

## Piorunujące wrażenie

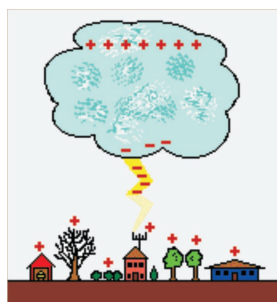
Nadchodzi lato. Czas odpoczynku na łonie natury, kąpiele pod gołym niebem i opalania. Woda i upał – mieszanka tyleż relaksująca, co wybuchowa. Prowadzi bowiem nieuchronnie do powstawania burzowych chmur i gwałtownych wyładowań atmosferycznych w postaci piorunów.

Ludzie od wieków starali się okiełznać lub przynajmniej zrozumieć pioruny. Pierwszym krokiem były wieloletnie badania Benjamina Franklina, który w połowie XVIII w. stwierdził elektryczną naturę piorunów. Naukowcy do tej pory spierają się, co do szczegółów mechanizmu ich powstawania. W kilku kwestiach są jednak zgodni.



- Chmura burzowa powstaje dzięki szybkiej konwekcji (unoszeniu) dużej ilości wilgotnego, ciepłego powietrza. Wędrując ku górze, powietrze to napotyka na zimny obszar, w którym skrapla się para wodna, a następnie powstają małe i duże kryształki lodu.
- Duże kryształki lodu lokują się w dolnej części chmury. Małe kryształki są na tyle lekkie, że konwekcja unosi je w górne partie chmury. Podczas przeciskania się małych kryształków pomiędzy dużymi, ze względu na zjawisko tarcia, następuje odarcie małych kryształków z elektronów. Elektrony te pozostają na dużych kryształkach. Dolna część chmury elektryzuje się zatem ujemnie, a górna – dodatnio.

- Naładowana chmura wisząca nad Ziemią, powoduje naelektryzowanie powierzchni Ziemi, dzięki zjawisku indukcji elektrostatycznej. Z obszaru bezpośrednio pod chmurą elektrony odpływają w głąb ziemi (gdzie mogą swobodnie wędrować dzięki obecności wody). Zjawisko odpływu elektronów dotyczy także stojących na ziemi budynków – wszystkie obiekty zostają dodatnio naelektryzowane.
- Zarówno rozdzielanie ładunków w chmurach, jak i dodatnie elektryzowanie powierzchni Ziemi postępuje przez pewien czas. Jednocześnie wzrasta napięcie elektryczne pomiędzy chmurą a powierzchnią Ziemi. W normalnych warunkach (nie burzowych) powietrze jest bardzo dobrym izolatorem, ale powstałe podczas burzy bardzo wysokie napięcie w końcu powoduje jonizację powietrza pomiędzy chmurą a powierzchnią Ziemi. Jonizacja ta polega na odarciu elektronów z zewnętrznych warstw atomów gazów znajdujących się w powietrzu (praca pola elektrycznego zamieniana jest na pracę potrzebną do wybicia elektronów z atomów i cząsteczek). Powietrze zamienia się, jak to fizycy mówią, w „zupę” dodatnio naładowanych jonów i swobodnych elektronów.



- Początkowo powstaje coś w rodzaju ścieżki, którą zaczynają podążać pojedyncze elektrony z dolnej części chmury ku Ziemi (z prędkością ok. 30 000 km/s!). Elektrony te przemieszczają się po zygawkowatych, rozgałęziających się torach. Naukowcy przypuszczają, że powstawanie tych bardziej przewodzących obszarów powietrza uzależnione jest od lokalizacji zanieczyszczeń i pyłów w powietrzu. Następuje wyładowanie pilotujące (najczęściej niewidoczne lub widoczne w postaci fioletowej poświaty, charakterystycznej dla zjonizowanego powietrza). Wyładowanie to silnie jonizuje powietrze wokół ścieżki, którą się porusza.
- Kiedy cały kanał od Ziemi do chmury zostaje zjonizowany, znacznie zmniejsza się opór powietrza, co pozwala na przepływ dużej ilości ładunku (wyładowanie główne). Wyładowanie główne porusza się ze znacznie mniejszą prędkością rzędu 10 000 km/s, trwa kilkadziesiąt milionowych części sekundy, powoduje przepływ prądu o natężeniu około 30–50 kA, przy napięciu około 30 milionów V. Powstaje wyładowanie, które podgrzewa otaczające je powietrze, powodując błysk i gwałtowne rozprężenie gazu – tworzy się fala uderzeniowa objawiająca się w postaci grzmotu.
- Ze względu na bardzo dużą prędkość światła ( $3 \times 10^8$  m/s) błysk dociera do obserwatora właściwie natychmiast, a grzmot, podróżujący z szybkością 334 m/s dociera z opóźnieniem. Jeżeli pomiędzy błyskiem a grzmotem następuje przerwa o długości 3 s, oznacza to, że piorun uderzył w odległości 1 km od obserwatora.

Do ochrony domostw przed piorunami służą piorunochrony – metalowe przewody, wystające ponad dach budynku, wkompane do ziemi. Ponieważ odległość czubka piorunochronu od chmury jest mniejsza niż jej odległość od dachu budynku, wyładowanie główne zwykle przebiega właśnie do piorunochronu. A ponieważ piorunochron wykonany jest z metalu, czyli materiału o małym oporze – następuje bardzo szybkie rozładowanie chmury poprzez odprowadzenie ładunku do ziemi.



Niewielki piorun można zaobserwować w domu, gdy powietrze jest suche (np. w zimie, przy włączonym ogrzewaniu). Nosząc na sobie sweter, pociera się nim o inne części garderoby i o dłoń – w ten sposób elektryzuje się zarówno człowiek, jak i jego sweter (przeciwными ładunkami). Jeśli w takim przypadku człowiek dotknie metalowej klamki, może poczuć nieprzyjemny wstrząs elektryczny. Przy zgaszonym świetle można nawet zaobserwować błysk – wyładowanie elektryczne pomiędzy klamką a dłonią.

DS