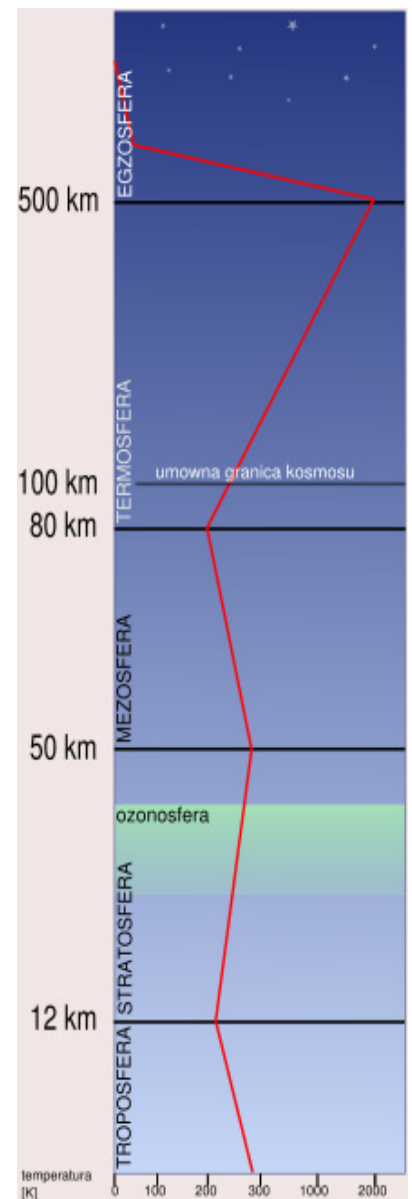


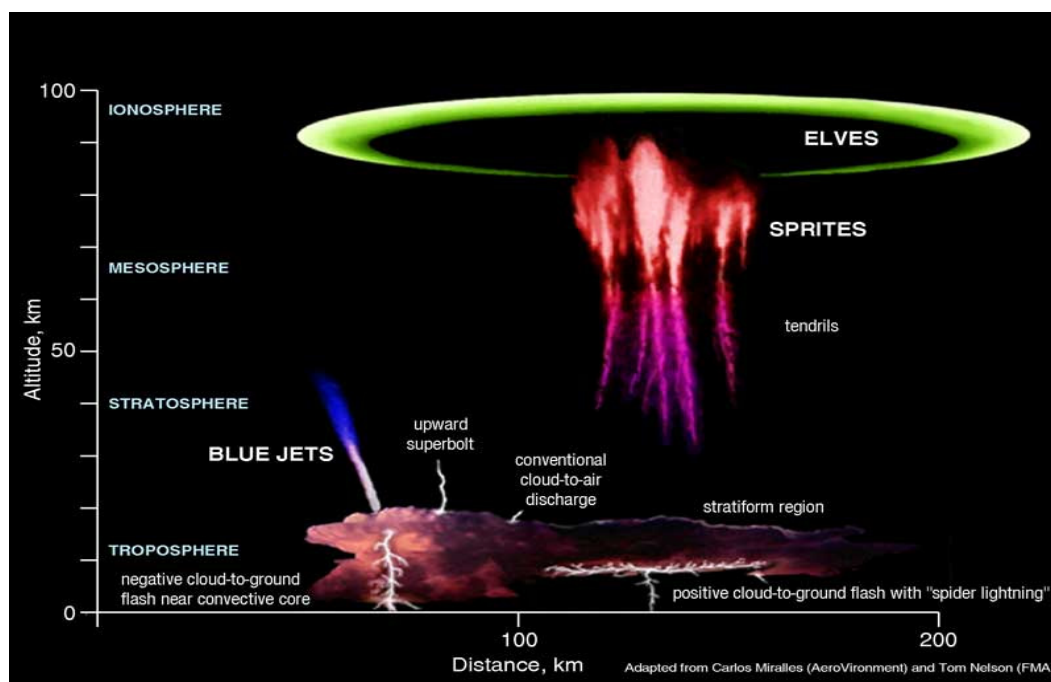
## Wyładowania atmosferyczne ponad chmurami

Przy bardzo wysokiej aktywności burzowej, oprócz wyładowań doziemnych i międzyciurkowych, pojawiają się krótkotrwałe wyładowania ponad chmurami, którym towarzyszą zjawiska świetlne (Transient Luminous Events). Wyładowania w górnych partiach atmosfery są nadal zagadką, a ich powstawanie wciąż nie jest do końca wytłumaczone. Piloci samolotów nie raz wspominali o niesamowitych rozbłyskach na niebie, jednak dopiero kilkanaście lat temu udało się je sfotografować. Wyładowania o wdzięcznych nazwach, takich jak: chochliki (Sprites), elfy (Elves), niebieskie fontanny (Blue Jets), przyciągają uwagę wielu naukowców. Rozważany jest wpływ wyładowań na skład chemiczny atmosfery oraz na statki powietrzne.

Aby zrozumieć jak powstają tajemnicze, wielobarwne rozbłyski, należałoby zagłębić się w budowę atmosfery. Atmosfera podzielona jest na warstwy (Rys. 1). Warstwa leżąca bezpośrednio nad powierzchnią Ziemi (do ok. 12 km wysokości), troposfera, najcieńsza, skupia ponad połowę powietrza atmosferycznego. W troposferze zachodzą wszystkie zjawiska pogodowe oraz obieg wody w przyrodzie. Najwyżej położone chmury typu Cirrus osiągną wysokość 13 km. Zdarza się jednak, że intensywnie rozbudowana chmura burzowa Cumulonimbus osiąga wysokość 15 km. W następnej warstwie – stratosferze (12-50 km), znajduje się warstwa ozonowa. Promieniowanie ultrafioletowe Słońca jest w tej warstwie bardzo intensywnie pochłaniane, czemu towarzyszy gwałtowny wzrost temperatury. Związane jest z tym zjonizowanie tlenu i powstawanie cząsteczek ozonu. Mezofera (50-85 km) – w niej następuje znaczny spadek temperatury do nawet  $-70^{\circ}\text{C}$ . Ciśnienie atmosferyczne i gęstość powietrza spadają do śladowych ilości. Powietrze staje się bardzo dobrym przewodnikiem elektrycznym w związku z szczególnie wysokim zjonizowaniem cząstek gazów atmosferycznych. Termosfera (85-500 km) jest warstwą o bardzo rozrzedzonym powietrzu. Temperatura rośnie w związku z wpływem promieniowania kosmicznego i cząstek wysokoenergetycznych. Najwyższa warstwa – egzosfera (500-2000 km), zawiera śladowe ilości powietrza. W związku z bardzo dużymi odległościami pomiędzy cząsteczkami, panuje bardzo wysoka próżnia. Jest jeszcze warstwa – jonosfera („strefa jonów”), która jest wspólna dla termosfery i egzosfery. Nazwa pochodzi od bardzo licznie obecnych zjonizowanych cząstek gazów atmosferycznych, silnie narażonych na działanie promieniowania kosmicznego.



Rys. 1. Warstwy atmosfery



Rys. 2 Schemat przedstawiający rozmieszczenie wyładowań w atmosferze

Wyładowania ponad chmurami występują w różnych formach, kolorach i są wywołane różnymi czynnikami, w zależności od wysokości wystąpienia.

#### Niebieskie fontanny (Blue Jets)

Mają kształt wąskiego stożka zwężającego się do dołu, kolor – niebieski (Rys.3). Pojawiają się one nad chmurami burzowymi, jeszcze w troposferze, na poziomie około 15-18 km i mogą sięgać do 40 kilometrów nad ziemią, przechodząc przez całą stratosferę. Powstaje lawina elektronowa (gwałtownie wzrasta liczba cząstek naładowanych), która „płyne” w kierunku Ziemi lub w kierunku jonosfery – w zależności od wektora pola elektrycznego. Pole elektryczne przyspiesza ruch elektronów, które zbijają się z cząsteczkami powietrza. Następuje rozpad cząsteczek powietrza na jony i uwalniają się elektrony. Zjawisku temu towarzyszy emisja światła. Pierwszy raz zostały sfilmowane 21 Października 1989, przez załogę wahadłowca kosmicznego.

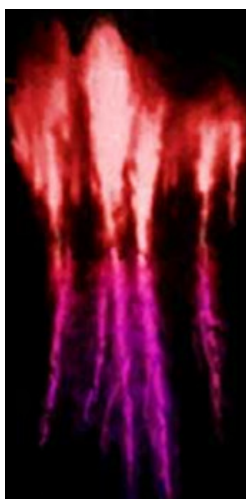


Rys. 3 Niebieska fontanna

Gigantyczne fontanny (Gigantic Jets), które obserwuje się najrzadziej, sięgają aż do jonosfery.

#### Chochliki (Red Sprites)

Chochliki (Rys.4), czyli rozkłaski o czerwonym zabarwieniu występują w mezosferze na wysokościach od około 40 do 80 km. Pierwszy rozkłask pojawia się na wysokości około 60-65 km i rozwija się do dołu (do nawet 40 km), a potem w górę (wysokość zależy również od wysokości jonosfery na danej szerokości geograficznej). Silny impuls elektryczny wywołuje świecenie gazów atmosferycznych w mezosferze. Zjawisko zachodzi przy obniżonym ciśnieniu atmosferycznym, tak samo jak w znanych nam lampach wyładowczych.



Rys. 4 Chochliki

Trole - podobne do niebieskich fontann, są czerwone i zwykle występują, gdy nitki Chochlików przedłużają się w dół dotykając górnej partii chmur.

### Elfy (Elves)

Elfy (Rys.5), to poziome rozbłyski na wysokości około 100 kilometrów nad ziemią, których średnica może sięgać nawet 400 kilometrów. Są jak dotąd najslabiej zbadane ze względu na wysokość występowania. Elves jest to dość frywolny skrót od: „Emissions of Light and Very Low Frequency Perturbations From Electromagnetic Pulse Sources”. Pełna nazwa daje częściowo wytłumaczenie jak zachodzi to zjawisko. Efekty świetlne powstają pod wpływem pobudzonych cząsteczek azotu z powodu zderzeń elektronowych (prawdopodobnie elektrony są pobudzane impulsami elektromagnetycznymi pochodzącymi z wyładowań w jonosferze).



Rys.6 Elf

Oprócz powyżej wymienionych zjawisk występują także: skrzaty (Pixies), gnomy (Gnomes) oraz wiele innych nie mających polskich nazw (np. Blue starters, Sprite halos). Jak widać wyładowań ponad chmurami jest bardzo dużo, jednak w związku z tym, że trwają bardzo krótko i widoczność z Ziemi jest ograniczona, tak mało wiemy na ich temat. W przeciągu kilku ostatnich lat powstało sporo organizacji wyszukujących tychże wyładowań. Badania mają miejsce głównie w Stanach Zjednoczonych, ale także ostatnio i w Polsce (m.in. w Wysokogórskim Obserwatorium Meteorologicznym IMGW na Śnieżce). Celem tych badań jest sprawdzenie, jaki wpływ mają te wyładowania na nasze życie na Ziemi. Ostatnie badania wykazały, że bardzo prawdopodobny jest to, że dzięki wyładowaniom w wyższych partiach atmosfery następuje zmiana składu chemicznego atmosfery, a co za tym idzie, znaczne ograniczenie wpływu promieniowania kosmicznego na Ziemię. Są jednak skutki negatywne elfów i chochlików, mogą one wywoływać poważne zakłócenia w pracy satelitów oraz urządzeń telekomunikacyjnych. Mogą także być niebezpieczne dla pojazdów kosmicznych i samolotów. Te wciąż niezbadane zjawiska są zachętą do zgłębiania ich tajemnic. Możemy się tylko zastanawiać, co jeszcze niezwykłego kryje się ponad chmurami.

Przygotowała: **Anna Misińska**

#### Bibliografia:

- materiały z amerykańskich stron internetowych, m.in:  
<http://www.albany.edu/faculty/rgk/atm101/sprite.htm>  
<http://sky-fire.tv/index.cgi/spritesbluejetselves.html>  
<http://elf.gi.alaska.edu/>
- wirtualna encyklopedia – Wikipedia,([pl.wikipedia.org/](http://pl.wikipedia.org/))
- artykuł w Internecie: Roman Skapski, „Poszukiwacze chochlików i elfów” ([http://www.imgw.pl/wl/internet/z/wiadomosci/\\_wiad2007/070802001/sniezka.html](http://www.imgw.pl/wl/internet/z/wiadomosci/_wiad2007/070802001/sniezka.html))