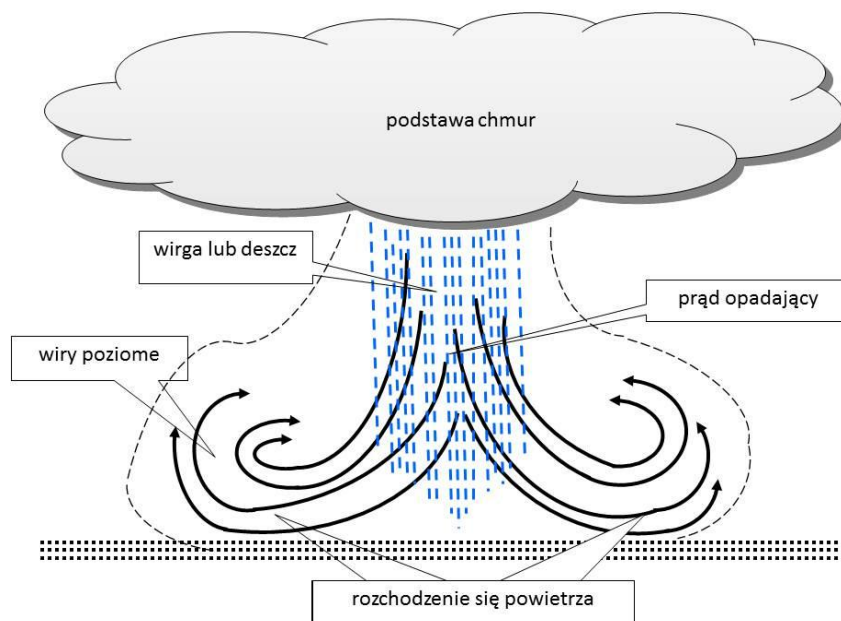


Mikroszkwwały i lotniskowe systemy alarmowania o ich wystąpieniu

Uskok wiatru (wind shear) jest zjawiskiem pogody polegającym na nagłych zmianach kierunku lub prędkości wiatru w atmosferze występujące na niewielkiej przestrzeni i czasie wzdłuż toru lotu statku powietrznego. Jest to jedno z najbardziej niebezpiecznych zjawisk atmosferycznych dla lotnictwa, powodujące gwałtowne zmiany prędkości opływu płatowca przez prąd powietrza i związane z tym zmiany wielkości siły nośnej. Gwałtowny typ uskoku wiatru występujący na obszarze o średnicy do ok. 4 km (2,5 mili) nazywany jest mikroszkwiałem (microburst). Jako że mikroszkwwały są formą uskoków wiatru (występująca w mniejszej skali), oba pojęcia są często stosowane do określania tych samych zjawisk meteorologicznych.

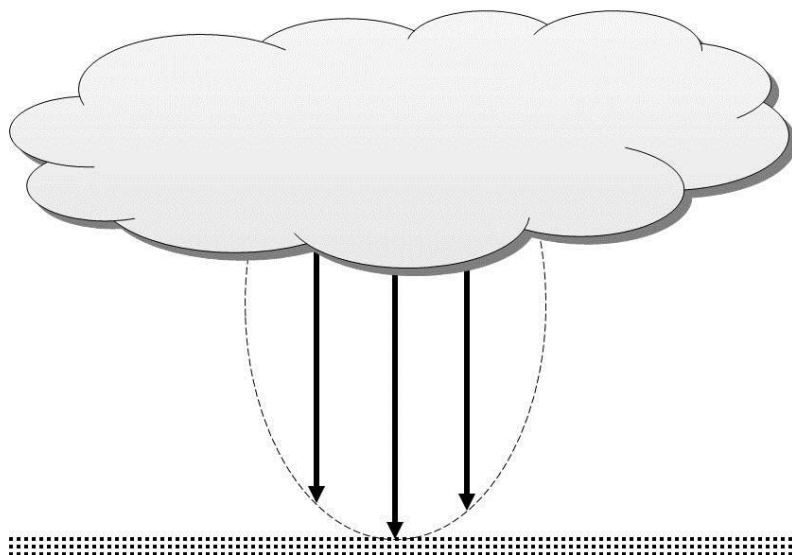
Mikroszkwiał jest zjawiskiem bardzo niebezpiecznym o ogromnym znaczeniu dla bezpieczeństwa operacji lotniczych, stąd informacja o jego wystąpieniu jest niezwykle pożądana dla Kontroli Ruchu Lotniczego (ATC), zwłaszcza podczas zabezpieczania fazy startu i lądowania, ze względu na możliwość wytrąceniem statku powietrznego z przyjętego toru lotu lub z ustalonej równowagi aerodynamicznej.

Zjawisko to powstaje, gdy słup powietrza na dużej wysokości ulega szybkiemu ochłodzeniu, spowodowanemu odparowywaniem lodu, śniegu lub deszczu, w wyniku czego wzrasta jego gęstość w stosunku do atmosfery co powoduje gwałtowne opadanie. Gdy słup zbliża się do ziemi, skierowane w dół powietrze rozchodzi się gwałtownie we wszystkie strony.

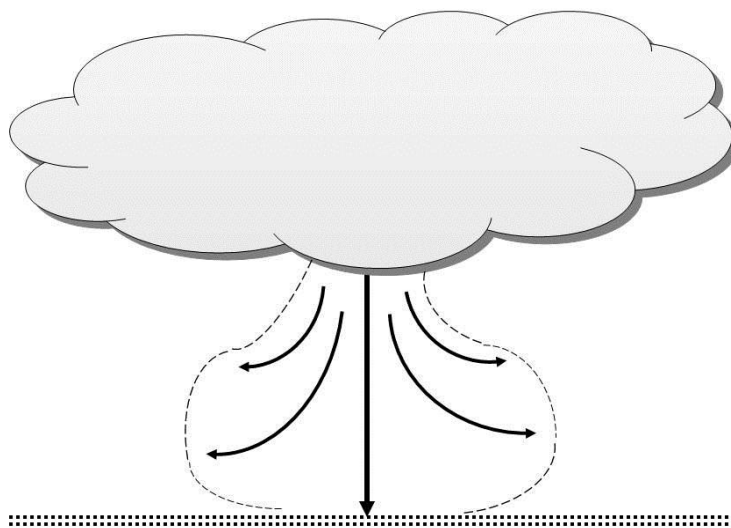


W "cyklu rozwojowym" mikroszkwałów można wyróżnić trzy etapy przez jakie przechodzi to zjawisko, są to: etap kontaktu, wybuchu i poduszki powietrznej.

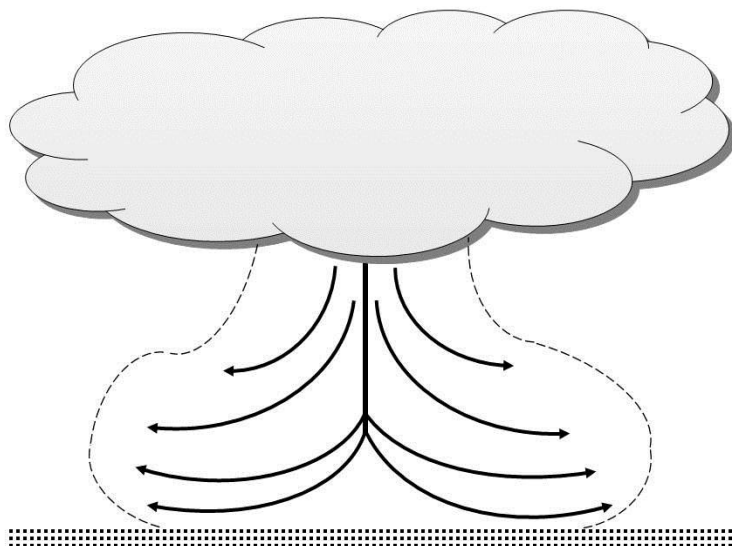
Etap 1 Początek mikroszkwału zaczyna się od opadania słupa powietrza od podstawy chmury. Powietrze to opadając przyspiesza i w ciągu kilku minut dociera do powierzchni lądu lub wody (etap kontaktu) uderzając z wielką siłą o tą powierzchnię. W czasie tego etapu obserwowane są największe prędkości wiatru.



Etap 2 W etapie wybuchu, zawirowane zimne powietrze po uderzeniu z wielką siłą o powierzchnię lądu lub wody, rozбивa się (rozplywa) z miejsca kontaktu z podłożem na wszystkie kierunki.



Etap 3 W ostatnim etapie rozplywające się na wszystkie kierunki powietrze jeszcze, przyspiesza i ulega zawirowaniu tworząc pierścień zawirowań. Strugi stykające się z powierzchnią lądu lub wody ulegają natomiast osłabieniu na skutek tarcia o podłoże. Zawirowanie wygasa w niewielkiej odległości od centrum zdarzenia czyli miejsca kontaktu z podłożem.



Zjawisko mikroszkwiału może być przedstawione jako intensywny, mikroskalowy pionowy opad powietrza, które dociera do powierzchni Ziemi i rozchodzi się poziomo w sposób cylindrycznie symetryczny.



Gdy dochodzi do takiego zjawiska i samolot przelatuje przez obszar występowania mikroszkwiału, mogą nastąpić niezwykle niebezpieczne zmiany prędkości i kierunku strumienia powietrza. Początkowo zwiększony wiatr od frontu (czołowy) z efektem podniesienia samolotu, następnie (w miarę przesuwania się w stronę opadającego słupa) następuje niespodziewana zmiana kierunku wiatru, od frontowego (czołowego) do „dołującego”, mogąca spowodować wystąpienie wiatru tylnego (od ogona) i utratę wznoszenia i wysokości.

Jeśli piloci nie są w stanie uciec mikroszkwiałowi i zmiany prędkości i kierunków wiatrów są duże, może dojść do katastrofy, ponieważ nie ma dostatecznie dużo czasu lub miejsca na manewrowanie podczas fazy startu czy lądowania, jako że samolot w pierwszej fazie jest blisko prędkości przeciągnięcia, a w drugiej moc silników jest zredukowana.

Poziome wahania prędkości wiatru bliskie bądź większe niż 30 – 45 kts (15–22 m/s) i pionowe zmiany większe niż 5 kts (2,5 m/s) są kwalifikowane przez pilotów jako silny uskok wiatru, a przy mikroszkwiałach prędkości mogą dochodzić do 80 i więcej węzłów (kts).

Wykrywanie a zwłaszcza prognozowanie uskoku wiatru jest trudne i nie zawsze możliwe głównie ze względu na krótkotrwałość i lokalny charakter zjawiska, tym trudniejsze jest to w przypadku mikroszkwiałów, których skala wynosi ok. 4 km.

W tym celu stosuje się metody bezpośrednie (sodary i radary dopplerowskie) oraz pośrednie (szacować można możliwość wystąpienia uskoku poprzez obserwację radarową i satelitarną chmur konwekcyjnych) i wnioskowanie z sytuacji synoptycznej.

Ponadto na lotniskach na których występowanie tego typu zjawisk jest częściej spotykane w celu osłony lotnictwa przed skutkami wystąpienia uskoku wiatru stosowane są różne rozwiązania.

Odczytywanie składowych wiatru, ich intensywności i kierunku, świadczy, że zjawiska uskoków i mikroszkwiałów można przewidywać i wykrywać za pomocą sensorów zainstalowanych na lotniskach bądź w ich pobliżu, wzdłuż ścieżki podejścia czy na początkowej ścieżce wznoszenia.

W tym celu m.in. na kilku krajowych lotniskach jak Pantelleria, Palermo, Genua i Reggio Calabria we Włoszech zostały zaprojektowane, stworzone i zainstalowane systemy automatycznego alarmowania o uskokach wiatru (automated windshear alarm system - AWAS).

System automatycznego alarmowania o uskokach wiatrów (AWAS), opracowany przez firmę Vitrociset, należy do klasy systemów alarmowania o małych uskokach (low-level wind shear alert system – LLWAS), opartych na algorytmie opatentowanym przez UCAR (University Corporation for Atmospheric Research) i zatwierdzonym przez

Federal Aviation Administration (FAA). Został zaprojektowany do identyfikacji i lokalizacji uskoków wiatru na terenie lotniska, zwłaszcza w predefiniowanym obszarze zwanym ARENA (arena noted for attention), kwalifikowanym jako najbardziej niebezpieczny obszar dla samolotów w fazach startu i lądowania.

Stosowany algorytm został opracowany, przy współfinansowaniu przez FAA, przez Weasleya, Wilsona i Cornmana, w Narodowym Centrum Badań Atmosferycznych (NCAR), w Boulder w stanie Colorado. Główne charakterystyki algorytmu są oparte na:

- wykrywaniu poziomych wiatrów na terenie lotniska; identyfikacji mikroszkwałów i uskoków w ARENIE;
- sprawozdaniach alarmowych z obszaru do 3 mil morskich od progu pasa startowego, ściśle powiązanych z pozycjami sensorów; szacowaniu składowych wiatru związanych ze zjawiskiem uskoków wzdłuż kierunku pasa startowego (zmiany prędkości wiatru na pasie startowym);
- szacowaniu punktu uderzenia uskoku podczas podejścia i odejścia;
- identyfikacji pozycji alarmów do jednej mili morskiej od pasa startowego; odświeżaniu obliczeń alarmowych o uskokach co 10 sekund;
- szacowaniu stosunku fałszywych alarmów (FAR – false alarm rate) równym 10% lub mniej (dla sensorów zlokalizowanych w standardowych pozycjach);
- szacowaniu prawdopodobieństwa wykrycia (POD – probability of detection) równym 90% lub więcej (dla sensorów zlokalizowanych na standardowych pozycjach), i
- tworzeniu alfanumerycznych wyników, zgodnie ze standardami FAA.

W skład AWAS wchodzi sieć anemometrów do detekcji wiatrów. System jest podzielona na dwa podsystemy: centralny - informacyjny oraz peryferyjny – pomiarowy. Podsystem centralny rozproszony w kilku komórkach operacyjnych, takich jak biuro odpraw załóg (ARO), pomieszczenie kontroli radarowej, wieża kontroli lotów (TWR), biuro meteorologiczne i pomieszczenie dla pilotów, połączonych przez sieć wewnętrzną - Ethernet LAN. Podsystem peryferyjny tworzą wszystkie odległe stacje wiatrowe (Wind Remote Stations - WRS) do detekcji wiatrów, rozmieszczone wokół strefy lotniska, zgodnie z wymogami zdefiniowanymi przez obliczenia.

Funkcją operacyjną centralnego podsystemu jest koncentracja i wykorzystanie pomiarów wiatrów, zebranych przez odległe stacje w celu:

- generowania na żądanie ostrzeżeń o uskokach wiatru;
- wyświetlania mapy graficznej ukazującej teren lotniska, na którym występuje zjawisko uskoku wiatru, oraz

- wyświetlania funkcjonalnego statusu wszystkich składowych systemu.

Funkcją operacyjną peryferyjnego podsystemu (WRS) jest wysyłanie wszelkich danych zebranych przez sensory anemometryczne i funkcjonalnych parametrów stacji do centralnego podsystemu. Dane te przesyłane są między WRS, a centralnym serwerem za pomocą bezprzewodowego wyposażenia radio-modemowego transmitującego i odbierającego na falach UKF przez wielokierunkowe lub sektorowe anteny UKF.

Dokładne pozycje odległych stacji wiatrowych są definiowane po dokładnej analizie, biorąc pod uwagę charakterystykę lotniska jak np. ilość pasów startowych, przeszkody, geografię otoczenia, jak również liczbę WRS.

Pozycja sensora wiatru w typowej konfiguracji i przy optymalnych warunkach środowiska może być użyta na lotniskach z tylko jednym pasem startowym. W przypadku obecności dwóch lub więcej pasów liczba i pozycja WRS musi zostać dopasowana do sytuacji.

W przypadku „Alarmu o Mikroszkwiałach” stosowany jest czerwony kolor do oznaczania zdarzenia, podczas gdy pomarańczowy kolor jest używany w przypadku „Alarmu o Uskokach Wiatru”. Korytarz powietrzny lub ścieżka powietrzna związana z progiem operacyjnym wypełniona jest kolorem zgodnym ze zgłoszonym alarmem. W przypadku przecinania się różnych kolorów, czerwony przeważa nad pozostałymi. Stosowane są międzynarodowe symbole pogodowe.

Dodatkowo, AWAS może zostać zintegrowany z terminalem radaru pogodowego Doppler (terminal Doppler weather radar - TDWR), ponieważ NCAR zapewniło specyficzny algorytm do integracji obu systemów, bądź z innym systemem detekcji w celu poszerzenia zasięgu monitorowania mikroszkwiałów/uskoków wiatru, jak również umożliwia to zwiększenie powierzchni ARENY poprzez proste dodanie jednostek WRS, które również mogą być zintegrowane z systemem.

Podobne rozwiązanie zostało zastosowane dla lotniska Kigali w Rwandzie. Ogłoszony w 2010 r. przez Ugandyjskie Ministerstwo Wody i Środowiska przetarg na dostarczenie i zainstalowanie systemu alarmowego nisko-poziomowych uskoków wiatru (AWAS) na Międzynarodowym Lotnisku Kigali został wygrany przez firmę Vitrociset.

Badania na lotnisku Kigali, przeprowadzone w połowie 2010, umożliwiło wstępne zaprojektowanie sieci sensorów dla lokalnego systemu AWAS.

Afrykański projekt został zrealizowany we współpracy z włoską spółką SIAP+MICROS, zapewniającą stacje WRS. Sieć sensorów w Kigali jest oparta na dziesięciu WRS, dwóch umiejscowionych na terenie lotniska i pozostałych ośmiu w jego pobliżu.