

Pioruny Catatumbo

Catatumbo Lightning

Stefan Gierlotka

Słowa kluczowe: zjawiska elektryczne w atmosferze, pioruny

W artykule omówiono ciekawe zjawisko wyładowań atmosferycznych występujące w basenie jeziora Maracaibo, w Wenezueli. Zjawisko nazwane Piorunami Catatumbo charakteryzuje się intensywnością wyładowań przez 320 dni w roku, przez 7 godzin nocnych. Wyładowania piorunów odbywają się w sposób ciągły, do 30 uderzeń na minutę. Treść artykułu wyjaśnia przyczynę generowania ładunku elektrycznego w chmurach o tak dużej i długotrwałej energii. Autor opisuje własną relację z obserwacji tego zjawiska oraz poczynione wnioski.

Keywords: electrical phenomena in the atmosphere, lightning

The article discusses an interesting lightning phenomenon occurring in the Lake Maracaibo basin in Venezuela. The phenomenon called Catatumbo Lightning is characterized by lightning intensity 320 days a year, 7 hours a night. Lightning discharges occur continuously, up to 30 strokes per minute. The content of the article explains the reason for generating an electric charge in clouds with such high and long-lasting energy. The author describes his own account of the observation of this phenomenon and the conclusions drawn.

Wenezuela ma wiele fascynujących miejsc do odkrycia, z których jednym są Pioruny Catatumbo. Zjawisko stanowi wyjątkowy cud natury i występuje w zachodniej Wenezueli, na południu jeziora Maracaibo, największego jeziora Ameryki Łacińskiej.

Pioruny charakteryzują się intensywnością wyładowań elektrycznych z chmury do ziemi i między chmurami w sposób prawie ciągły. Obserwowane są przez ponad 320 dni w roku, w ciągu 7 godzin nocnych. W okresie szczytowym obserwuje się od 16 do 30 uderzeń pioruna na minutę. Pioruny pojawiają się po zachodzie słońca, kiedy niebo jest ciemne. Największa aktywność występowania piorunów jest w porze suchej, między kwietniem a listopadem.

Wyładowania atmosferyczne pioruny Catatumbo powstają w specyficznych warunkach geograficznych. Jezioro Maracaibo otoczone jest od zachodniej strony łańcuchem górskim Sierra de Perija o wysokości do 3750 m n.p.m. oraz od strony wschodniej Cordillera de Merida, wenezuelską odnogą Andów. Od strony północnej jezioro otwiera się na Zatokę Wenezuelską z jej ciepłymi wodami. Zapadlisko Maracaibo tworzą utwory kredowe i trzeciorzędowe bogate w złoża ropy naftowej. Pioruny występują w zlewisku rzeki Catatumbo, od której pochodzi ich nazwa. Rzeka Catatumbo o długości 450 km wypływa ze źródła na wschodnim zboczu wschodniej Kordyliery w Ko-



Rys. 1. Pioruny Catatumbo widziane z ujścia rzeki Escalante
Fig. 1. Catatumbo lightning seen from the mouth of the Escalante River

lumbii. Końcowa część biegu rzeki ma liczne meandry i rozlewa się deltą do jeziora Maracaibo, objętą przez Park Narodowy Ciénagas. Wenezuela leży w strefie klimatu podrównikowego wilgotnego z porą deszczową maj – listopad. Na południu jeziora średnia wartości opadów deszczu przekracza 4500 mm i jest znacznie większa niż na stronie północnej.



Rys. 2. Pioruny Catatumbo nad jeziorem Maracaibo
Fig. 2. Catatumbo lightning over Lake Maracaibo

Po zachodzie słońca, kiedy parowanie jest większe, silne wiatry wilgotnego powietrza napływają z północnego wschodu jeziora od strony Karaibów i nacierają na masyw górski Sierra de Perijá. Wytworzony prąd wiatru podrywa do góry nagrzane masy powietrza znad jeziora Maracaibo. Ciepłe powietrze unosi się na wysokość ok. 10 km i tam ochładza się. Zawarta w wyniesionym powietrzu para wodna skrapla się, tworząc wypiętrzone, gęste chmury burzowe cumulonimbusy z ładunkiem elektrycznym. Cały proces jest powodowany przez dopływ gorącego powietrza i pary wodnej odparowywanej z jeziora Maracaibo. W regionie równikowym powietrze nagrzewa się szybciej, ponieważ otrzymuje większe promieniowanie słoneczne.

Obserwując te ciekawe zjawisko przyrodnicze, zainteresowanie wzbudza wytwarzanie tak dużej i długotrwałej energii elektrycznej powodującej serie wyładowań atmosferycznych. Elektryzacja chmur polega na wytwarzaniu potencjału elektrostatycznego przez przemieszczanie się swobodnych ładunków elektrycznych pod wpływem oddziaływania zewnętrznego. Powstająca różnica potencjałów zależy od zgromadzonego w chmurze ładunku i jego pojemności do obiektów sąsiednich. Proces powstawania ładunków elektrostatycznych podczas pocierania różnych materiałów zwany jest tryboelektryzacją. Przykładem może być gromadzenie ładunków elektrycznych na samolotach przez tarcie w powietrzu. Opracowany szereg tryboelektryczny materiałów określa, które substancje wykazują większą skłonność do elektryzowania ładunkiem dodatnim, a które ujemnym. Na podstawie tego szeregu można stwierdzić, że powietrze aktywnie gromadzi elektryczne ładunki dodatnie, a ziemia ładunki ujemne. Dużą podatność do gromadzenia ładunków elektrycznych wykazuje para wodna.

W przypadku chmur burzowych nad jeziorem Maracaibo, ładunki mogą powstawać na skutek wzajemnego tarcia mas powietrza, a również tarcia mas powietrza o zbocze masywu górskiego Sierra de Perijá. Sąsiadujące z jeziorem zbocze zbudowane ze skał metamorficznych i osadowych z przewagą skał wapiennych. Przewodność elektryczna skał osadowych jest na ogół mała. Skały wapienne, dolomity, marmury mają rezystywność w granicach 102-105 Ωm i mogą brać udział w tryboelektryzacji. Ocieranie się o te wapienne skały prądu mas powietrza wynoszonego znad jeziora może powodować wytwarzanie w nim ładunków elektrostatycznych.

Sam proces powstawania w chmurach ładunków elektrostatycznych o tak dużej energii jest procesem skomplikowanym. Powstawanie energii elektrostatycznej w chmurze bu-

rzowej może być superpozycją kilku przyczyn generujących ładunki elektrostatyczne. Oprócz powstawania w chmurze ładunków przez tryboelektryzację, mogą one też powstawać przez przemieszczanie się w ziemskim polu magnetycznym. Również docierające do Ziemi z prędkością bliską prędkości światła promieniowanie kosmiczne, może elektryzować chmury przez zderzenia cząstek promieniowania z atomami atmosfery. Inną przyczyną powstawania ładunków na kryształach lodu w chmurze może być piroelektryczność. Powoduje ona powstawanie ładunków elektrycznych pod wpływem zmian temperatury.

Epicentrum piorunów znajduje się w bagnistym obszarze ujścia rzeki Catatumbo. W tym bagnistym obszarze ujścia rzeki stwierdzono obecność metanu w powietrzu. Metan pochodzi nie tylko z bagien, ale także ze szczelin skał będących złożami lekkich węglowodorów występujących w basenie jeziora Maracaibo. Powstający na bagnach metan jest lżejszy od powietrza i unosi ku chmurom. Stężenie metanu w chmurach konwekcyjnych nad tym regionem osiąga wartość do 0,1%. Zjawisko to nasila się po zachodzie słońca. Wytwarzanie metanu z bagien w wyniku rozkładu detrytusy i próchnicy zwiększa się latem, ponieważ wody są płytsze, a średnia temperatu-



Rys. 3. Pioruny Catatumbo nad jeziorem Maracaibo
Fig. 3. Catatumbo lightning over Lake Maracaibo Rys. 1.



Rys. 4. Seria wyładowań piorunów nad jeziorem Maracaibo
Fig. 4. A series of lightning discharges over Lake Maracaibo



Rys. 5. Pioruny Catatumbo nad namorzynami jeziora Maracaibo
Fig. 5. Catatumbo lightning over the mangroves of Lake Maracaibo



Rys. 6. Niebo nad Jeziorem Maracaibo w godzinach południowych
Fig. 6. The sky over Lake Maracaibo at noon



Rys. 7. Kikuty uszkodzonych drzew, w które uderzył piorun w Parku Narodowym Ciénagas de Juan Manuel
Fig. 7. Stumps of damaged trees struck by lightning in the Ciénagas de Juan

ra rośnie, ułatwiając rozkład materii organicznej. Jest to przyczyną tego, że błyskawice są bardziej widoczne w czasie suszy.

Maksymalny ładunek zgromadzony przez chmury jest ograniczony przez napięcie przebicia powietrza atmosfery. Gaz staje się przewodnikiem, gdy część jego cząstek zostanie zjonizowana. Jonizacja gazu polega na rozszczepieniu na elektrony i jony dodatnie. Napięcie zapłonu jonizujące gaz zależy od różnych domieszek w gazie. Występujący metan na bagnistym obszarze ujścia rzeki Catatumbo może być przyczyną zwiększenia przewodnictwa powietrza, sprzyjając wyładowaniom elektrycznym. Metan pali się w kolorze niebieskim, co obserwowanemu wyładowaniu atmosferycznemu może dawać takie zabarwienie.

Miałam okazję obserwować te ciekawe zjawisko in situ w styczniu 2024 roku, w porze suchej miejscowego klimatu. Obserwacje prowadziłem na południowym skraju jeziora Maracaibo, u ujścia rzeki Escalante. W godzinach południowych pogoda była ciepła i prawie bezwietrzna z kilkoma małymi chmurami pierzastymi typu cirrusy. Krótco przed zachodem słońca powietrze stało się parne. Pojawiła się rosa, a cała skóra stała się wilgotna. Na niebie od strony północnej (od Karaibów) pojawiły się ciemne i ciężkie chmury. O zachodzie słońca, chmury zaczęły się przemieszczać z dużą prędkością w kierunku południowym. W nocy, ok. godziny 22 wilgotność powietrza zmalała, temperatura się ochłodziła a na horyzoncie od strony rozlewiska ujścia rzeki Catatumbo pojawiły się pierwsze poświaty wyładowań atmosferycznych. Największa intensywność wyładowań była między 1 a 3 godziną nocy.

Wyładowania miały charakter seryjny na szerokim zakresie obserwowanego obszaru. Występowały kilkuminutowe przerwy z pojedynczymi wyładowaniami, a następnie kolejna seria wyładowań. Większości obserwowanych błyskawic była bezgłówna, grzmoty nie były słyszalne. Oszacowałem odległość obserwacji do rejonu wyładowań od 4 do 20 km. Miejscem największej intensywności wyładowań był las namorzynowy u ujścia rzeki Catatumbo do jeziora Maracaibo. Obserwowane błyskawice wydawały się pochodzić z głębokiego wnętrza chmury, a nie z jej obrzeży.

W ciągu dnia opłynąłem łodzią teren rozlewiska rzeki Catatumbo i zaobserwowałem dużo martwych pni drzew nad namorzynowym lasem. Martwota pni drzew została spowodowana uderzeniami pioruna, podobnie jak w parku sekwoi w Kalifornii. Kiedy wjechaliśmy łodzią w namorzyny i wiosłem dotykałem dna, to z wody wyłaniały się pęcherzyki, nie określiłem, czy to był metan czy dwutlenek węgla. Oba te gazy wpływają na obniżenie wartości przebicia elektrycznego powietrza pod wpływem pola elektrycznego.

Pierwszą wzmiankę o piorunach z Catatumbo przytoczył pisarz Lope de Vega (1562–1635) w swoim utworze „La Dragontea” z 1598 r. W 1800 r. pruski przyrodnik Aleksander Humboldt podczas pobytu w Wenezueli poczynił obserwacje tego zjawiska i opisał jako elektryczne fosforyzujące poświaty. W 2013 r. region jeziora Maracaibo został wpisany do Księgi rekordów Guinnessa jako region o najwyższej intensywności wyładowań na świecie.