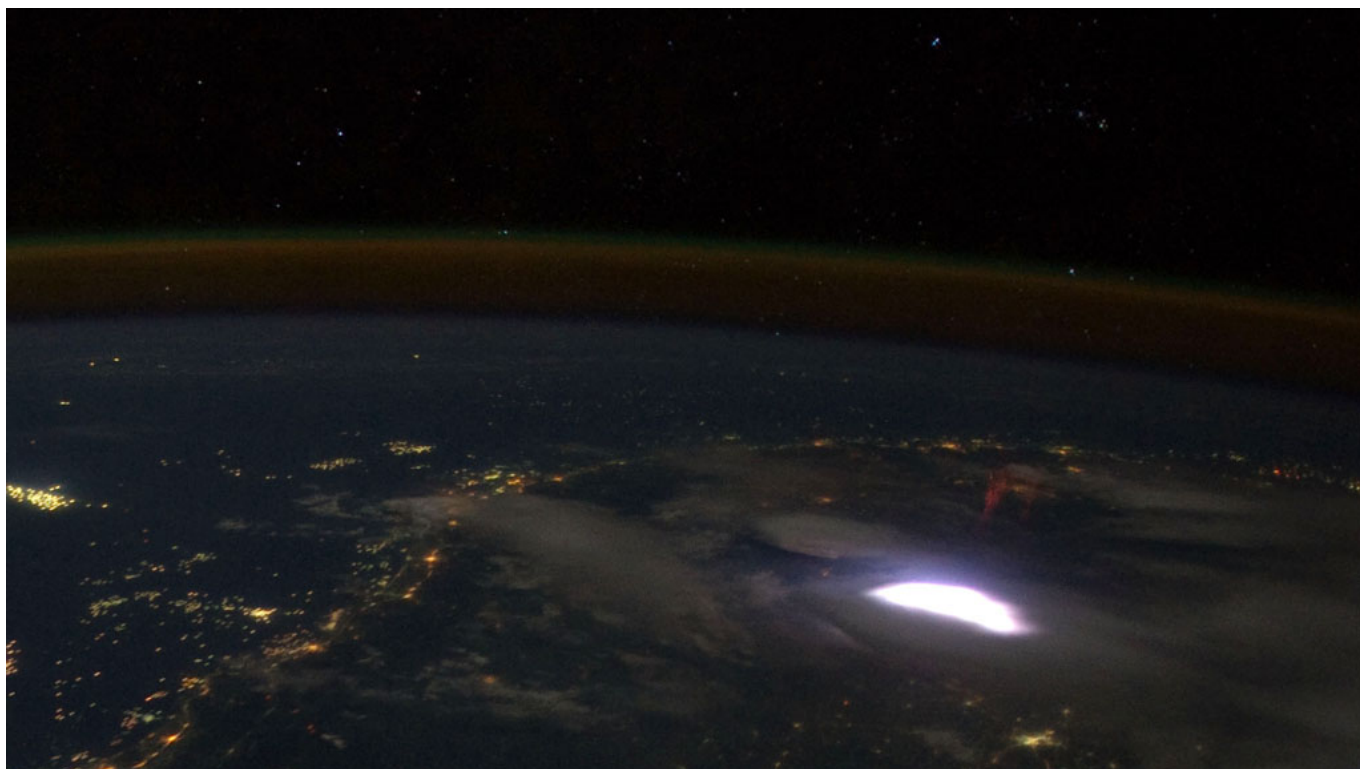
Dotychczasowe badania wykazały, że „elfy”, „trolle”, „dżety” i „duszki”, podobnie jak zwykłe błyskawice są zjawiskami elektromagnetycznymi i towarzyszy im emisja promieniowania radiowego na falach bardzo i skrajnie długich (VLF i ELF, długość od 10 km do 100000 km). Różne teorie dotyczące tego zjawiska sugerują, że TLE są inicjowane przez promienie kosmiczne. Nad chmurami burzowymi, silnie naładowanymi elektrycznie, promienie te miałyby zwiększać jonizację atmosfery, co w konsekwencji umożliwiałoby nietypowe wyładowanie elektryczne.

Czytaj też: [Najjaśniej... nad latarnią. Zanieczyszczenie światłem z perspektywy orbity](#)

TLE mogą też być wyjaśnieniem dla zagadkowych emisji promieniowania gamma i rentgenowskiego, jakie nad obszarami burz wykrywały detektory na pokładzie satelitów. Naukowcy spodziewali się, że naturalne źródła tak wysokoenergetycznego promieniowania mogą być tylko w kosmosie. Odkrycie TLE pozwoliło wysnuć hipotezę, że ziemskie emisje gamma i rentgenowska to efekt oddziaływania elektronów (w obszarze wyładowań osiągających energie relatywistyczne) z atomami neutralnymi atmosfery. Mamy zatem do czynienia z jednym z najbardziej energetycznych zjawisk na Ziemi!

Choć TLE trwają ułamek sekundy i obejmują niewielki obszar, stanowią element większego systemu sprzęgającego procesy zachodzące w przestrzeni kosmicznej z procesami w górnej atmosferze. Fale o

niskiej częstotliwości generowane w czasie TLE silnie oddziałują bowiem z cząstkami pasów radiacyjnych, prowadząc do „wysypywania się” ich do atmosfery. Konsekwencją są zaburzenia w jonosferze – nie tylko lokalne, ale i globalne. Zrozumienie procesów stojących za TLE może mieć zatem kluczowe znaczenie dla pogody kosmicznej, w tym określania jej wpływu na telekomunikację i nawigację satelitarną.



Fot. NASA [nasa.gov]

Fizyka jonosfery to jedna z głównych specjalności geofizyków z Centrum Badań Kosmicznych PAN. Angażują się oni również w badania TLE, współpracując na tym polu m.in. z partnerami z Francji – francuskim Narodowym Centrum Badań Kosmicznych (*Centre National d'Études Spatiales, CNES*) w ramach misji kosmicznej TARANIS (*Tool for the Analysis of RAdiation from lightNING and Sprites*).

Czytaj też: [Ziemia pod wpływem słonecznej burzy magnetycznej](#)

TARANIS to niewielki satelita (152 kg) opracowany na bazie uniwersalnej i sprawdzonej platformy satelitarnej Myriade. Powstaje we współpracy inżynierów i naukowców z Francji, Czech, Danii, Europejskiej Agencji Kosmicznej i Polski (CBK PAN). Wyniesienie obiektu w kosmos zaplanowano na rok 2020. TARANIS będzie pierwszym satelitą, na pokładzie którego zainstalowano detektory umożliwiające jednoczesne obserwacje TLE, pochodzącej z Ziemi emisji gamma, oraz monitoring środowiska elektromagnetycznego. Poznanie relacji między TLE i emisją gamma stanowi jeden z głównych celów przedsięwzięcia. Kolejnym jest zbadanie impulsowego transferu energii między atmosferą Ziemi a przestrzenią kosmiczną.

W zestawie sześciu instrumentów naukowych TARANIS znajduje się m.in. układ dwóch kamer i trzech fotometrów do obrazowania zjawisk TLE. Urządzenia dostarczają obrazów z prędkością 30 zdjęć na sekundę, w kilku zakresach spektralnych i przy rozdzielczości przestrzennej 1 km. Wykrywaniem i charakteryzowaniem promieniowania wysokoenergetycznego zajmą się układy detektorów

rentgenowskich i gamma, oraz układ dwóch spektrometrów energii elektronów. Dodatkowe czujniki i analizatory będą monitorowały zaburzenia pola elektrycznego w zakresie niskich i wysokich częstotliwości.

Poza udziałem w części naukowej misji TARANIS, Centrum Badań Kosmicznych PAN zaprojektowało i wykonało blok zasilania dla systemu Multi Experiment Interface Controller (MEXIC) satelity. MEXIC z jednej strony zapewni zasilanie wszystkim instrumentom naukowym misji, z drugiej – spełni rolę interfejsu między instrumentami a satelitą (platformą satelitarną). Poprzez MEXIC będą przechodziły komendy sterujące pracą instrumentów, ale także dane pozyskiwane z instrumentów i kierowane do pokładowej pamięci.

TARANIS to nie pierwszy wspólny projekt CBK PAN i CNES w zakresie badań jonosfery. Wcześniej Centrum współpracowało z Francuzami przy misji DEMETER (*Detection of Electro-Magnetic Emissions Transmitted from Earthquake Regions*), której celem było badanie związków zaburzeń jonosfery z aktywnością sejsmiczną. Satelita został wyniesiony na orbitę w czerwcu 2004 roku i pracował do grudnia 2010 roku. CBK PAN uczestniczyło w analizie danych z misji, ale – podobnie jak w przypadku TARANIS – dostarczyło także układ zasilania dla instrumentów.

Czytaj też: ["Koniec świata"? "Planetoida zniszczy Ziemię"? Sprawdzamy!](#)

TARANIS nie jest też pierwszym instrumentem kosmicznym do badań TLE, przy powstaniu którego brali udział specjaliści z CBK PAN. Od 2018 roku na pokładzie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej funkcjonuje ASIM (*Atmosphere-Space Interactions Monitor*), zestaw dwóch detektorów obserwujących błyski TLE w stratosferze i mezosferze. Inżynierowie CBK PAN opracowali system zasilania i system autonomicznego monitoringu parametrów serwisowych jednego detektorów – MXGS (*Miniature X ray and Gamma ray Sensor*), odpowiedzialnego za monitorowanie błysków gamma i rentgenowskich.

Po udanym wystrzeleniu TARANIS w przyszłym roku (trzymajmy kciuki!), satelita dołączy do ASIM i obydwie misje rozpoczną niezależne, ale skoordynowane i komplementarne obserwacje górnej atmosfery i jonosfery. Wspólnie odkrywać będą przed nami tajemnice zagadkowych świetlistych elfów, trolli i duszków.

prof. dr hab. Jan Błęcki

Centrum Badań Kosmicznych PAN