

2012 – końca świata może nie będzie, ale nadchodzi słoneczna apokalipsa... Czy Słońce pograży Ziemię w ciemnościach?

Autor: Piotr Olszowiec - na podstawie materiałów NASA i EPRI

(„Energia Gigawat” – nr 8/2010)

Od dawna nie jest tajemnicą, że aktywność procesów zachodzących w Słońcu wywiera istotny wpływ na życie naszej planety. Dzięki przemianom jądrowym plazma słoneczna utrzymuje temperaturę około 15 mln st. C i znajduje się w nieustannym ruchu. Potężne strumienie naładowanych cząstek wydostają się na powierzchnię tej wielkiej gwiazdy, gdzie ulegają schłodzeniu i tworzą ciemniejsze strefy zwane potocznie plamami słonecznymi. Ilość tych ciał o temperaturze 4000°C i średnicy zbliżonej do Ziemi ulega oscylacjom z okresem około 11 lat. Prawdopodobnie cykl ten powtarza się wraz z odwracaniem (zamianą miejscami) biegunów magnetycznych Słońca. Uczeni ustalili, że w okresach zwiększonej aktywności tj. największej liczby plam, znacznie wzrasta natężenie emisji cząstek z korony słonecznej. Strumień ten, określany jako wiatr słoneczny „wiejący” z prędkością około miliona mil/godz., staje się przyczyną coraz większych problemów dla mieszkańców naszego globu.

Wiatr słoneczny niesie cząstki o wielkiej energii stwarzające poważne zagrożenie radiacyjne dla organizmów żywych, analogiczne do oddziaływania promieniowania wytwarzanego w eksplozjach nuklearnych. Atmosfera ziemska oraz magnetosfera (wokółziemska strefa pola magnetycznego) zapewniają dostateczną ochronę na powierzchni planety, lecz astronauta w przestrzeni kosmicznej są narażeni na śmiertelne dawki promieniowania. Przenikanie cząstek do komórek organizmów może wywołać uszkodzenie chromosomów, zmiany rakotwórcze i szereg innych schorzeń, w skrajnych wypadkach także natychmiastową śmierć. Dla przykładu podczas burzy słonecznej w 1989 r. kosmonauci w orbitalnej stacji Mir otrzymali w ciągu doby całoroczną dopuszczalną dawkę promieniowania. Szczególnie niebezpieczne okazują się protony o energii ponad 30 MeV, które mogą docierać nawet w okolice bieguna północnego Ziemi, nad którym odbywają się loty samolotów międzykontynentalnych. Dla ograniczenia narażenia radiacyjnego załogi i pasażerów niejednokrotnie zmienia się trasy przelotów podczas zwiększonej aktywności Słońca. Niektóre loty, zwłaszcza na dużych wysokościach nad biegunem, odwołuje się także z innej przyczyny, a mianowicie zakłóceń w łączności radiowej, o czym w dalszej części artykułu. Wpływ burz słonecznych stwierdzono również u ptactwa migracyjnego i zwierząt morskich, u których występują trudności z nawigacją.

Liczne systemy komunikacyjne wykorzystują jonosferę ziemską do przenoszenia (dokładnie odbijania) sygnałów radiowych. Jednak burze jonosferyczne mogą skutecznie zakłócić tę łączność wskutek niepożądanego pochłaniania i zmiany kierunku propagacji. Wprawdzie naziemne stacje telewizyjne i radiowe są dość odporne na zjawiska w przestrzeni wokółziemskiej, lecz łączność radiowa dla floty morskiej i powietrznej często ulega zakłóceniu lub wręcz przerwaniu. Podobnie wrażliwe były dawne linie telegraficzne, w których indukowały się niepożądane napięcia. W skrajnych przypadkach, jak w czasie słynnej burzy słonecznej 1859 r., dochodziło do przebiccia i pożaru cewek na końcach linii oraz do porażenia telegrafistów. Zjawisko to stało się zrozumiałe, gdy pomiary napięć wyindukowanych w kablach podczas burz magnetycznych wykazały wartości przekraczające 2 kilowolty. Zakłócenia mogą dotknąć również systemy nawigacji i pozycjonowania takie jak GPS, LORAN i OMEGA. W przypadku tego ostatniego systemu. samoloty i statki wykorzystują

sygnały radiowe bardzo niskiej częstotliwości wysyłane z rozmieszczonych na całym świecie ośmiu nadajników. Podczas burz magnetycznych błąd lokalizacji sięga kilku mil.

Burze słoneczne zagrażają również satelitom wskutek pośredniego oddziaływania na ich trajektorie. Nagrzewanie górnych warstw atmosfery przez zwiększone promieniowanie ultrafioletowe powoduje wzrost gęstości powietrza i w efekcie spowalnia ruch satelitów, które schodząc w gęstsze warstwy ulegają ostatecznie spaleni. Przykładem przedwczesnego zakończenia swej misji z tego powodu był Skylab utracony w 1979 r. Problemy satelitów pogłębia także niszczące oddziaływanie cząstek wiatru słonecznego na wrażliwe elementy mikroprocesorowe. Również elektryzacja elementów konstrukcji statków kosmicznych pod wpływem tych cząstek prowadzi do powstania różnic potencjałów wywołujących wyładowania elektryczne, niebezpieczne zwłaszcza dla elektronicznych układów sterowania. Burze magnetyczne utrudniają prace geologów badających wnętrze naszej planety. Zmiany natężenia ziemskiego pola magnetycznego są wówczas zakłócone przez składowe pochodzące z przestrzeni kosmicznej, co zniekształca rzeczywisty obraz struktury geologicznej Ziemi. Straty ponoszą również naziemne instalacje przesyłu nośników i energii elektrycznej. I tak szybkozmienne pola magnetyczne indukują tzw. prądy geomagnetyczne w rurociągach naftowych i gazowych. Ich przepływ może fałszować wskazania aparatury kontrolno-pomiarowej np. przepływomierzy, a także przyspieszać procesy korozyjne w elementach stalowych. Przykładem tragicznych skutków tych nie do końca kontrolowanych zjawisk była eksplozja gazociągu na Syberii, która wywołała dodatkowo katastrofę na pobliskiej linii kolejowej (czerwiec 1989 r.). Nowsze rurociągi buduje się już z uwzględnieniem rozwiązań minimalizujących reakcje elektrochemiczne. Należy do nich tzw. ochrona katodowa polegająca na utrzymaniu ujemnego potencjału rurociągu względem ziemi. Podczas burz geomagnetycznych następują zmiany tego potencjału, co zwiększa szybkość reakcji utleniania materiału rurociągu i skraca jego żywotność.

Z kolei indukowane w sieciach elektroenergetycznych prądy geomagnetyczne stanowią wielkie zagrożenie dla ciągłości pracy systemów. W największym stopniu dotyczy to rozległych systemów przesyłowych w Kanadzie, USA, a także Chinach i Australii. Europejskie sieci – poza Półwyspem Skandynawskim - z uwagi na krótsze odległości i oddalenie od bieguna północnego, są mniej podatne na to ryzyko. Zjawisko to jest znane od narodzin telegrafu – już wtedy stwierdzono, że przesyłanie sygnałów mogło odbywać się bez źródła zasilania układu. Funkcję źródła przejmowało wyindukowane napięcie w obwodzie, a z uwagi na związek z nieznanymi zjawiskami atmosferycznymi nazywano je wówczas „niebieską baterią”. Wspomniane prądy, zbliżone przebiegiem do prądu stałego, są szczególnie niebezpieczne dla wielkich maszyn elektrycznych jak transformatory i generatory, gdyż wywołują nasycenie ich rdzeni magnetycznych skutkujące ich przegrzewaniem i poborem zwiększonych prądów magnesowania. I tak w Szwecji największe zarejestrowane prądy geomagnetyczne zamykające się w uziemieniach punktów gwiazdowych transformatorów wyniosły 320 A. Przetężenia (nadmierne prądy) powodują działanie zabezpieczeń elektrycznych i w rezultacie awaryjne wyłączenie fragmentów systemu elektroenergetycznego. Właśnie takie zjawiska spowodowały w 2003r. rozpad systemu południowej Szwecji. Podobny scenariusz, lecz o nieporównanie większym zasięgu, został zrealizowany 13 marca 1989 r. podczas blackoutu w kanadyjskim Quebecu. W wyniku burzy magnetycznej szalejącej nad Ameryką Północną ponad 6 mln ludzi zostało pozbawionych zasilania przez 9 godzin. Specjalistyczne prognozy przewidują, że anomalia magnetyczna o sile takiej jak w 1921 r. mogłaby dotknąć aż 130 mln odbiorców, uszkodzić 350 dużych transformatorów i spowodować straty rzędu 2 bilionów czyli **2 tysięcy miliardów dolarów!** Nic dziwnego, że służby energetyczne w tych krajach korzystają z różnych sposobów ochrony przed podobnymi zakłóceniami. Podstawowym obecnie narzędziem jest użycie specjalistycznych satelitów dla wczesnego ostrzegania przed

ewentualnym nasileniem tych niekorzystnych zjawisk. Do typowych, natychmiastowych środków zaradczych należą tam wyłączanie największych transformatorów, obniżanie napięcia ich pracy, instalowanie piorunochronów na obiektach energetycznych czy skracanie długości niektórych linii.

Burza geomagnetyczna, która doprowadziła do blackoutu w prowincji Quebec była wywołana gigantycznymi wyrzutami plazmy ze Słońca w dniu 9 marca 1989 r. Po trzech dobach, dokładnie 13 marca o godz. 2.44 nastąpiło potężne zaburzenie rozkładu ziemskiego pola magnetycznego. Na biegunach pojawiła się niezwykle intensywna zorza widziana nawet w Teksasie. Łączność radiowa uległa zakłóceniu, ale główne procesy przebiegały w skorupie ziemskiej. Strumienie naładowanych cząstek płynące w jonosferze indukowały potężne prądy elektryczne w ziemi. Część z nich znalazła alternatywną drogę przepływu w długich liniach przesyłowych najwyższych napięć, w tym w sieci 735 kV, doprowadzając do ich przeciążenia. Wskutek działania zabezpieczeń elektrycznych niektóre z połączeń zostały przerwane, a prowincja pogrążyła się w ciemnościach. Po tej awarii wdrożono następne środki zapobiegawcze m.in. układy szeregowej kompensacji we wspomnianych liniach przesyłowych, blokujące przepływ wolnozmiennych prądów geomagnetycznych. W sierpniu 1989 r. kolejne anomalie w magnetosferze dotknęły ponownie Kanadę; uszkodzenie komputerów na giełdzie w Toronto zatrzymało handel na cały dzień.

Obecnie specjaliści w Ameryce Północnej nie mają wątpliwości odnośnie skali zagrożeń niesionych przez nadmierną aktywność Słońca. W opracowaniu naukowców NASA zwraca się uwagę na potencjalne, apokaliptyczne wręcz skutki najbliższej burzy słonecznej, której apogeum ma wypaść latem 2012 r. Totalny rozpad amerykańskich systemów elektroenergetycznych mógłby kosztować tamtejszą gospodarkę biliony dolarów (!!!), a likwidacja jego skutków zajęłaby 4-10 lat. Groźba „geomagnetycznej” katastrofy przyspieszyła poszukiwania sposobów zapobiegnięcia najczarniejszym wizjom w elektroenergetyce. Najprostszym rozwiązaniem jest zdaniem wielu specjalistów włączenie w obwód uziemiający punkty neutralne transformatorów rezystorów ograniczających prądy geomagnetyczne. Koszt takiego elementu wykonanego ze stali wynosi nie więcej niż 40 000 dolarów czyli mniej niż właściciel płaci za roczne ubezpieczenie transformatora dużej mocy. Na uszkodzenie prądami geomagnetycznymi jest narażonych w USA około 5000 wielkich jednostek tego rodzaju. Powyższe doraźne rozwiązanie problemu o łącznych kosztach 150 mln USD zaproponowano w raporcie skierowanym do Kongresu. Oprócz tego najprostszego sposobu rozważano również inne kroki. Jednym z nich, niestety niezmiernie kosztownym, byłaby zmiana konstrukcji rdzeni magnetycznych transformatorów w celu zwiększenia ich odporności na nasycenie quasistałymi prądami geomagnetycznymi. Drugim sposobem na ewentualny „geomagnetyczny” blackout miałyby okazać się jego rozmyślnie, wyprzedzające wywołanie po uprzednim przygotowaniu odbiorców, co zmniejszałoby straty. Ostatecznie jedyną realistyczną – jak się wydaje – receptą pozostaje wspomniane włączenie rezystorów ograniczających wartości prądów w transformatorach. Na razie operatorzy amerykańskich systemów elektroenergetycznych posługują się ostrzeżeniami nadsyłanymi przez specjalistycznego satelitę ACE. Sonda ta umieszczona w odległości około 1.5 miliona km od Ziemi na drodze ku Słońcu stanowi forpocztę naszej cywilizacji. Meldunki o nadchodzącym wietrze słonecznym docierają stamtąd z wyprzedzeniem 20-60 minut, co okazuje się wystarczające do podjęcia szybkich kroków zabezpieczających. W tym dość krótkim czasie operatorzy zdążą dokonać właściwych przełączeń w sieciach, zmniejszając groźbę ewentualnego blackoutu. Dotychczas jednak ostrzeżenia te nie zawsze się potwierdzały, co sprawiło, że operatorzy systemów sceptycznie odnoszą się do otrzymywanych informacji i niechętnie podejmują kosztowne działania prewencyjne.