

Warszawa, dnia 6 sierpnia 2014 r.

Poz. 54

**WYTYCZNE Nr 11
PREZESA URZĘDU LOTNICTWA CYWILNEGO**

z dnia 6 sierpnia 2014 r.

**w sprawie ogłoszenia wymagań ustanowionych przez Organizację Międzynarodowego Lotnictwa
Cywilnego (ICAO) – Doc 9837**

Na podstawie art. 21 ust. 2 pkt 16 oraz art. 23 ust. 2 pkt 2 ustawy z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze (Dz. U. z 2013 r. poz. 1393 oraz z 2014 r. poz. 768) ogłasza się, co następuje:

§ 1. 1. W celu realizacji przepisów rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2008 r. w sprawie przepisów ruchu lotniczego (Dz. U. Nr 37, poz. 203 oraz z 2010 r. Nr 72, poz. 463) zaleca się stosowanie wymagań ustanowionych przez Organizację Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (ICAO) w Doc 9837 „Podręcznik Automatycznych Systemów Pomiarowych dla Lotnisk”, wydanie drugie.

2. Wymagania, o których mowa w ust. 1, określa załącznik do wytycznych.

§ 2. Wytyczne wchodzą w życie z dniem ogłoszenia.

wz. Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego
p.o. Wiceprezesa ds. Standardów Lotniczych

Maciej Kozłowski

Doc 9837

AN/454

Załącznik do wytycznych Nr 11
Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego
z dnia 6 sierpnia 2014 r.

Podręcznik Automatycznych Systemów Pomiarowych dla Lotnisk

Drugie wydanie – 2011

Międzynarodowa Organizacja Lotnictwa Cywilnego

Spis treści

Rozdział 1	Wprowadzenie	1-1
Rozdział 2	Objaśnienia terminów	2-1
Rozdział 3	Wiatr	3-1
3.1	Wprowadzenie	3-1
3.2	Metody pomiarowe	3-1
3.3	Algorytmy i komunikaty	3-2
3.4	Źródła błędów i obsługa	3-6
3.5	Kalibracja i obsługa	3-8
3.6	Lokalizacje pomiarów	3-8
Rozdział 4	Widzialność	4-1
4.1	Wprowadzenie	4-1
4.2	Metody pomiarowe	4-2
4.3	Algorytmy i komunikaty	4-3
4.4	Źródła błędów	4-6
4.5	Kalibracja i obsługa	4-7
4.6	Lokalizacje pomiarów	4-8
Rozdział 5	Widzialność wzdłuż drogi startowej	5-1
5.1	Wprowadzenie	5-1
5.2	Przekazywanie w komunikatach METAR/SPECI	5-1
Rozdział 6	Pogoda bieżąca	6-1
6.1	Wprowadzenie	6-1
6.2	Metody pomiarowe	6-1
6.3	Ograniczenia przyrządów	6-5
6.4	Algorytmy i komunikaty	6-5
6.5	Źródła błędów	6-12
6.6	Kalibracja i obsługa	6-14
6.7	Lokalizacja pomiarów	6-14
Rozdział 7	Zachmurzenie	7-1
7.1	Wprowadzenie	7-1
7.2	Metody pomiarowe	7-1

7.3	Algorytmy i komunikaty	7-3
7.4	Źródła błędów	7-5
7.5	Kalibracja i obsługa	7-9
7.6	Lokalizacja pomiarów	7-10
Rozdział 8	Temperatura powietrza i punktu rosy	8-1
8.1	Wprowadzenie	8-1
8.2	Metody pomiarowe	8-1
8.3	Źródła błędów	8-3
8.4	Lokalizacja pomiarów	8-4
Rozdział 9	Ciśnienie	9-1
9.1	Wprowadzenie	9-1
9.2	Algorytmy	9-1
9.3	Źródła błędów	9-2
9.4	Kalibracja i obsługa	9-3
9.5	Lokalizacja pomiarów	9-3
Rozdział 10	Informacje uzupełniające	10-1
Rozdział 11	Zintegrowane systemy pomiarowe	11-1
11.1	Kategorie zintegrowanych systemów pomiarowych	11-1
11.2	Obliczanie parametrów meteorologicznych	11-4
11.3	Archiwizowanie danych	11-5
11.4	Techniki gromadzenia danych	11-6
11.5	Sprawdzanie działania i obsługa	11-6
11.6	Częstość opracowywania	11-7
Rozdział 12	Obserwacje zdalne	12-1
12.1	Wprowadzenie	12-1
12.2	Metody pomiaru i ich możliwości	12-1
Rozdział 13	Zapewnienie jakości	13-1
Dodatek A	Algorytmy	A-1
Dodatek B	Specyfikacja przyrządów meteorologicznych dla automatycznych meteorologicznych systemów pomiarowych	B-1
Dodatek C	Bibliografia	C-1

Rozdział 1 WPROWADZENIE

1.1 Celem tego podręcznika jest pomoc w rozwoju i modernizacji automatycznych systemów pomiarowych dla lotnisk oraz zrozumienie charakterystyk i ograniczeń tych systemów. Podręcznik traktuje również o kontroli działania systemów, konserwacji i zapewnianiu optymalnych warunków ich działania.

1.2 Rozdziały w tym podręczniku są ułożone zgodnie z rodzajami parametrów i sposobami prezentacji, opisanymi w Załączniku 3 „Służba meteorologiczna dla międzynarodowej żeglugi powietrznej”, rozdział 4 i Dodatek 3.

1.3 Zamierzeniem tego podręcznika nie jest opisanie wszelkich możliwych metod pomiarowych, co szczegółowo opisane jest w publikacji „Przyrządy i obserwacje meteorologiczne” (WMO nr 8), która jest regularnie analizowana i aktualizowana, gdy zachodzi taka potrzeba. Niniejsza publikacja uwzględnia zapisy wymienionego podręcznika, ale opisuje tylko te aspekty, które są użyteczne lub specyficzne dla zakresu meteorologii lotniczej.

1.4 „Podręcznik zasięg widzialności wzdłuż drogi startowej, teoria i praktyka obserwacji i komunikatów” (Doc 9328) przedstawia wszelkie aspekty odnoszące się do widzialności wzdłuż drogi startowej (RVR) i, w znacznej większości, do widzialności. Dlatego niniejszy podręcznik nie rozpatruje tych elementów szczegółowo.

1.5 Automatyczne obserwacje zachmurzenia i pogody bieżącej są nowymi obszarami badań i jak dotąd nie spełniają wymagań wyrażonych w Załączniku 3. Wykorzystywane algorytmy ciągle ewoluują, co uniemożliwia ich standaryzację w chwili obecnej. W rezultacie ten podręcznik przedstawia tylko podstawowe zasady w tym temacie.

Rozdział 2 OBJAŚNIENIA TERMINÓW

Uwaga. – Poniższe określenia są oparte o uznane definicje naukowe, przy czym niektóre z nich zostały uproszczone tak, aby stały się zrozumiałe dla czytelników niebędących specjalistami. Zaakceptowane przez ICAO definicje są zaznaczone gwiazdką „*”, a definicje¹ uznawane przez WMO dwoma gwiazdkami „**”. Właściwe jednostki, jeżeli występują, podano w nawiasach.

Ceilometr Przyrząd do pomiaru wysokości podstawy warstwy chmur, z lub bez urządzenia zapisującego. Pomiar wykonywany jest poprzez obliczenie czasu powrotu impulsu światła laserowego odbitego od podstawy chmur.

Chmury konwekcyjne Chmury kłębiaste, których formowanie się w warstwie atmosfery powoduje niestabilność poprzez ogrzewanie podstawy lub ochładzanie wierzchołków.

Ciśnienie atmosferyczne Ciśnienie (siła na jednostkę powierzchni) wywierana przez powietrze na każdą powierzchnię z powodu jego ciężaru; jest równe ciężarowi pionowej kolumny powietrza znajdującej się nad jednostką powierzchnią i sięgającą górnej granicy atmosfery (hektopaskal, hPa).

Czujnik pogody bieżącej Czujnik mierzący fizyczne parametry atmosfery i wyliczający ograniczony zestaw pogody bieżącej. Czujnik zawsze uwzględnia opady występujące w momencie obserwacji.

Disdrometr Urządzenie służące do chwytania kropli ciekłych hydrometeorów i do mierzenia rozkładu ich średnic.

Iluminacja (E)** Strumień światła padający na jednostkę powierzchni (lux, lx).

Kontrast luminacji (C) Stosunek różnicy między luminacją obiektu i jego tła do luminacji tła (bezwymiarowy).

Luminacja (jasność fotometryczna) (L) Jest to intensywność świecenia dowolnej powierzchni w danym kierunku przez jednostkę tej powierzchni (kandela na metr kwadratowy, Cd/m²).

Magnetyczny kierunek wiatru Kierunek, w odniesieniu do magnetycznej północy, z którego wieje wiatr. Magnetyczny kierunek wiatru jest wykorzystywany w operacjach lotniczych i jest narzucony przez siatkę magnetyczną odnoszącą się do stosowanych urządzeń nawigacji lotniczej (stopnie).

Meteorologiczny zasięg optyczny (widzialność meteorologiczna - MOR)** Długość drogi w atmosferze konieczna do zredukowania strumienia światła skolimowanej wiązki z żarzącej się lampy o kolorze odpowiadającym 2700 K do 0,05 jego pierwotnej wartości. Strumień światła jest opisywany za pomocą funkcji jasności fotometrycznej przez Międzynarodową Komisją Iluminacji (CIE) (metr (m) lub kilometr (km)).

¹ Podręcznik przyrządów meteorologicznych i metod obserwacji (WMO nr 8)

2-2

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

Uwaga. – Zależność pomiędzy meteorologicznym zasięgiem widzialności i współczynnikiem ekstynkcji (dla progu kontrastu $\varepsilon=0,05$) i przy zastosowaniu wzoru Koschmieder'a wynosi: $MOR = -\ln(0,05)/\sigma \approx 3/\sigma$, gdzie MOR oznacza widzialność w określonych warunkach (patrz widzialność).

Miernik rozproszenia Przyrząd do szacowania współczynnika ekstynkcji, mierzący rozproszenie strumienia z wiązki światła przez cząsteczki obecne w atmosferze.

Natężenie światła (I)** Strumień światła na jednostkę kąta bryłowego (kandela, Cd).

Natężenie opadu Wskazanie wielkości zebranego opadu w jednostce czasu. Intensywność może być słaba, umiarkowana lub silna. Każda intensywność definiowana jest w zależności od rodzaju danego opadu i bazuje na wysokości opadu.

Rzeczywisty kierunek wiatru Kierunek, z którego wieje wiatr, mierzony zgodnie z ruchem wskazówek zegara, od północy geograficznej.

Wzór Allard'a Jest to równanie przedstawiające zależność iluminacji (E) wytwarzanej przez punktowe źródło światła o danym natężeniu (I), umieszczone prostopadłe do linii wzroku i w odległości (x) od tego źródła, w atmosferze o określonej przepuszczalności właściwej (T).

Uwaga. – Stosowane do określenia zasięgu widzialności świateł.

Wzór Koschmieder'a Zależność pomiędzy pozornym kontrastem luminacji (C_x) obiektu obserwowanego na tle nieba przez odległego obserwatora i z właściwym kontrastem luminacji (C_0), to znaczy takim kontrastem luminacji, jaki ten sam obiekt będzie miał przy obserwowaniu go na tle nieba z bardzo małej odległości.

Uwaga. – Stosowane do określania zasięgu widzialności obiektów w dzień.

Pogoda bieżąca Pogoda na stacji w czasie wykonywania obserwacji.

Próg czułości oka (E_T) Najmniejsze natężenie światła padające na oko, przy którym jego źródło staje się widzialne (lux, lx).

Przepuszczalność (t_b) Przepuszczalność światła przy znanej długości „b” ścieżki w atmosferze (bezwymiarowe).

Przepuszczalność właściwa (współczynnik przepuszczalności) (T) Pozostałość strumienia światła w wiązce promieniowania po przejściu ścieżki optycznej o długości jednostkowej w atmosferze (bezwymiarowe).

Radar meteorologiczny Radar przystosowany do celów meteorologicznych. Rozproszenie fal elektromagnetycznych, o długości fali od kilku milimetrów do kilku centymetrów, przez krople deszczu i kropelki chmur jest wykorzystywane do określenia odległości, rozmiaru, kształtu, lokalizacji, przemieszczania i fazy (ciekłej i stałej), jak również intensywności opadów. Inna z aplikacji jest stosowana do wykrywania zjawisk w czystej atmosferze poprzez rozproszenie przez owady, ptaki, itp. oraz zmienności współczynnika załamania.

QFE Ciśnienie atmosferyczne zredukowane do elewacji lotniska (lub progu drogi startowej) (hektopaskale, hPa).

QNH Ciśnienie atmosferyczne zredukowane do średniego poziomu morza (MSL) przy wykorzystaniu standardowego profilu atmosfery ICAO (hektopaskal, hPa).

Rozdział 2. Objaśnienia terminów

2-3

Sieć wykrywania wyładowań Sieć detektorów wykrywających wyładowania, przekazująca w czasie rzeczywistym do komputera centralnego lokalizację błysków wyładowań, w wyniku zestawienia informacji z każdego z czujników.

Temperatura powietrza Temperatura wskazywana przez termometr wystawiony na oddziaływanie powietrza, w miejscu osłoniętym przed bezpośrednim promieniowaniem słonecznym (stopnie Celsjusza, °C).

Temperatura punktu rosy Temperatura, do której objętość powietrza musi zostać ochłodzona, przy stałych ciśnieniu i wilgotności, aby osiągnąć saturację; dalsze ochładzanie powoduje kondensację (stopnie Celsjusza, °C).

Transmisjometr Przyrząd do bezpośredniego pomiaru przepuszczalności pomiędzy dwoma punktami w przestrzeni, tzn. nad drogą o określonej długości lub nad linią bazową.

Widzialność* Dla celów lotniczych widzialnością jest większa z:

- a) największa odległość, z jakiej czarny obiekt o odpowiednich wymiarach, usytuowany nad gruntem, może być dostrzeżony i rozpoznany, jeżeli obserwowany jest na jasnym tle;
- b) największa odległość, z jakiej światło o natężeniu 1000 Cd może być dostrzeżone i zidentyfikowane na nieoświetlonym tle.

Uwaga. – Te dwie odległości będą miały różne wielkości w powietrzu o danym współczynniku ekstynkcji, wartość b) zależy od oświetlenia tła, podczas gdy a) jest widzialnością meteorologiczną (MOR).

Widzialność przeważająca* Największa wartość widzialności obserwowana zgodnie z jej definicją, jaka występuje na obszarze minimum połowy kręgu horyzontu lub co najmniej na połowie obszaru lotniska. Obszar ten może obejmować ciągle i nieciągle sektory (metry, m, kilometry, km).

Uwaga: – Wartość ta może być oszacowana na podstawie obserwacji wzrokowych i/lub przyrządowych. Jeżeli zainstalowane są przyrządy, wówczas używa się ich do otrzymania najlepszego oszacowania widzialności przeważającej.

Zasięg widzialność wzdłuż drogi startowej (RVR)* Odległość, z której pilot samolotu znajdującego się nad osią drogi startowej może zobaczyć oznakowanie tej drogi lub światła obrysowujące ją, lub zidentyfikować jej oś (metry, m).

Wielkość zachmurzenia Część nieboskłonu zakryta przez chmury o określonym pochodzeniu, określonego gatunku, odmiany, warstwy lub kombinacja chmur.

Współczynnik ekstynkcji (σ)** Miara osłabienia strumienia światła w skolimowanej wiązce, emitowanej przez żarzące się źródło światła o kolorze odpowiadającym temperaturze 2700 K, podczas przechodzenia przez jednostkę odległości w atmosferze. (przez metr, m-1)

Uwaga 1. – Współczynnik jest miarą osłabienia zarówno z powodu absorpcji jak i rozproszenia.

Wysokość podstawy chmur Najniższy poziom chmury lub warstwy chmur (metry, m lub stopy, ft).

Wyświetlacz dedykowany Wyświetlacz połączony z czujnikiem, przeznaczony do dostarczania bezpośredniej wizualizacji zmiennej operacyjnej.

Rozdział 3 WIATR

3.1 WPROWADZENIE

3.1.1 Wiatr ma bezpośredni wpływ na samoloty. Kierunek przeważającego wiatru jest brany pod uwagę przy planowaniu nowej drogi startowej. Wiatr czołowy determinuje kierunek startów i lądowań, a wiatr prostopadły zmusza pilota do kompensowania znoszenia.

3.1.2 Istotną charakterystyką wiatru jest jego zmienność w czasie i przestrzeni. Piloci muszą zostać uprzedzeni o warunkach dotyczących wiatru na lotnisku, zwłaszcza w trakcie podchodzenia do lądowania i odlotów. Zmienność czasowa powoduje, że konieczne jest zdefiniowanie licznych parametrów dotyczących wiatru: średniej, minimalnej i maksymalnej wartości. Zmienność przestrzenna w większości odnosi się do zmienności czasowej i może, na przykład, prowadzić do względnego przemieszczania się porywów (jak zmarszczki na powierzchni wody). Efekt ten można odnieść również do efektu powodowanego ukształtowaniem terenu lotniska lub jego otoczenia, lub obecnością przeszkód. Z tych powodów Załącznik 3 „Służba meteorologiczna dla międzynarodowej żeglugi powietrznej” zaleca, aby obserwacje wiatru dla komunikatów lokalnych były reprezentatywne dla strefy przyziemienia (dla samolotów przylatujących) i dla całej drogi startowej (dla samolotów odlatujących), co prowadzi czasami do instalacji wielu czujników.

3.2 METODY POMIAROWE

3.2.1 Pomiary wiatru wykorzystywane do prowadzenia operacji lotniskowych są prowadzone przy pomocy anemometrów. Najbardziej popularnymi anemometrami rotacyjnymi są anemometry czasowe i śmigłowe, których prędkość obrotu jest synchroniczna z prędkością wiatru; są one połączone z wiatrowskazami. Charakterystyka tych przyrządów jest dobrze zdefiniowana w „Podręczniku przyrządów meteorologicznych i metod obserwacji” (WMO nr 8). Dla tych przyrządów stała czasowa jest równa stałej odległości, charakterystycznej dla danego anemometru, podzielonej przez prędkość wiatru. Dla stałej odległości 5 m, stała czasowa przy prędkości 10 m/s (20 kt) wynosi 0,25 sekundy. Wartości ekstremalne prędkości wiatru są liczone za okres 3 sekund, jak to zaleca Załącznik 3 i WMO nr 8 i dlatego mogą one być mierzone przez anemometry czasowe lub śmigłowe.

3.2.2 Istnieją również czujniki ultradźwiękowe i statyczne podgrzewane. Dostępność czujników ultradźwiękowych na rynku rośnie, ponieważ nie mają one części ruchomych, ale są bardziej złożone pod względem technicznym oraz mają własny system odladzający, lepszy niż w większości czujników obrotowych. Czujniki ultradźwiękowe mają również krótką stałą czasową i mogą dokonywać pomiarów wiele razy w ciągu sekundy. Jednak bardzo istotnym jest zintegrowanie tych pomiarów w okresy 3-sekundowe w celu obliczenia wartości ekstremalnych kierunku i prędkości tak, aby wartości ekstremalne nie były zależne od ilości próbek pomiarowych.

3-2

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

3.3 ALGORYTMY I KOMUNIKATY

3.3.1 Wartości średnie prędkości

3.3.1.1 Istnieje kilka metod obliczania średniej prędkości wiatru. Dla każdej stałej, wektor wiatru jest dostępny i charakteryzują go prędkość i kierunek.

3.3.1.2 Istnieje możliwość obliczenia średniego wektora wiatru w danym okresie poprzez obliczenie średnich komponentów północno/południowego i wschodnio/zachodniego dla każdego chwilowego wektora wiatru i przez wyciągnięcie prędkości i kierunku z tego średniego wektora wiatru. Ten typ obliczeń może wydawać się logicznym, wynikającym z natury informacji (wektor), ale ma on kilka wad:

- a) Zależy on od aktualnej dostępności kierunku. Jeżeli wskaźnik wiatru w używanym anemometrze ulegnie awarii, parametr „prędkość wiatru” nie będzie dostępny.
- b) Matematycznie może prowadzić do średniego wektora wiatru równego zero, choć chwilowe wektory wiatru nie będą zerowe, w rezultacie zmian kierunku wiatru. Przypadek ten jest jednak tylko teoretyczny, zwłaszcza że takie zmiany wiatru skutkują znaczącą nieciągłością, jeżeli prędkość wiatru jest wystarczająco wysoka. Tym niemniej, zmniejszenie średniego wektora wiatru jest możliwe, jeżeli następują zmiany kierunku wiatru przy małych prędkościach.
- c) W przeszłości, gdy nie istniało wyposażenie elektroniczne do obliczania wektorów, używano innych metod obliczania. Stosowano czasową integrację modułów wiatru chwilowego z zapisami.

3.3.1.3 Istnieje również możliwość obliczenia oddzielnie średniej prędkości wiatru, wykorzystując tylko prędkości chwilowe, poprzez obliczenie średniego współczynnika chwilowych wektorów wiatru. Metoda ta ma kilka zalet:

- a) Nie wymaga kierunku i awaria wskaźnika wiatru nie powoduje braku wyliczonego parametru prędkości, jeśli jest wymagane podanie prędkości wiatru bez kierunku i odwrotnie.
- b) Jest łatwa do wprowadzenia.
- c) Jest bliższa technikom obliczeniowym wykorzystywanym w przeszłości.

Wadą tego rozwiązania jest to, że daje średni wektor wiatru, który różni się od wektora średniej wiatrów chwilowych.

3.3.1.4 ICAO i WMO nie przedstawiły jeszcze zalecanych metod obliczeniowych, ponieważ prawdopodobnie oba sposoby są używane na świecie i obliczanie wektora powoduje problemy na niektórych obszarach. W nowoczesnych systemach obliczanie wektora nie jest problemem, zwłaszcza odkąd są one wymagane dla średniego kierunku. Różnice między wynikami obu metod są minimalne, jeśli zmiany kierunku wiatru są nieliczne, ale stają się wielkie, gdy kierunek wiatru wykazuje wielką zmienność. Jeżeli prędkość przekracza 5 m/s (10 kt), następuje znacząca nieciągłość. Jeżeli prędkość jest mniejsza od 5 m/s (10 kt), różnice (w wartościach absolutnych) pomiędzy obiema metodami pozostają minimalne.

3.3.2 Średnie wartości kierunku

3.3.2.1 Podobnie dla średnich wartości kierunków, obliczenia mogą być wektorowe lub skalarne (średni kierunek z kierunków), ale skalarna średnia kierunków ma znaczącą wadę w przypadku nieciągłości kierunków pomiędzy 350° i 010° . Średnia kierunków zmieniających się od 350° do 10° nie może wynosić 180° . Można uniknąć tego problemu poprzez wprowadzenie dryfu kierunków, na przykład przez rozważenie kierunku 370° zamiast 10° , ale zastosowanie takiego dryfu, który zależy od rzeczywistych mierzonych kierunków, może być trudne i może powodować błędy w określonych warunkach.

3.3.2.2 Przykład algorytmu odczytującego kierunek wiatru (1) jest podany w Załączniku A.

3.3.2.3 Jako zasadę generalną rekomenduje się, aby przeprowadzać obliczenia wektorowe, wykorzystując jedną z dwóch metod:

- a) obliczając średni wektor wiatru i jego kierunek; lub
- b) obliczając średni wektor wiatru, wykorzystując wektory chwilowe jednostek modułowych i kierunek równy zmierzonemu kierunkowi. Ta metoda obliczeń jest w jakiś sposób prostsza niż obliczanie aktualnego średniego wektora wiatru. Dopóki nie występują znaczące zmiany prędkości wiatru, daje ona porównywalne rezultaty, podczas gdy istotne zmiany prędkości wiatru skutkują znaczącą nieciągłością.

3.3.3 Obliczanie wartości średniej

Niezależnie czy obliczany jest wektor czy skalar, termin „średni” należy rozumieć jako średnią arytmetyczną w danym okresie czasu.

3.3.4 Obliczanie wartości ekstremalnych

3.3.4.1 Załącznik 3 wymaga, aby wartość ekstremalna prędkości i kierunku były liczone za okres 3 sekund. Wartości te powinny być liczone przy użyciu próbek pomiarowych wykonywanych co 250 ms (milisekund); jednak jest zalecane, aby te wartości były liczone przy użyciu próbek mierzonych przynajmniej co 1 s. Obliczenia powinny być wykonane, gdy podstawowe próbki staną się dostępne (np. co 250 ms lub przynajmniej co 1 s); nie powinny być wykonywane co 3 sekundy dla okresów 3-sekundowych, ponieważ obliczenia będą uzależnione od obliczenia okna czasowego dla fluktuacji prędkości wiatru, które mogą być krótsze niż 3-sekundowy okres.

3.3.4.2 Dla pomiarów chwilowych równie ważne jest, aby były one reprezentatywne dla całego okresu oddzielającego dwa pomiary. Jeżeli okres ten wynosi 500 ms, pomiar powinien być reprezentatywny dla wiatru podczas tych 500 ms. Przypadek ten dotyczy zazwyczaj anemometrów obrotowych, których system pomiarowy zlicza ilość obrotów w danym okresie, a nie odnosi się do czujników z szybszym tempem pomiarowym.

3-4

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

3.3.5 Obliczanie wartości średnich za okres 2 i 10 minut

Dla komunikatów lokalnych okres uśredniania wynosi 2 minuty. Dla komunikatów METAR/SPECI okres obliczeniowy to zazwyczaj 10 minut, ale może być krótszy w przypadku znaczącej nieciągłości.

3.3.6 Algorytm znaczącej nieciągłości

3.3.6.1 Załącznik 3 definiuje znaczącą nieciągłość jako: „Znacząca nieciągłość występuje, gdy następuje gwałtowna i utrzymująca się zmiana kierunku wiatru o 30° lub więcej, przy prędkości wiatru wynoszącej 5 m/s (10 kt), przed lub po zmianie, lub następuje zmiana prędkości wiatru o 5 m/s (10 kt) lub więcej, trwające przynajmniej dwie minuty”.

3.3.6.2 Przykłady algorytmów znaczącej nieciągłości (2 i 3) są podane w Dodatku A.

3.3.6.3 Gdy znacząca nieciągłość zostaje zaobserwowana, okres uśredniania dla wiatru reprezentatywnego (pierwsze 2 minuty rosnące stopniowo do 10 minut) musi być użyty również do znalezienia wartości ekstremalnych prędkości i kierunku.

3.3.7 Prędkość minimalna i maksymalna

3.3.7.1 Wartości ekstremalne prędkości wiatru muszą zostać obliczone przy użyciu wartości reprezentujących 3 sekundowe okresy w czasie przyjętego okresu (zazwyczaj 10 minut, ale także 2 i 10 minut po znaczącej nieciągłości). Wartości ekstremalne mogą być obliczane dla kolejnych okresów 1-minutowych, a następnie przeliczane dla właściwego okresu czasu.

3.3.7.2 Prędkość maksymalna wiatru jest włączana zarówno do komunikatów lokalnych jak i komunikatów METAR/SPECI, jeżeli różnica między prędkością maksymalną i średnią za okres 10 minut (lub krótszy okres czasu po znaczącej nieciągłości) jest równa lub wyższa o 5 m/s (10 kt), w tym przypadku wartość minimalna prędkości jest również włączana do komunikatów lokalnych. Należy odnotować, że różnica 2,5 m/s (5 kt) pomiędzy prędkością maksymalną i średnią powinna być używana, gdy stosowana jest procedura obniżania hałasu, zgodnie z „Procedurami służb żeglugi powietrznej – zarządzanie ruchem lotniczym (PANS-ATM, Doc 4444, 7.2.3).

3.3.7.3 Sztucznie wywołane porywy lub wzbudzone wiry, przez gazy wylatujące z silników odrzutowych, mogą przypadkowo wpływać na pomiary wiatru. Należy za wszelką cenę unikać mierzenia tych sztucznych porywów poprzez prawidłowe usadowienie czujników (patrz opis montowania czujników w 3.4.2). Jednakże prawidłowa lokalizacja czujników może nie być możliwa na wielu lotniskach. W takim przypadku takie sztuczne porywy są nie do uniknięcia, można jednak je wykrywać i, jeśli to jest konieczne, usuwać w czasie rzeczywistym stosując w ostateczności automatyczny algorytm. Przykład takiego algorytmu do wykrywania i usuwania sztucznych porywów (4) jest podany w Dodatku A.

3.3.8 Ekstremalne kierunki wiatru

3.3.8.1 Sektor zmienności 3-sekundowego średniego kierunku jest ograniczony przez dwie wartości ekstremalne kierunku, obliczone w okresie poprzedzających 10 minut (czas rosnący) i może być definiowany co minutę, przy wykorzystaniu 3-sekundowego średniego kierunku, obliczanego, gdy tylko dane zostaną odebrane. Kierunki te są umieszczane w histogramie kierunku z rozdzielczością 10° .

3.3.8.2 Sektor można znaleźć w dwóch kolejnych krokach, wykorzystując kierunek średniego wiatru w ciągu danych 10 minut. Krok pierwszy jest to szukanie pierwszej wartości granicznej przez skanowanie histogramu kierunków w stronę przeciwną ruchom wskazówek zegara. Krok drugi to szukanie drugiej wartości skrajnej przez skanowanie histogramu w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara. W obu krokach poszukiwane granice to kierunek na histogramie przyległy do sektora z dwoma kolejnymi kierunkami o wartości zero. Jeżeli warunki określające wystąpienie jednej lub więcej granic nie są spełnione (sektor 360°), to sektor pozostaje nieokreślony.

3.3.8.3 Te poszukiwania są zazwyczaj przeprowadzane na okresach 10-minutowych. Po znaczącej nieciągłości okres przeszukiwany jest skrócony do 2 minut, a następnie stopniowo rośnie, do 10 minut. Kierunek wiatru jest przekazywany jako zmienny, jeśli kierunek wiatru zmienia się zgodnie z kryteriami określonymi w Załączniku 3.

3.3.9 Przekazywanie informacji o kierunku wiatru w komunikatach lokalnych i komunikatach METAR/SPECI

Kierunek wiatru kodowany w komunikatach METAR/SPECI i w komunikatach lokalnych jest podawany jako rzeczywisty kierunek wiatru, tzn. w odniesieniu do północy geograficznej. Jednakże kierunek wiatru przekazywany pilotom, przez automatyczny terminal służby informacyjnej (ATIS), jest podawany jako magnetyczny kierunek wiatru. Różnica pomiędzy przekazywanymi kierunkami magnetycznym i geograficznym wiatru zależy od lokalizacji lotniska w stosunku do magnetycznego Bieguna Północnego. Różnica jest czasami mała, porównywalna z 10° dokładnością szyfrowania, ale może osiągać 20° lub 30° w rejonach wyższych szerokości, osiągając nawet 180° na biegunach magnetycznych. Dlatego należy unikać wszelkich dwuznaczności dotyczących kierunku między służbą wykonującą obserwacje i użytkownikami lotniczymi. Szczególnie ważne dla kontrolerów jest aby unikać przeprowadzania konwersji w pamięci, używając wartości wyświetlanych w odniesieniu do północy geograficznej. Od kontrolerów przekazujących kierunek wiatru pilotom wymaga się podania kierunku magnetycznego wiatru; dlatego wyświetlacze służby kontroli ruchu (ATS) powinny automatycznie dokonywać przekształcenia kierunku wiatru z rzeczywistego (odniesionego do północy geograficznej) na magnetyczny.

3.3.10 Zmiany parametrów

3.3.10.1 Wiatr jest parametrem bardzo zmiennym w czasie (porywy) i przestrzeni. W rezultacie istnieją różnice w wymaganiach dotyczących ekspozycji czujników używanych dla komunikatów METAR/SPECI i tych, używanych dla komunikatów lokalnych. Czujniki do obserwacji wiatru przyziemnego dla komunikatów METAR/SPECI powinny być usytuowane tak, aby wskazać warunki reprezentatywne wzdłuż całej drogi startowej (na lotniskach z jedną drogą startową (DS)) lub dla kompleksu dróg startowych (tam, gdzie jest więcej DS niż jedna). Jednakże czujniki dla komunikatów lokalnych (przekazywane samolotom startującym i lądującym) powinny być posadowione tak, aby dać najlepsze możliwe wskazanie warunków wzdłuż DS (np. strefy przyziemienia i wznoszenia). Na lotniskach, gdzie ukształtowanie terenu lub przeważające warunki pogodowe powodują istotne różnice w wietrze przyziemnym w poszczególnych sektorach DS, należy zainstalować dodatkowe czujniki. Czujniki nie powinny być montowane w pobliżu przeszkód, które mogą wpływać na pomiary. Przeszkody są źródłem turbulencji i mogą powodować, że kierunki wiatru będą bardziej zmienne, prowadząc do niepotrzebnego zgłaszania zmienności wiatru, z powodu przekroczenia kryterium wartość 60° , wygenerowaną sztucznie, ponieważ czujnik jest umieszczony zbyt blisko przeszkody.

3.3.10.2 Jeżeli występują porywy, prędkość wiatru może gwałtownie rosnąć i zmniejszać się, co tłumaczy istotność obserwacji zarówno maksymalnych jak i minimalnych prędkości wiatru. Jak bardzo prędkość wiatru zmieni się, zależy od warunków pogodowych i od szorstkości otaczającego terenu; szorstka powierzchnia generuje większe zmiany. Średnio, stosunek wiatru maksymalnego do średniego w okresie 10 minut jest bliski 1,5, a stosunek wiatru minimalnego do średniego jest bliski 0,7.

3.3.10.3 Zmienność wiatru przy dużych prędkościach może powodować chęć używania wiatru chwilowego, ponieważ odnosi się wrażenie, że będzie on dużo dokładniej oddawał warunki rzeczywiste; to wrażenie jest fałszywe i wiatru chwilowego nie należy wykorzystywać (Załącznik 11, 4.3.6.1g)).

3.4 ŹRÓDŁA BŁĘDÓW I OBSŁUGA

3.4.1 Czujniki

3.4.1.1 W czujnikach mechanicznych łożyska mogą ulec zużyciu, co podniesie próg zadziałania. Taki wzrost może powodować problemy przy słabych wiatrach, ale słaby wiatr nie wpływa na operacje lotnicze. Przy większych prędkościach wzrost progów zadziałania nie powoduje problemów, ponieważ moment obrotowy wytwarzany przez obracające się czasze lub śmigła jest proporcjonalny do kwadratu prędkości, zatem szybko i znacznie przekroczy opór odpowiadający progowi zadziałania. Jeżeli wartość progowa to 2 m/s (4 kt), to dla prędkości 10 m/s (20 kt) moment obrotowy będzie 25 razy większy. Tym niemniej, ścieranie może ewentualnie spowodować zablokowanie anemometru lub wiatrowskazu.

3.4.1.2 Jednym ze sposobów monitorowania kondycji łożysk jest sprawdzenie progów zadziałania. Można to zrobić w laboratorium, co powoduje konieczność wymiany czujnika

Rozdział 3. Wiatr

3-7

jednopunktowego. Do monitorowania łożysk można zastosować prostszy sposób – w osłoniętym od wiatru miejscu (w pojeździe lub budynku) anemometr otrzymuje impuls, a następnie mierzy się czas potrzebny do zatrzymania obrotów. Jeżeli łożyska są zużyte, obroty ustaną znacznie szybciej niż w przypadku czujnika w dobrym stanie. Minimalny czas potrzebny do zatrzymania, który wskaże, że łożyska są w dobrym stanie, zależy od typu anemometru. Metoda jest prosta i niezawodna i może być stosowana do wiatromierzy śmigłowych po zastąpieniu śmigieł czaszami (by zmniejszyć opór aerodynamiczny i zwiększyć bezwładność osi obrotu).

3.4.1.3 Innym istotnym źródłem błędów czujników mechanicznych jest akumulacja marznących lub zamarzniętych opadów na ruchomych częściach. Jeżeli mokry śnieg przywiera do obracających się czasz, podawana prędkość wiatru jest znacząco zaniżona. Takie warunki mogą również wywoływać błędy w kierunku wiatru poprzez znaczne zwiększenie masy wiatrowskazu, zmniejszając jego czułość na zmiany. Podobnie, opady marznące mogą zakłócić pomiar prędkości wiatru i kierunku poprzez unieruchomienie ruchomych części. Do metod stosowanych do rozwiązywania tych problemów wlicza się podgrzewanie różnych elementów przyrządów, oprócz tego dane są zatrzymywane lub oznaczane, gdy podejrzewa się błędy lub gdy są one prawdopodobne.

3.4.1.4 Czujniki statyczne mogą być monitorowane w komorach bezwietrznych (w które czasami czujniki są pakowane), dostępne w katalogach producenta.

3.4.2 Posadowienie czujników

3.4.2.1 Anemometry powinny być ustawiane tak, aby dostarczać reprezentatywnych pomiarów wiatru na lotnisku. Wskazówki dotyczące posadowienia anemometrów można znaleźć w:

- a) Podręczniku praktycznej meteorologii lotniczej (Doc 8896), Dodatek 2;
- b) Przyrządach i obserwacjach meteorologicznych (WMO nr 8), Część I, rozdział 5;
- c) Wskazówkach do obserwacji meteorologicznych i systemów dystrybucji informacji dla meteorologicznej osłony lotnictwa (WMO nr 731), rozdział 2.

3.4.2.2 Przy lokalizacji anemometrów w obrębie lotniska należy uwzględnić zasady ograniczeń przeszkodowych (patrz 3.6).

3.4.2.3 Zalecenia ICAO dotyczące wysokości pomiaru (około 10 m) są kompromisem pomiędzy umieszczeniem czujnika wystarczająco wysoko, aby uniknąć efektów powierzchni (jak wyhamowanie) i wysokości instalacji, która jest praktyczna i bezpieczna w środowisku lotniska. Istotne jest zainstalowanie czujnika w miejscu pozbawionym przeszkód. Jako minimum zaleca się, aby każdy przyrząd mierzący wiatr był instalowany w odległości równej lub większej 10-krotnej wysokości otaczających przeszkód.

3.4.2.4 Czujniki nie mogą w żadnym wypadku być montowane na dachach budynków takich jak wieża kontroli, ponieważ same budynki wpływają na przepływ powietrza, przyspieszając jego prędkość na poziomie dachu lub szczytu budynku. Dla czujnika zainstalowanego 2 lub 3 metry nad wieżą kontroli prędkość zwiększa się o 30 %. Przeszacowanie prędkości zależy od kierunku wiatru i rzeczywistej pozycji czujnika w odniesieniu do krawędzi i kształtu dachu.

3.4.2.5 Ponieważ czujniki powinny być zainstalowane w pobliżu drogi startowej (dróg startowych), aby uzyskać reprezentatywny pomiar wiatru, należy dołożyć wszelkich starań,

3-8

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

aby miejsce posadowienia było w minimalnym stopniu narażone na sztuczne porywy, np. z powodu wylotów gazów z silników odrzutowych lub wzbudzanych wirów (patrz 3.3.7.3).

3.4.3 Orientacja czujników

3.4.3.1 Czujnik pomiaru wiatru musi być zorientowany w kierunku północy geograficznej, aby wskazania kierunku były prawidłowe. Obudowa czujnika odgrywa rolę w określaniu łatwości zorientowania czujnika w kierunku północnym. Stabilność złączy musi również zostać sprawdzona, aby czujnik z czasem nie zaczął zmieniać orientacji.

3.4.3.2 Aby był dostęp do czujnika, łączenia masztu często pozwalają na jego składanie. Maszt powinien mieć znacznik, prawidłowo zorientowany w kierunku północnym. Można to sprawdzić używając kompasu magnetycznego ustawionego równoległe ze znacznikiem i zainstalowanym w tym samym miejscu co czujnik wiatru lub wiatrowskaz. Bez zachowania ostrożności całkiem możliwy jest błąd współliniowości przekraczający 10°.

3.5 KALIBRACJA I OBSŁUGA

3.5.1 Dla anemometrów obrotowych charakterystyki reakcji są w istotny sposób powiązane z charakterystykami czasz lub śmigieł i wiatrowskazów. Łożyska muszą być regularnie sprawdzane i wymieniane w miarę potrzeb. Gdy łożyska są w dobrym stanie, wzrokowa kontrola czasz lub śmigieł może być wystarczającą kontrolą anemometru. Tanim sposobem zapewnienia dobrego stanu czasz lub śmigieł jest prewencyjna wymiana tych elementów w regularnych odstępach czasu (np. co 2 lata).

3.5.2 Można również używać silnika o znanej prędkości obrotowej w celu sprawdzenia osi obrotowego anemometru, co pozwala na sprawdzenie przetwornika czujnika.

3.5.3 Dla anemometrów statycznych miejscem sprawdzania jest komora bezwietrzna. Stabilność charakterystyk zakresów pomiarowych zależy od konstrukcji czujnika. Sprawdzenie odpowiedzi czujnika na zakres pomiarowy może być przeprowadzone tylko w tunelu wiatrowym. Dla wiatromierzy ultradźwiękowych stosuje się normę 16622 Międzynarodowej Organizacji Standaryzacji (ISO).

3.5.4 Orientacja wiatrowskazu musi być kontrolowana regularnie. Jeżeli maszt nosi oznaczenie orientacji i jego konstrukcja gwarantuje stabilność orientacji, prosta kontrola wzrokowa może wystarczyć. To wymaga, oczywiście, aby czujnik był zaprojektowany w taki sposób, aby zapewnić, że wskaźnik orientacji jest współliniowy ze znacznikiem na czujniku; jakość i stabilność orientacji zależy w dużym stopniu od konstrukcji czujnika.

3.6 LOKALIZACJE POMIARÓW

3.6.1 Pomiary, co oczywiste, nie mogą być prowadzone na drodze startowej i ważne jest, aby postępować zgodnie z przepisami ograniczeń przeszkodowych z Załącznika 14 –

Rozdział 3. Wiatr

3-9

„Lotniska”, Tom I, rozdział 8 oraz „Podręcznik służb lotniskowych” (Doc 9137), Część 6. Minimalna odległość 10-metrowego masztu o konstrukcji łamliwej w stosunku do osi drogi startowej to 90 m. Maszt musi być posadowiony w tej strefie tylko, jeżeli jest to absolutnie konieczne; w większości przypadków 10-metrowy maszt powinien znajdować się w odległości 220 m od osi drogi startowej. Kryteria te są przedstawione bardziej szczegółowo na Rysunku 3-1.

3.6.2 Zwielokrotnione czujniki wiatru są zalecane dla lotnisk podatnych na zmiany pogody w wyniku oddziaływania terenu, bryzy morskiej lub lądowej, dla lotnisk rozległych obszarowo itd. Pomiary wiatru dla każdej z dróg startowych również zapewnia bardziej kompleksowy obraz warunków na drogach startowych, do startów i lądowań, a także zapewnia zapas w przypadku awarii czujnika.

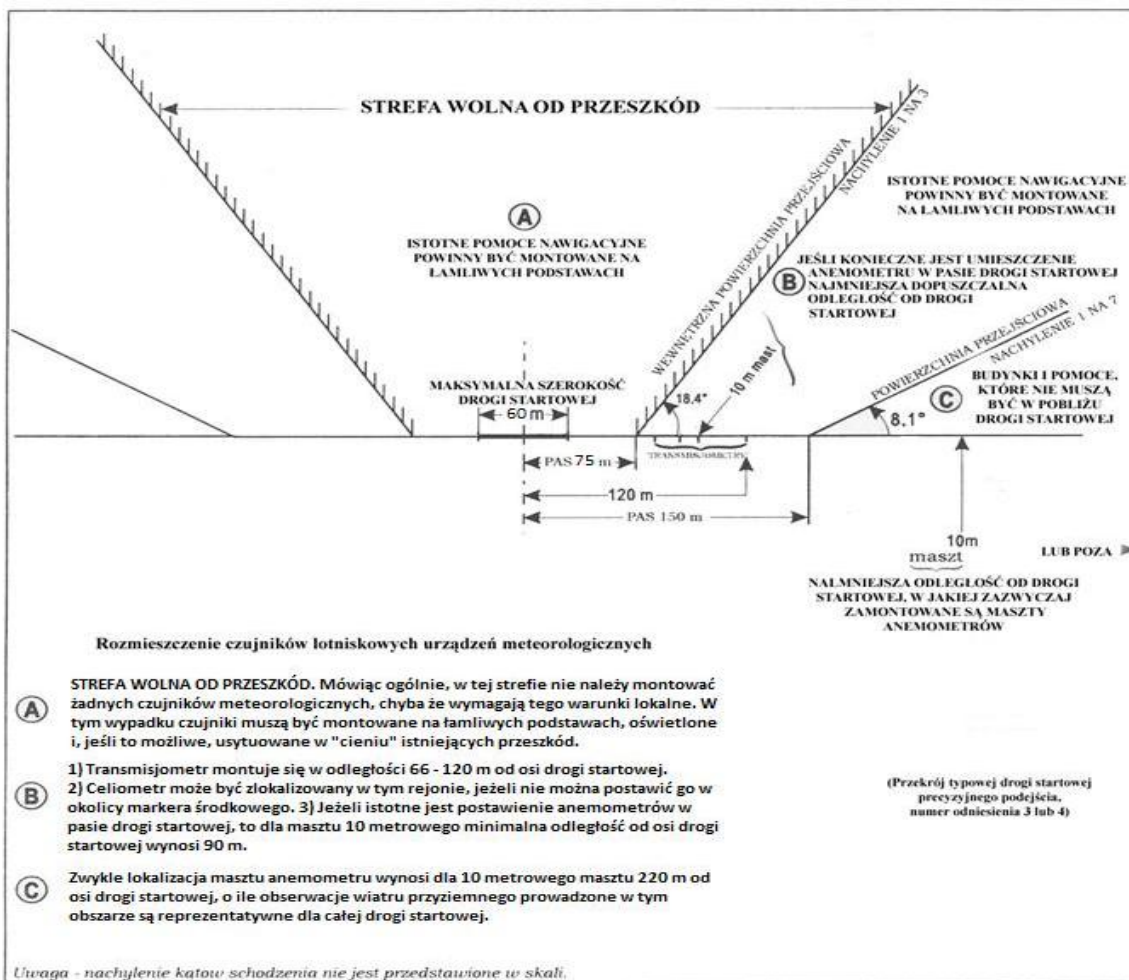
3.6.3 Dla komunikatów METAR/SPECI pomiar wiatru musi być reprezentatywny dla drogi startowej lub kompleksu dróg. Jeżeli na lotnisku jest jednopunktowy pomiar wiatru, jest on wykorzystywany zarówno do komunikatów lokalnych i komunikatów METAR/SPECI.

3.6.4 Przy wielu czujnikach jeden z nich, uważany za najbardziej reprezentatywny dla drogi startowej lub dla kompleksu dróg, jest używany do komunikatów METAR/SPECI. W praktyce taki czujnik jest wybierany w czasie planowania systemu pomiarowego. Pomiary, które są zbyt specyficzne dla proggu drogi startowej i z tego powodu są przeznaczone specjalnie dla tego proggu z powodu specyfiki warunków lokalnych i nie są reprezentatywne dla otoczenia lotniska, nie powinny być wybierane.

3.6.5 Przy wielu czujnikach dla systemu obserwacyjnego będzie użyteczna akceptacja pomiaru z innego odpowiedniego anemometru w przypadku, gdy czujnik używany dla komunikatów METAR/SPECI zawiedzie.

3-10

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach



Rysunek 3-1. Powierzchnie ograniczeń przeszkodowych

Rozdział 4 WIDZIALNOŚĆ

4.1 WPROWADZENIE

4.1.1 Widzialność jest krytycznym parametrem dla operacji lotniczych. Słaba widzialność, poniżej zaaprobowanego minimum samolotu i certyfikatu załogi lotniczej, może uniemożliwić statkowi powietrznemu korzystanie z drogi startowej. Pomoce wzrokowe (repery) oraz przyrządy do lądowania i startu są specyficznym ustawiane w celu zminimalizowania tych ograniczeń operacyjnych.

4.1.2 Definicja widzialności dla celów lotniczych to:

„Widzialnością, dla celów lotniczych, jest większa z:

- a) największa odległość, z jakiej czarny obiekt o odpowiednich wymiarach, usytuowany nad gruntem, może być dostrzeżony i rozpoznany, jeżeli obserwowany jest na jasnym tle;
- b) największa odległość, z jakiej światło o natężeniu 1000 Cd może być dostrzeżone i zidentyfikowane na nieoświetlonym tle.

Uwaga. – Te dwie odległości będą miały różne wielkości w powietrzu o danym współczynniku ekstynkcji, wartość b) zależy od oświetlenia tła, podczas gdy a) jest meteorologicznym zasięgiem widzialności (MOR – widzialność meteorologiczna).”

4.1.3 Widzialność w komunikacie METAR/SPECI musi być reprezentatywna dla lotniska, które zajmuje rozległy obszar, na którym mogą mieć miejsce istotne zmiany widzialności i dlatego zaszła konieczność opracowania syntetycznego sposobu opisanie tych zmian. Poprawka 73 do Załącznika 3 wprowadziła „widzialność przeważającą” (odnośnik w rozdziale 2).

4.1.4 „Podręcznik zasięg widzialność wzdłuż drogi startowej, teoria i praktyka obserwacji i komunikatów” (Doc 9328) opisuje zjawiska atmosferyczne ograniczające – widzialność, różne algorytmy i przyrządy pomiarowe; kwestie te nie będą tutaj omawiane szczegółowo.

4.1.5 Wyróżniające charakterystyki automatycznych obserwacji widzialności są połączone z możliwymi zmianami przestrzennymi widzialności.

4.1.6 Dla celów lotniczych zakres pomiarowy widzialności rozciąga się od 25 m do 10 km. Wartości większe od 10 km są przekazywane jako 10 km. Dlatego czujnik musi być w stanie mierzyć wartości powyżej 10 km lub wskazywać, że pomiar jest większy lub równy 10 km.

4.1.7 Dolny limit jest obecnie odniesiony do rozdzielczości 50 m wymaganej w komunikatach. Przyrządy pomiarowe często mają rozdzielczość mniejszą od 50 m przy słabej widzialności. Załącznik 3 określa, że wartości widzialności powinny być zaokrąglane w dół, do najbliższego stopnia meldunkowego, co oznacza, że wartość widzialności 45 m będzie przekazana jako 0 m. Zatem każdy pomiar widzialności poniżej 50 m powinien zostać zakodowany jako 0 m, podczas gdy pomiar widzialności pomiędzy 50 m i 100 m powinien zostać zakodowany jako 50 m.

4-2

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

4.2 METODY POMIAROWE

4.2.1 Mierniki rozproszenia czołowego są wystarczającymi do szacowania zakresu pomiarowego widzialności.

4.2.2 Mierniki rozproszenia tylnego, które generalnie są bardziej czułe na rodzaje cząsteczek rozpraszających (mgła, pył, piasek, deszcz i śnieg) nie powinny być stosowane, za wyjątkiem tych, które potrafią zidentyfikować te cząsteczki i uwzględnić je w obliczeniach.

4.2.3 Transmisjometry mają zasięg pomiarowy odnoszący się do ich bazy (odległości pomiędzy nadajnikiem i odbiornikiem). Baza ta została zaadoptowana do zakresu RVR (od 50 do 1500 lub 2000 m), który jest za krótki do mierzenia widzialności powyżej 10 km. Istnieją jednak transmisjometry o podwójnej bazie, które mogą pokryć większy zakres pomiarowy.

4.2.4 Są także systemy prototypowe, które używają kamery i automatycznie analizują obraz rozpoznając (lub nie rozpoznając) ustalone repery. Przewagą tej techniki jest to, że jest podobna do obserwacji wykonywanych przez człowieka i umożliwia oszacowanie całkowitej widzialności, jej minusem jest odwoływanie się do punktów referencyjnych. Nieprzerwane funkcjonowanie w szerokim zakresie oświetlenia jest trudnym zadaniem, gdy usiłuje się uniknąć blasku słońca. W nocy można korzystać tylko z reperów oświetlonych, a więc muszą one istnieć. Obecnie nie wykorzystuje się operacyjnie żadnego z tych systemów.

4.2.5 Nie wszystkie czujniki dostępne na rynku pracują z taką samą dokładnością; w rzeczywistości mogą w ich działaniu występować istotne różnice, zwłaszcza w czasie opadów. Rozdział 9, Doc 9328, opisuje jedną z metod wykorzystywanych do testowania czujników pomiarowych widzialności.

4.2.6 Obliczanie widzialności dla potrzeb lotnictwa wymaga również pomiaru oświetlenia tła, który wykonywany jest przez czujnik oświetlenia tła. Doc 9328, 9.1.5 opisuje czujnik niezbędny do obliczenia RVR. Jeżeli jest on zainstalowany, to może zostać użyty do obliczenia widzialności. Jeżeli system RVR nie jest zainstalowany na lotnisku, to trzeba zamontować oddzielny czujnik oświetlenia tła. Często jest on połączony z widzialnościomierzem (miernikiem rozproszenia), aby zapewnić czujnikowi zasilanie, często jego wsparcie i czasami komponenty elektroniczne widzialnościomierza. Należy odnotować, że czujniki używane obecnie w automatycznych obserwacjach widzialności, jak to zdefiniowano w Załączniku 3, służą również do obliczania parametrów RVR.

4.2.7 Gdy czujnik oświetlenia tła jest używany do obliczania widzialności, musi być umieszczony w taki sposób, aby nie był oświetlany bezpośrednim światłem (zwłaszcza z lamp drogi startowej) i przez słońce. Spełniając te warunki, pojedynczy pomiar oświetlenia może być wykorzystywany dla wszystkich punktów pomiarów widzialności przez przyrządy. Tym niemniej, w przypadku wielu punktów pomiaru widzialności zaleca się, aby drugi czujnik oświetlenia tła został zainstalowany na wypadek awarii pierwszego.

4.2.8 Ilość używanych czujników widzialności i ich rozmieszczenie przestrzenne zależy od charakterystyki widzialności na danym lotnisku. W tym celu należy przestudiować czynniki lokalne i klimatologiczne. Gdy na lotnisku jest używany system wielu czujników, w praktyce każdy z nich powinien być przypisany do sektora/obszaru lotniska, aby można było obserwować minima i zmiany w widzialności. Liczba używanych czujników i poprawność ich rozmieszczenia przestrzennego powinna zostać uzgodniona przez służbę meteorologiczną ze służbą ATS, operatorami i innymi zainteresowanymi.

4.3 ALGORYTMY I KOMUNIKATY

4.3.1 Wprowadzenie

4.3.1.1 Obliczenia widzialności dla potrzeb lotnictwa oparte są na wzorze Koschmieder'a (kontrast widzialności) i wzorze Allard'a (widzialność źródeł światła).

4.3.1.2 Metody obliczeń i wzory są opisane szczegółowo w Doc 9328 i dotyczą zakresu od 20 m do 10 km, przy natężeniu ustawionym na 1000 kandeli. Obliczenia te są znacznie prostsze niż wyliczanie RVR, gdzie pod uwagę trzeba brać natężenie oświetlenia w wielu punktach (światła wzdłuż krawędzi i osi drogi startowej) oraz w obszarach przejściowych, obejmujących kierunkowość światła i straty efektywności oświetlenia poza optymalną osią.

4.3.1.3 Przykład algorytmu dotyczącego widzialności (5) podano w Dodatku A.

4.3.2 Zmiany widzialności

4.3.2.1 Wszystkie obecnie stosowane czujniki mierzą bezpośrednio, lub pośrednio, współczynnik ekstynkcji σ , w niewielkiej objętości atmosfery. Wykorzystując transmisjometrię, atmosfera jest próbkowana wzdłuż dłuższej drogi bazy transmisjometru, której długość wynosi kilka dziesiątków metrów. W obu przypadkach część atmosfery wykorzystana do pomiaru znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie czujnika. Uzyskiwane wyniki meteorologicznego zasięgu widzialności (MOR) rzędu setek metrów lub kilometrów wydaje się bezsensowne, ponieważ analizowana atmosfera nie znajduje się w odległości kilometrów; jednak pomiar jest reprezentatywny dla dużych odległości widzialności tylko wtedy, gdy widzialność jest jednorodna, co zazwyczaj ma miejsce.

4.3.2.2 W widzialnościomierzach sygnał optyczny podczas dobrej widzialności jest bardzo słaby, ale porównania wielu przyrządów udowodniły, że określone czujniki są zdolne do pomiaru widzialności w dobrych warunkach (około 10 km i więcej), z dobrą porównywalnością i powtarzalnością.

4.3.2.3 Jednak przy przestrzennych zmianach widzialności wskazania dostarczane przez czujnik są reprezentatywne tylko dla miejsca posadowienia.

4.3.2.4 Dla komunikatów lokalnych zaleca się, aby widzialność była reprezentatywna dla warunków wzdłuż drogi startowej, dla samolotów odlatujących i dla strefy przyziemienia drogi startowej dla samolotów przylatujących. Przyrządy usytuowane wzdłuż drogi startowej i jej progu są bardzo dobrze posadowione, aby być reprezentatywnymi dla tych stref. Zatem lokalna reprezentacja pomiarów przyrządowych jest właściwa. Obserwator nie ma takich samych możliwości w czasie obserwacji, gdy widzialność jest słaba i/lub niejednorodna, ponieważ obserwator rzadko jest zdolny do zobaczenia wszystkich rozważanych obszarów.

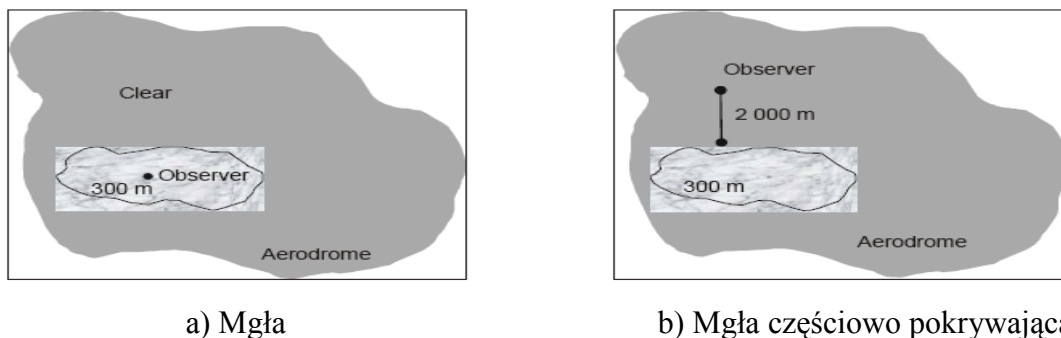
4.3.3 Widzialność w komunikatach METAR/SPECI

4-4

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

4.3.3.1 Dla komunikatów METAR/SPECI zaleca się, aby widzialność była reprezentatywna dla lotniska i, jeżeli to jest możliwe, zawierała wskazanie kierunku przy zmianach. Widzialność, którą należy przekazywać, to widzialność przeważająca (patrz rozdział 2). Gdy widzialność nie jest jednakowa we wszystkich kierunkach i gdy najniższa widzialność jest inna niż widzialność przeważająca i jest mniejsza od 1500 m lub mniejsza niż 50 % widzialności przeważającej i mniejsza od 5000 m, najniższa widzialność powinna zostać przekazana, wraz ze wskazaniem kierunku, w odniesieniu do lotniska.

4.3.3.2 Przewaga z obserwacji wykonywanych przez obserwatora wynika z faktu, że stacja meteorologiczna ma wyznaczone repery widzialności i obserwacja jest oparta na obejrzeniu ogromnej objętości atmosfery. Jednak istnieją ograniczenia dotyczące efektywności spostrzegania obiektów lub światła przez ludzkie oko. Na przykład, jak to pokazano na Rysunku 4-1 a), jeżeli stacja meteorologiczna i obserwator znajdują się w obszarze objętym mgłą, z widzialnością 300 m, to obserwator nie widzi niczego w odległości większej od 300 m. Bez przyrządów zatem nie jest świadomy warunków widzialności poza 300 m, dlatego widzialność reprezentatywna dla całego lotniska jest nieznana. Odwrotnie, jeżeli mgła pokrywająca częściowo lotnisko znajduje się w odległości 2000 m od obserwatora, jak to pokazano na Rysunku 4-1 b), a reper widzialności jest oddalony również o 2000 m, obserwator poda widzialność 2000 m, pomimo tego, że widzialność w ławicy mgły jest znacznie mniejsza (na przykład 300 m, podawane przez przyrząd).



a) Mgła

b) Mgła częściowo pokrywająca lotnisko

Rysunek 4-1. Przykłady błędów podczas obserwacji

4.3.3.3 Dlatego jest istotne, aby zrozumieć, że obserwacje widzialności wykonywane przez obserwatora i przyrządy są porównywalne, tylko gdy atmosfera jest jednorodna. Gdy sytuacja jest inna, to zarówno obserwator jak i obserwacje przyrządowe mają swoje ograniczenia.

4.3.3.4 Koncepcja widzialności przeważającej i sposobu jej ustalenia przy pomocy systemów automatycznych może zostać wyjaśniona przy pomocy Tabel 4-1 i 4-2. W przypadku jednego czujnika tylko jedna wartość widzialności może być przekazana, bez możliwości podania kierunkowych zmian widzialności (NDV); dlatego skrót „NDV” powinien być dołączany do wartości widzialności „przeważającej” przekazywanej w komunikatach.

4.3.3.5 Tabela 4-2 przedstawia cztery przykłady w jaki sposób przekazywać widzialność z systemów automatycznych używających pięciu czujników, które są usytuowane wzdłuż dróg startowych i w różnych sektorach w odniesieniu do punktu referencyjnego lotniska, jak to pokazano w kolumnie pierwszej. Przykład 1 przedstawia prosty przypadek, w którym pomiary z wszystkich czujników są podobne i stąd widzialność wokół takiego lotniska będzie

Rozdział 4. Widzialność

4-5

jednorodna. W tym przypadku wartość mediany ($V3 = 3422$ m) powinna być użyta jako widzialność przeważająca i przekazana jako 3400 m. Wartość mediany jest używana zamiast wartości średniej, aby zagwarantować, że widzialność przeważająca przedstawia w danej chwili rzeczywistą wartość obserwowanej widzialności na części lotniska. W innym przypadku mogłoby dojść do przekazania wartości, która nie była bezpośrednio obserwowana w żadnej części lotniska.

4.3.3.6 Przykład 2 pokazuje sytuację, gdzie odczyty z pięciu czujników są podzielone na dwie grupy, tzn. trzy odczyty w zakresie 3300 do 3500 m i dwa w zakresie 2400 do 2500m. Jeżeli jednak założymy, że każdy z czujników pokrywa sektor tej samej wielkości, to definicja widzialności przeważającej sugeruje, że widzialność będzie nadal przekazywana jako wartość mediany (3333 m, które zostaną przekazane jako 3300 m).

4.3.3.7 Przykłady 3 i 4 pokazują sytuacje, gdy zarówno widzialność przeważająca jak i widzialność minimalna powinny zostać przekazane. Przykład 3 to seria pomiarów wraz z jednym pomiarem poniżej wartości krytycznej 1500 m. W tym przypadku widzialność przeważająca powinna być przekazana jako 1900 m (wartość mediany $V3$) wraz z widzialnością minimalną 1300 m. Przykład 4 przedstawia podobną sytuację, gdzie najniższy odczyt 1611 m jest mniejszy o 50 procent od wartości widzialności przeważającej 3333 m (wartość mediany $V3$). W tym przypadku zarówno widzialność przeważająca jak i widzialność minimalna powinny zostać przekazane jako 3300 m i 1600 m, odpowiednio.

4.3.3.8 Przykłady omówione powyżej zawierały założenie, że każdy używany czujnik przedstawia taką samą część rozważanego lotniska (np. 20 procent każdy) i dlatego każdy jest wart tyle samo w przeprowadzonych obliczeniach. W niektórych przypadkach lokalny klimat lotnisk może wskazywać, że czujniki mogą być reprezentatywne dla obszarów tworzenia się mgieł lub po prostu mogą pokrywać obszary ważniejsze operacyjnie dla lotniska. Takie rozważania należy prowadzić w oparciu o indywidualne podstawy. W takich przypadkach będzie konieczne ustanowienie procentowego obszaru lotniska, który nominalnie jest osłaniany przez każdy z czujników. Postępując w ten sposób widzialność przeważającą można określić wykorzystując jej definicję, która wymaga, aby widzialność przeważająca była tą wartością widzialności, która jest obserwowana na przynajmniej połowie obszaru lotniska.

4.3.3.9 Załącznik 3 zastrzega również, że jeżeli widzialność zmienia się gwałtownie i nie można określić widzialności przeważającej, należy przekazywać tylko widzialność najmniejszą. Ten przypadek dotyczy tylko widzialności szacowanej przez człowieka, ponieważ systemy automatyczne są w stanie zawsze określić widzialność przeważającą.

4-6

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

Rysunek 4-1. Ustalenie widzialności przeważającej z jednym do pięciu czujników

Widzialność minimalną można również przekazać, zgodnie z kryteriami z Załącznika 3, Dodatek 3, 4.2.4.4.

Liczba czujników	Obserwowane wartości widzialności (uwaga: $V1 < V2 < V3 < V4 < V5$)	Widzialność przeważająca do przekazania
1*	V1	V1
2	V1, V2	V1
3	V1, V2, V3	V2
4	V1, V2, V3, V4	V2
5	V1, V2, V3, V4, V5	V3

* Gdy nie można określić zmian kierunkowych, po wartość widzialności należy umieścić „NDV” (zmiany kierunkowe niedostępne).

Rysunek 4-2. Przykłady przekazywania widzialności w depeszy METAR i SPECI, mając pięć czujników

Czujnik (i jego lokalizacja*)	Przykład 1	Przykład 2	Przykład 3	Przykład 4
Czujnik 1 (SE)	3333	3333	1357	3333
Czujnik 2 (NW)	3455	3455	1850	4455
Czujnik 3 (NE)	3372	3372	1900	2844
Czujnik 4 (NE)	3422	2400	2026	1611
Czujnik 5 (SW)	3520	2424	1977	3520
Widzialność, którą należy przekazać	3400	3300	1900 1300SE	3300 1600NE
* W odniesieniu do punktu referencyjnego lotniska				

4.4 ŹRÓDŁA BŁĘDÓW

Przestrzenna zmienność widzialności jest głównym źródłem błędów, gdy widzialność nie jest jednorodna. Faktycznie taką widzialność za każdym razem trzeba porównać pomiędzy poszczególnymi przyrządami lub między obserwatorem i przyrządem. Doc 9328, rozdział 9 opisuje metody przeprowadzania ewaluacji oraz metody wykrywania przestrzennej niejednorodności poprzez analizę widzialności chwilowych.

4.5 KALIBRACJA I OBSŁUGA

4.5.1 Przyrządy muszą być kalibrowane regularnie, zgodnie z instrukcjami fabrycznymi. Zazwyczaj zaleca się, aby przyrząd był sprawdzany co 6 miesięcy, a doświadczenie pokazuje, że ustawienia pozostają stabilne w czasie takiego okresu. Kalibracja widzialnościomierza jest oparta na wykorzystaniu płytki rozpraszającej (lub płytek), powodujących stałe rozproszenie sygnału. Zależność poziomu sygnału od widzialności powinna być zdefiniowana przez pomiar rozproszenia, powodowanego przez płytkę czujnika, który jest regularnie porównywany z transmisjometrem wzorcowym w różnych warunkach pogodowych. Proces ten jest opisany w Doc 9328, rozdział 8.

4.5.2 Jest bardzo ważne, aby unikać wszelkich niepotrzebnych refleksów optycznych, powodujących w widzialnościomierzu wzrost rozproszenia sygnału i dlatego wskazania MOR są zbyt niskie. Zjawisko to powodują zazwyczaj sieci pajęczne. Dlatego powierzchnie optyczne muszą być sprawdzane znacznie częściej niż wykonywana jest kalibracja. Wiele modeli sprawdza zanieczyszczenie własnych powierzchni optycznych i jest w stanie poinformować system o spadku wydajności lub że powierzchnie optyczne wymagają oczyszczenia. Widzialnościomierze powinny być zdolne do wykrycia zablokowania ścieżki optycznej, ponieważ mała wartość sygnału jest interpretowana jako bardzo dobra widzialność, co prowadzi do potencjalnie niebezpiecznych warunków.

4.5.3 Ważnym jest również zapobieganie niepożądanym refleksom ze strony roślin. Należy dołożyć starań, aby teren otaczający był czysty i pozbawiony roślin przyciągających owady, które mogłyby wlatywać w objętość pomiarową. Innym sposobem uniknięcia tych problemów jest umieszczenie objętości pomiarowej wysoko nad gruntem, co rzeczywiście jest zalecane (wysokość pomiaru powinna wynosić około 2,5 m, co jest również wysokością wykorzystywaną przy szacowaniu RVR).

4.5.4 Czujnik oświetlenia tła używany do obliczeń widzialności musi również być czyszczony i kalibrowany regularnie, zgodnie z instrukcją fabryczną. Niepewność pomiaru wynosząca 10 procent jest wartością akceptowalną.

4.5.5 Śnieg zalegający na gruncie również wpływa na pomiar rozproszonego sygnału, ponieważ wzmacnia sygnał ciągły odbierany przez odbiornik widzialnościomierza. W przypadku zalegania dużych ilości śniegu, jego powierzchnia nie może znajdować się zbyt blisko objętości rozpraszania. Ważnym jest usuwanie śniegu z otoczenia czujnika i/lub instalacja czujnika wystarczająco wysoko, by uniknąć zanieczyszczeń powodowanych przez śnieg.

4.5.6 Gdy na gruncie zalega śnieg, powstaną istotne błędy, jeżeli na skutek niskiej lub wysokiej zamieci śnieg dostanie się on do objętości rozproszenia. W miejscach narażonych na takie warunki, głowice pomiarowe powinny być unoszone wyżej.

4.5.7 Niska i wysoka zamieć śnieżna może oblepiać głowice optyczne widzialnościomierzy. Przyrządy zazwyczaj mają mechanizm podgrzewający, aby uniknąć takiej blokady, ale ilość dostarczanego ciepła może być niewystarczająca w warunkach ekstremalnych. Dlatego ważne jest czyszczenie głowic ze śniegu. W takich warunkach niebezpieczeństwo polega na tym, że ograniczenie ścieżki optycznej spowoduje redukcję rozproszonego sygnału i, co za tym idzie, przeszacowanie MOR. Niektóre czujniki zostały zaprojektowane tak, aby wskazywać takie okoliczności.

4-8

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

4.5.8 Istnieje ograniczona liczba testów przygotowanych dla systemów widzialnościomierzy w warunkach wysokiej zamieci pyłowej lub piaskowej. Brak danych o odpowiedniej jakości w kombinacji z niepewną zależnością pomiędzy widzialnościomierzem i ekstynkcją powodowaną przez litometeory może prowadzić do powstawania błędów w takich warunkach. Typowe litometeory będą wykazywały wyższy stopień pochłaniania niż oczekuje się od hydrometeorów.

4.6 LOKALIZACJE POMIARÓW

4.6.1 Czujniki powinny być zainstalowane w obszarze najbardziej reprezentatywnym dla obszaru operacyjnego lotniska. Można to zrobić opierając się na warunkach klimatologicznych (informacje o zmianach kierunkowych widzialności, uzyskane z dawnych komunikatów) i lokalnych (np. obecność wody, która może być źródłem redukcji widzialności oraz budynków, które mogą tworzyć granice sektorów). Takie lokalizacje muszą również uwzględniać zalecenia producenta i, co najważniejsze, nie mogą znajdować się zbyt blisko budynków. Łatwość dostępu do obsługi czujników i połączenie do systemu zbierania danych także będzie czynnikiem mającym znaczenie przy wyborze lokalizacji czujnika.

4.6.2 Jeżeli zainstalowana jest większa liczba czujników, zazwyczaj najlepiej jest oceniać warunki widzialności w strefie lądowania i startu. Lokalizacje przy progach dróg startowych wykorzystywanych do pomiarów RVR są dlatego najlepsze. Lokalizacja jest opisana w Załączniku 3 i w Doc 9328, rozdział 5. W rzeczywistości ten sam czujnik, zwłaszcza widzialnościomierz, może być używany do określania RVR i widzialności.

4.6.3 Jeżeli na lotnisku znajduje się obszar, który szczególnie jest podatny na niepożądane warunki widzialności, jak strefa sprzyjająca adwekcji mgły, zaleca się, aby czujniki były instalowane na tych obszarach.

Rozdział 5

WIDZIALNOŚĆ WZDŁUŻ DROGI STARTOWEJ

5.1 WPROWADZENIE

5.1.1 „Podręcznik zasięg widzialności wzdłuż drogi startowej, teoria i praktyka obserwacji i komunikatów” (Doc 9328) obejmuje wszelkie aspekty dotyczące RVR. Dlatego w niniejszym dokumencie nie będą one omawiane.

5.1.2 Załącznik 3 ustala, że widzialnościomierze mogą być używane do pomiaru współczynnika ekstynkcji, wykorzystywanego do obliczenia RVR. W przeciwieństwie do większości transmisjometrów, widzialnościomierz może również pokryć zakres pomiarowy widzialności. Zatem jest naturalnym i zalecanym wykorzystywanie pomiarów z widzialnościomierzy do wyliczania zarówno RVR jak i widzialności. To oczywiście wymaga, aby widzialnościomierze były instalowane zgodnie z normami i zalecanymi metodami postępowania z Załącznika 3.

5.2 PRZEKAZYWANIE W KOMUNIKATACH METAR/SPECI

Gdy RVR jest kodowane w komunikatach METAR/SPECI, Załącznik 3 zaleca włączanie tylko wartości reprezentatywnej lub reprezentatywnych dla strefy przyziemia, to znaczy dla progów udostępnionego do lądowań na będącej w użyciu drodze startowej. Ponieważ służby lotniskowe, a nie służba meteorologiczna, określają, które drogi startowe są używane, służba MET musi posiadać informację, który z progów do lądowania jest w użyciu. W systemach w pełni automatycznych (lub funkcjonujących okresowo w trybie całkowicie automatycznym), system nie wie, który próg lub progi są używane. W takich przypadkach RVR przekazywane jest dla maksymalnie czterech oprzyrządowanych progów w komunikatach METAR/SPECI, jeżeli występują warunki wymagające danych RVR (widzialność lub RVR poniżej 1500 m).

Rozdział 6 POGODA BIEŻĄCA

6.1 WPROWADZENIE

6.1.1 Pogoda bieżąca musi być obserwowana zarówno dla potrzeb komunikatów lokalnych jak i komunikatów METAR/SPECI. Minimalne wymagania nakazują rozpoznawanie opadów, opadów marznących (wraz z ich intensywnością), mgły, mgły marznącej oraz burzy (łącznie z burzą odległą). Niektóre z warunków pogodowych, jak opady marznące, mają ogromne znaczenie dla pilotów i operacji lotniskowych. Pogoda bieżąca czasami wpływa na operacje w sposób pośredni – na przykład gdy widzialność zmniejsza się lub gdy występują porywy wiatru – niemniej są one nadal przekazywane. Warunki powodujące wydanie lokalnego komunikatu specjalnego lub komunikatu SPECI dotyczą opadów marznących, opadów umiarkowanych lub silnych, burz i zjawisk zmniejszających widzialność, jak wysoka zamieć śnieżna i niska zamieć piaszkowa.

6.1.2 Czujniki wykorzystywane do automatycznych obserwacji pogody bieżącej są obecnie w fazie rozwojowej. Istnieje kilka rodzajów, opartych na różnych zasadach fizycznych, co pozwala oczekiwać, że ich działanie i możliwości będą coraz lepsze. Jednakże obecnie systemy automatyczne nie są zdolne do przekazywania informacji o wszystkich rodzajach pogody bieżącej.

6.1.3 Czujniki rozpoznające nie są zazwyczaj stosowane bezpośrednio, ale są łączone z innymi parametrami, aby ograniczyć błędy i podnieść możliwości ich rozpoznawania i prezentowania rodzajów pogody bieżącej (na przykład opad opisywany jako „ciekły” przy temperaturze niższej od $-0,5^{\circ}\text{C}$ jest prawie zawsze opadem marznącym). Stąd algorytmy stosowane w czujnikach pogody bieżącej mają znaczenie krytyczne.

6.1.4 Walidacja działania systemów automatycznych jest procesem złożonym, ponieważ:

- a) obserwator, często wykorzystywany jako element odniesienia, jest omylny;
- b) niektóre zjawiska występują bardzo rzadko, co powoduje, że skalibrowanie czujnika i określenie statystyki jego działania jest trudne. Na szczęście, najbardziej intensywne ze zjawisk pogody bieżącej są najłatwiejsze do identyfikacji i często są najbardziej istotne dla prowadzenia operacji.

6.2 METODY POMIAROWE

6.2.1 Wprowadzenie

6.2.1.1 Istnieje wiele zasad pomiarów i wiele przyrządów te pomiary wykonujących, ale liczba dostawców jest niewielka. W latach 1993 – 1995 WMO porównało wszystkie czujniki

6-2

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

pogody bieżącej, dostępne na rynku międzynarodowym. Od tamtego czasu pojawiły się jednak nowe czujniki, a algorytmy wewnętrzne uległy przekształceniom.

6.2.1.2 W odniesieniu do opadów, próg wykrycia dla niektórych czujników wyrażony jest w mm/h. Progi meldowania o słabym, umiarkowanym i silnym opadzie, ustanowione przez WMO, przedstawiono w Tabeli 6-1.

Tabela 6-1. Progi informowania dla opadów

<i>Intensywność</i>	<i>Mżawka</i>	<i>Deszcz</i>	<i>Śnieg</i>
Słaba	< 0,1 mm/h	< 2,5 mm/h	< 1,0 mm/h
Umiarkowana	0,1 i < 0,5 mm/h	2,5 i < 10 mm/h	1,0 i < 5 mm/h
Silna	0,5 mm/h	10 mm/h	5 mm/h

6.2.2 Czujniki scyntylicyjne

Jednym ze sposobów obserwowania pogody bieżącej jest pomiar częstości wiązki świetlnej, poprzez którą przechodzą cząsteczki, które trzeba wykryć lub zidentyfikować. Jest to tak zwana scyntylacja. Częstość scyntylacyjna zależy od rozmiarów cząsteczek i prędkości, z jaką poruszają się wewnątrz wiązki. Istnieje zatem oznaczenie zależne od rodzaju opadu. Technologia ta pozwala wykryć deszcz i śnieg, ale bardzo słabe opady są trudne do obserwowania. Próg czułości ustalony przy opracowaniu czujnika został określony na 0,25 mm/h dla opadów ciekłych. Katalogi fabryczne zawierają listy kilku czujników opartych na tej zasadzie, a także uzupełniających czujników akustycznych (rodzaj disdrometru), które zostały zbudowane do wykrywania gradu i deszczu lodowego.

6.2.3 Czujniki optyczne typu mierników rozproszenia

6.2.3.1 Czujniki te, produkowane przez wielu wytwórców, mierzą widzialność i wykrywają oraz identyfikują określoną kategorię hydrometeorów.

6.2.3.2 Czujnik jest podwójnym miernikiem rozproszenia: mierzy rozproszenie przednie (klasyczny dla widzialności) i rozproszenie tylne. Określa rozmiar cząsteczek, ich prędkość i tworzy tabelę rozkładu ilości cząsteczek w zależności od ich rozmiaru i prędkości. Tabela 6-1 jest wykorzystywana przy analizie wykrywania hydrometeorów. Chociaż czujnik jest zaprojektowany do wykrywania mżawki, bardzo słaby opad jest często niezauważany, podczas gdy rozpoznawanie deszczu i śniegu jest całkiem dobre. Czujnik wykrywa deszcz zamiast śniegu przy opadach mieszanych, słaby śnieg przy zawiejach oraz wysoką zamieć śnieżną. To powoduje powstanie całkowicie innej tabeli od tej, która jest oczekiwana zgodnie z teorią ogólną.

6.2.3.3 Inna wytwórnia używa miernika rozproszenia, zaprojektowanego początkowo do pomiarów widzialności, z dołączonym detektorem opadów. Niska wartość rozproszenia optycznego oznacza, że pojedyncze cząsteczki mogą być wykrywane. Używając sygnału optycznego, czujnik oblicza intensywność opadu. Czujnik opadów z siatką pojemnościową reaguje na zawartość wody i podaje intensywność. Intensywność optyczna i pojemnościowa

Rozdział 6. Pogoda bieżąca

6-3

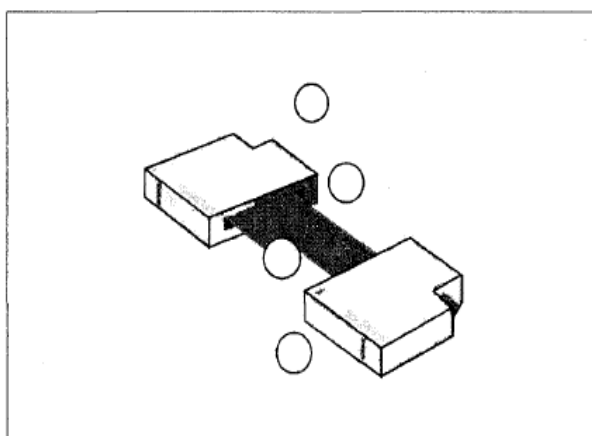
dotyczy opadów ciekłych, podczas gdy intensywność optyczna jest wyższa dla opadów stałych (niska zawartość wody). Czujnik wspomaga pomiar temperatury, który jest wykorzystywany również do określenia, czy opad to deszcz marznący. Teoretycznie taki czujnik jest w stanie rozpoznać wiele rodzajów hydrometeorów: mżawkę, deszcz, śnieg, grad, śnieg ziarnisty, kryształki lodu i opady mieszane. Testy wykazały prawidłowe rozpoznawanie rodzajów opadów jak deszcz i śnieg oraz, w mniejszym stopniu (50 %), mżawka, ale niską wykrywalność takich opadów jak grad, który rozpoznawany jest jako silny deszcz. Czułość tego czujnika ma wartość graniczną około 0,05 mm/h. Rozpoznaje opady marznące poprzez analizę temperatury (tzn. ciekły opad przy temperaturze ujemnej). Ta sama wytwórnia produkuje również dwa inne czujniki wykorzystujące te same zasady, ale z bardziej ograniczonym zakresem widzialności i rozpoznawaniem kilku rodzajów hydrometeorów.

6.2.4 Disdrometr akustyczny

Disdrometr mierzy rozkład rozmiarów kropli. Każda kropla jest identyfikowana na podstawie jej uderzenia o poziomą powierzchnię, wytwarzając impuls elektryczny proporcjonalny do jej rozmiaru. Rozkład kropli pozwala na identyfikację deszczu lub mżawki, ale nie rozróżnia śniegu od mżawki, ponieważ uderzenia płatków śniegu są odnotowywane jako krople o małej średnicy. Grad i kryształki lodu generują duże uderzenia.

6.2.5 Disdrometr optyczny

Disdrometr optyczny mierzy rozmiar, ilość i prędkość spadania kropli przelatujących przez barierę świetlną (Rysunek 6-1). Każdy rodzaj cząsteczek (mżawka, deszcz, śnieg, grad itd.) ma swoją sygnaturę w dwuwymiarowej tabeli (rozmiar i prędkość), dzięki czemu można rozpoznać rodzaj opadu. Obecnie na rynku są dostępne przynajmniej dwa rodzaje takich czujników.



Rysunek 6-1. Disdrometr optyczny

6.2.6 Radarowy czujnik mikrofalowy

W jednym z państw opracowano bistatyczny czujnik radarowy, emitujący promieniowanie rentgenowskie w kierunku pionowym. Emitowany sygnał jest odbijany od cząsteczek (słabiej od śniegu, silniej od deszczu) i ulega przesunięciu dopplerowskiemu, zależnemu od prędkości

6-4

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

spadania. Intensywność sygnału zależy od ilości i rodzaju cząsteczek. W rezultacie czujnik odróżnia deszcz od śniegu, ale identyfikacja mżawki jest znacznie bardziej delikatną kwestią.

6.2.7 Czujnik narastania lodu

Czujnik wykrywający obecność warstwy lodu lub szronu na wibrującym pręcie, którego częstość drgań zmienia się w zależności od grubości warstwy. Pręt jest podgrzewany, gdy częstotliwość spadnie poniżej zdefiniowanego progu. Czujnik ten jest stosowany w prawie wszystkich automatycznych systemach obserwacji naziemnych (ASOS) w Stanach Zjednoczonych do wykrywania lodu w opadach. Można go używać również do wykrywania marznącej mżawki, która nie jest rozpoznawana przez optyczne czujniki pogody bieżącej.

6.2.8 Czujnik temperatury

Obecnie opracowywany jest sposób pomiaru energii cieplnej potrzebnej do stopienia opadu stałego. Taki czujnik pozwoli na wykrywanie i rozpoznanie gradu lub drobnego gradu w określonych warunkach: konieczność stopienia hydrometeoru, gdy temperatura otoczenia przekracza 5°C , jest dobrym wskaźnikiem obecności gradu lub drobnego gradu. Możliwości takiego czujnika nadal nie są w pełni poznane.

6.2.9 Czujniki opadów

Istnieje kilka modeli, które można podzielić na dwie kategorie: optyczne (wykrywają cząsteczki przelatujące przez wiązkę światła) i kratowe (wykrywają wodę na powierzchni zmieniającą opór lub pojemność elektryczną). Te czujniki nie mogą identyfikować rodzaju opadu, ale są wystarczające w miejscach, gdzie rodzaj hydrometeorów nie jest problemem, na przykład nie ma potrzeby identyfikacji śniegu w rejonach tropikalnych.

6.2.10 Czujniki wyładowań

Istnieje kilka czujników, które wykrywają wyładowania w promieniu 50 km, wykorzystując magnetyczną i elektrostatyczną sygnaturę wyładowania. Poprzez ocenę odległości i kierunku wyładowania czujniki te mogą przekazywać lokalnie informacje o burzach. Alternatywą czujników lokalnych jest sieć wykrywania wyładowań.

6.3 OGRANICZENIA PRZYRZĄDÓW

Ograniczenia obecnie stosowanych przyrządów w identyfikacji pogody bieżącej są następujące:

- a) Dla większości czujników identyfikacja deszczu i śniegu jest prawidłowa w 90 % przypadków lub większej, gdy intensywność opadów jest silniejsza.
- b) Tylko niektóre czujniki mogą rozpoznać mżawkę, ale ich doskonałość jest niska (50 % w przypadku najlepszych).
- c) Żaden z czujników nie potrafi zidentyfikować gradu.
- d) Opady mieszane są rzadko wykrywane. Czujnik informuje o deszczu lub śniegu.
- e) Gdy intensywność jest bardzo słaba ($< 0,1$ mm/h), rodzaj opadu nie jest rozpoznawany poprawnie. Określenie kodowe „opad niezidentyfikowany (UP)” jest często używane i jest preferowane jako wskaźnik błędu.
- f) Trzeba znaleźć kompromis między progiem wykrywania i ilością fałszywych alarmów (wykrywanie nie istniejących zjawisk); nawet najbardziej „wrażliwe” z czujników są czasami powodem fałszywych alarmów. Dlatego bardzo ważne jest określenie najbardziej praktycznego progu wykrywania. Dla potrzeb lotniczych nie ma konieczności wykrywania bardzo słabych intensywności (np. $< 0,1$ mm/h), za wyjątkiem opadów marznących, dla których zalecany próg wynosi $0,02$ mm/h.
- g) Natężenie opadów śniegu nie zawsze jest prawidłowo przekazywane.
- h) Systemy optyczne są wrażliwe na zanieczyszczenia i wymagają regularnej obsługi, zwłaszcza jeżeli znajdują się w pobliżu morza.

6.4 ALORYTMY I KOMUNIKATY

6.4.1 Wprowadzenie

6.4.1.1 Przetworzenia zmierzonego sygnału fizycznego dokonuje sam czujnik. Szczegóły algorytmu, zasady budowy i działania oraz dokładniejsza lub bardziej ogólna dokumentacja zależą od producenta. Czujniki wykorzystują czasem temperaturę do korygowania lub ustanawiania diagnostyki pogody bieżącej. Mogą one służyć podwójnym celom, korzystając z uzupełniającego oprogramowania zewnętrznych systemów przetwarzających i w takim przypadku ważne jest, aby procesy wewnętrzne były znane, co zapewni prawidłowe funkcjonowanie całego systemu.

6.4.1.2 Potencjalnie, ostateczne rozpoznanie pogody bieżącej może być znacznie dokładniejsze przy kombinacji różnych czujników lub parametrów. Wykorzystanie temperatury jest najbardziej oczywistym przykładem, ale istnieją inne użyteczne parametry lub inne zależności pomiędzy parametrami. Zatem większość „klasycznych” czujników, jak temperatura, mogą być instalowane i wykorzystywane jako uzupełniające. Algorytmy przetwarzające dane pozwalają na identyfikację uzupełniających się rodzajów pogody bieżącej lub na korektę wstępnego rozpoznania, przesłanego przez czujnik pogody bieżącej.

6-6

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

W tym przypadku niektóre algorytmy mogą być specyficzne dla używanych czujników i ich znanych błędów.

6.4.1.3 Wiele państw i/lub służb meteorologicznych rozwija i wykorzystuje takie algorytmy. Nie jest łatwo dokonać przeglądu wszystkich, ponieważ tylko niektóre z nich są przejrzyste i udokumentowane i czasami są uważane za posiadające wartość komercyjną. Obecnie nie ma możliwości standaryzacji tych algorytmów, ani ich przedstawienia.

6.4.1.4 Niektóre badania wykazały użyteczność pomiarów temperatury przez czujniki (nie chronione w klatkach) umieszczone na dwóch poziomach nad powierzchnią gruntu, np. na + 10 cm i + 50 cm, oznaczonych T_{+10} i T_{+50} . Gdy opad nie występuje, te dwie temperatury często są różne, ponieważ istnieje gradient temperatury nad gruntem; w nocy, przy bezchmurnym niebie grunt jest chłodniejszy i dlatego T_{+10} jest niższa od T_{+50} . W ciągu dnia, przy bezchmurnym niebie, grunt jest cieplejszy i dlatego T_{+10} jest wyższa od T_{+50} . Jednak przy występującej mgłę lub opadzie te dwa poziomy są wystawione na takie same warunki atmosferyczne, które minimalizują mogące istnieć różnice temperatur pomiędzy dwoma pomiarami. Fakt ten można wykorzystać, ale brak gradientu temperatury nie oznacza, że występuje mgła lub opad. Z tych samych powodów porównanie z temperaturą powietrza (T_{air}) również może być użyteczne.

6.4.1.5 Przykłady algorytmów odnoszących się do wykrycia (6) i rozpoznania (7) pogody bieżącej są podane w Dodatku A.

6.4.2 Progi wykrywania

6.4.2.1 Systemy automatyczne mogą wykryć hydrometeory, próg detekcji zależy od początkowej specyfikacji systemu i używanych czujników. Zdefiniowany próg wykrywania nie istnieje.

6.4.2.2 Specyfikacja początkowa ASOS w Stanach Zjednoczonych wynosiła 0,25 mm/h. Obecne zalecenia Komisji ds. Przyrzędów i Metod Obserwacji WMO (CIMO) definiują próg 0,02 mm/h jako najniższy limit wykorzystywany do wskazania śladu opadu (śląd od 0,02 do 0,2 mm/h). Powszechnie używanym okresem uśredniania dla wymienionych wyżej intensywności jest 10 minut.

6.4.2.3 Dla potrzeb lotniczych nie zdefiniowano jeszcze użytecznego progu granicznego. Wielkość 0,02 mm/h jest prawdopodobnie właściwą dla opadów marznących, ale najprawdopodobniej nie jest ona wymagana dla innych rodzajów opadów. Co więcej, intensywność przekazywana jako „słaba” obejmuje bardzo szeroki zakres dynamiczny (od 0,02 do 2,5 mm/h), przy bardzo różnym znaczeniu dla prowadzonych operacji. Termin „słaby” oznacza, że zjawisko ma niewielki wpływ, zatem intensywność 0,02 mm/h być może nie wywiera żadnego efektu. Niedogodność bardzo niskiego progu wykrywalności w systemach automatycznych polega na trudności rozpoznawania hydrometeorów w takich warunkach. Wykorzystywanie skrótu „UP” jest wtedy użyteczne. Doświadczenia z pierwszymi zainstalowanymi systemami automatycznymi wykazały, że próg 0,2 mm/h jest do przyjęcia, za wyjątkiem opadów marznących, dla których zalecany jest 0,02 mm/h.

6.4.3 Rozpoznawanie mżawki (DZ)

Niektóre systemy mogą odróżnić deszcz od mżawki, ale stosowane obecnie czujniki podają prawidłowy wynik tylko w przypadku 50 procent wystąpień. Wynik ten można poprawić stosując algorytmy uzupełniające, ale w niedalekiej przyszłości można oczekiwać niewielkiego postępu. Inną trudnością w identyfikowaniu mżawki jest po prostu jej wykrycie, ponieważ jej kropelki są bardzo małe i dlatego trudno wykrywalne przez niektóre z czujników.

6.4.4 Rozpoznawanie deszczu (RA) i śniegu (SN)

Wiele czujników poprawnie identyfikuje deszcz i śnieg, z wyjątkiem sytuacji gdy intensywność jest bardzo słaba ($< 0,1$ lub $0,2$ mm/h). Za każdym razem gdy poziom niepewności jest zbyt duży, preferuje się używanie skrótu UP.

6.4.5 Rozpoznawanie śniegu ziarnistego (SG), deszczu lodowego (PL) i kryształków lodu (IC)

Bardzo niewiele czujników i, co za tym idzie, niewiele systemów automatycznych jest w stanie rozpoznać te rodzaje hydrometeorów. Te, które potrafią (lub tak podaje producent), nie są zbyt rzetelne. Porównania wykazały również, że im więcej rodzajów hydrometeorów czujnik może wykryć, tym więcej pomyłek jest między rodzajami. Jeżeli poszczególne rodzaje nie są rozpoznawane, często są identyfikowane jako śnieg.

6.4.6 Rozpoznawanie gradu (GR), drobnego gradu i/lub krupy śnieżnej (GS)

Badania wykazały, że czujniki mają olbrzymie trudności z rozpoznaniem gradu i krupy śnieżnej. W wielu przypadkach zamiast gradu lub krupy rozpoznawany jest silny deszcz. Problem wynika ze sposobu, w jaki sygnał optyczny i/lub radarowy jest wykorzystywany do procesu identyfikacji. Aby osiągnąć wysoką dokładność w rozpoznawaniu, potrzebne są specjalne czujniki. Trwają prace nad rozwojem nowych metod, opartych na technikach akustycznych i termicznych.

6.4.7 Rozpoznawanie mgły (FG), zamglenia (BR), zmętnienia (HZ) i dymu (FU)

6.4.7.1 Czujniki widzialności prawidłowo rozpoznają mgłę (widzialność mniejsza od 1000 m) i zamglenie (widzialność pomiędzy 1000 a 5000 m). Jednak należy zachować ostrożność, jeżeli rozważaną widzialnością jest ta na potrzeby lotnicze zdefiniowana w rozdziale 1 Załącznika 3.

6.4.7.2 Obecność mgły musi być potwierdzona przez wysoką wilgotność względną, przynajmniej 95 procent (nie 100 % z powodu liczenia niepewności pomiaru), aby uniknąć użycia skrótu FG, gdy widzialność jest ograniczona z powodu silnego deszczu, a zwłaszcza śniegu. Obecność RA lub SN powinna w takim przypadku zostać stwierdzona z absolutną

6-8

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

pewnością przez czujnik pogody bieżącej, ponieważ ich intensywność jest pomocna przy określaniu obecności mgły (lub odwrotnie).

6.4.7.3 Obecność zamglenia musi być potwierdzona przez wysoką wilgotność względną, przynajmniej 80 procent. Jeśli wilgotność względna jest niższa, kodowane jest zmętnienie, jako HZ. Widzialność może chwilowo spadać poniżej 5000 m z powodu opadu lub dymu. Zamglenie lub zmętnienie jest dobrze charakteryzowane przez stabilność czasową, przynajmniej w okresie od 10 do 30 minut. Może to powodować zmiany widzialności, ale będą one powolne i ciągłe, bez znacznych fluktuacji. Duża zmienność wskazuje na obecność opadu lub dymu. Kryteria określające stabilność widzialności są zalecane dla zamglenia i zmętnienia. I odwrotnie, gdy nie ma opadu i widzialność zmienia się, może to wskazywać na obecność dymu i powinno być podane. Jednakże trzeba być świadomym, że zdolność systemu automatycznego do wykrycia zjawiska o bardzo lokalnym zasięgu, jak dym, jest ograniczona przez wybiórczość pomiaru widzialności. Przyrząd nie wykryje dymu, dopóki nie przejdzie on przez czujnik.

6.4.7.4 Widzialność reprezentatywna dla lotniska powinna być wykorzystana do identyfikacji mgły, zamglenia lub zmętnienia. Jeżeli zainstalowane jest kilka widzialnościomierzy, wielopunktowy pomiar widzialności powinien być używany do rozpoznawania (identyfikacji) płatów mgły (BCFG) lub mgły pokrywającej znaczną część lotniska (PRFG).

6.4.8 Rozpoznawanie piasku (SA), pyłu (DU), popiołu wulkanicznego (VA), wirów pyłowo-piaskowych (PO), chmur lejkowych (FU), burzy pyłowej (DS) i burzy piaskowej (SS)

Współczesne systemy automatyczne nie potrafią rozpoznawać tych zjawisk. Dla burzy pyłowej (DS) lub piaskowej (SS), można stosować kodowanie wykorzystując kombinację niskiej widzialności (np. < 1000 m), niskiej wilgotności względnej (np. < 50 %) i dużej prędkości wiatru (np. średnia prędkość w ciągu 10 minut > 15 m/s (30 kt)). Należy przeprowadzić badania ukazujące współzależność pomiędzy tymi czynnikami i występowaniem DS lub SS, wykorzystując dane zebrane na miejscach występowania tych warunków.

6.4.9 Rozpoznawanie nawałnicy (SQ)

Nawałnica jest definiowana poprzez nagły wzrost prędkości wiatru, trwający przynajmniej 1 minutę, a czasami kilka. Towarzyszą jej często zmiany kierunku wiatru i gwałtowne zmiany ciśnienia atmosferycznego. W praktyce nawałnica może zostać wykryta przez porównanie wiatru punktowego ze średnią za okres 2 minut, co pozwoli zobaczyć, czy nastąpił określony wzrost prędkości (np. przynajmniej 8 m/s (16 kt)), trwający przynajmniej jedną minutę. To zapobiega prostemu pomyleniu porywu z nawałnicą. Jeżeli zainstalowano kilka czujników wiatru, to dane z każdego z nich powinny być analizowane w celu wykrycia nawałnicy.

6.4.10 Rozpoznawanie burzy (TS)

Rozdział 6. Pogoda bieżąca

6-9

6.4.10.1 Obecność burzy można wykryć używając lokalnego czujnika wyładowań lub korzystając z sieci wykrywania wyładowań. Trwają prace rozwojowe nad sposobem wprowadzenia informacji z sieci wyładowań do użytku w lokalnej sieci obserwacyjnej na lotnisku.

6.4.10.2 Wskaźnik TS jest używany, gdy burza zostaje zaobserwowana na lotnisku, wraz ze wskazaniem opadów, jeśli występują. Wspólne użycie skrótu TS i opadów przelotnych (SH) w tej samej grupie jest niemożliwe; pierwszeństwo przypada TS przed SH. Obiektywne określenie odległości jest możliwe dzięki czujnikom i sieci wyładowań.

6.4.10.3 W regularnych i specjalnych komunikatach lokalnych oraz METAR/SPECI burze są zgłaszane, gdy na obszarze lotniska słyszalny jest grzmot lub wykryta została błyskawica w okresie 10 minut poprzedzających czas obserwacji, ale nie odnotowano opadów. Przykład zgłaszania burzy oparty na danych z systemu detekcji błyskawic i radaru pogodowego podano w „Rozpoznawaniu pogody bieżącej (7)” w Dodatku A.

6.4.11 Rozpoznawanie opadów przelotnych

Nie ma obiektywnej lub matematycznej definicji opadu przelotnego, zdefiniowanego wielkością opadu. Aby można było zidentyfikować opad przelotny, niezbędna jest analiza intensywności opadu w danym okresie czasu, na przykład w ciągu jednej godziny. W ciągu tego czasu okresy z opadem muszą być oddzielone od okresów bez opadu. Inną metodą określenia opadu przelotnego jest analiza przestrzennych różnic intensywności, jeżeli na lotnisku używa się więcej niż jednego czujnika. Dalszą identyfikację opadów przelotnych można oprzeć na ocenie występowania chmur cumulonimbus (patrz rozdział 7).

6.4.12 Rozpoznawanie deszczu marznącego (FZRA) i marznącej mżawki (FZDZ)

Opad marznącego deszczu lub marznącej mżawki często występuje, gdy temperatura powietrza jest niższa od 0°C . Opad ciekły staje się marznący prawie zawsze, gdy $T_{\text{air}} < -0,5^{\circ}\text{C}$. Jest to prosty i raczej pewny sposób rozpoznawania marznącej natury opadu, w warunkach gdy opad został wykryty i prawidłowo rozpoznany jako ciekły. Dla bardzo słabych opadów, wymagany jest czujnik oblodzenia, który wykrywa niewielkie ilości lodu. Kwestia czy taki czujnik należy zainstalować w systemie automatycznym, zależy od częstości występowania opadów marznących.

6.4.13 Rozpoznawanie wysokiej zamieci śnieżnej (BLSN)

Wiele czujników analizuje cząsteczki przemieszczające się przez obserwowaną objętość. Wysoka zamieć śnieżna może zostać pomyłona z opadem śniegu lub innym rodzajem hydrometeorów, ponieważ poruszają się one szybciej niż zwykle. Działanie czujnika zależy od jego budowy i zasad fizycznych. Wiadomo, że w jednym z państw opracowano już algorytm pozwalający wykryć BLSN.

6.4.14 Rozpoznawanie niskiej zamieci (DR) i zjawisk występujących przy powierzchni gruntu (MI)

6-10

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

Czujniki pogody bieżącej i/lub widzialności są zwykle instalowane na wysokości większej niż 2 m. Nisko zalegające zjawiska (tzn. zjawiska występujące poniżej wysokości czujnika) nie mogą zostać wykryte i zjawiska charakteryzowane jako „niska zamieć” (DR) lub „zjawiska przy gruncie” (MI) nie są zazwyczaj obserwowane przez systemy automatyczne. Wykrywanie ich wymaga specjalnego typu przyrządów lub instalacji czujników na wysokości poniżej 2 m. Wykrywanie takich zjawisk nie jest jeszcze uważane za wystarczająco istotne, aby uzasadniać inwestowanie w specyficzne przyrządy.

6.4.15 Rozpoznawanie płatów (BC) i częściowego pokrycia (PR) (dotyczy mgły)

6.4.15.1 Wskaźniki BC i PR odnoszą się do mgły i nie powinny być używane samodzielnie. Przy obecności płatów mgły nie jest ona jednorodna i dlatego występują lokalnie czasowe różnice w widzialności. Na przykład jeżeli analiza widzialności wykaże w jednym punkcie obecność dwóch wystąpień widzialności poniżej 1000 m, oddzielonych przedziałem czasowym przynajmniej 5 minut, prawdopodobnie należy użyć skrótu BC. Jeżeli na lotnisku zainstalowano wiele czujników widzialności, wszystkie dostępne przyrządy mogą odnotowywać wystąpienie epizodów mgły, co zwiększa prawdopodobieństwo wykrycia płatów mgły.

6.4.15.2 Skróty PR (częściowo) może być zastosowany, jeżeli na lotnisku jest wiele czujników widzialności i część z nich wskazuje stałą widzialność poniżej 1000 m. Stabilność jest niezbędna do odróżnienia PR od płatów mgły. Stabilność można oszacować przez brak epizodów z mgłą lub wystąpienie pojedynczego przypadku (przykładowo w okresie jednej godziny) dla jednego czujnika.

6.4.16 Używanie określenia „opad niezidentyfikowany” (UP)

6.4.16.1 Nie wszystkie elementy pogodowe kodowane w komunikatach METAR/SPECI mogą być przekazywane przez systemy automatyczne. Jednak jest możliwe, że system automatyczny będzie w stanie wykryć występowanie opadu, wykorzystując kombinację widzialności, temperatury i czujnika pogody bieżącej, choć może nie być w stanie rozpoznać jego rodzaju. W takiej sytuacji niezidentyfikowany rodzaj opadu może być wskazany poprzez użycie UP.

6.4.16.2 Zdolność automatycznego czujnika do rozpoznania poszczególnych rodzajów opadu zależy od zastosowanej w nim technologii. Poniżej przedstawiono listę zjawisk pogody, które mogą być przekazane jako UP:

- mżawka (DZ);
- kryształki lodu (IC);
- deszcz lodowy (PL);
- śnieg ziarnisty (SG);

Rozdział 6. Pogoda bieżąca

6-11

- grad (GR);
- drobny grad i/lub krupa śnieżna (GS);
- pył (DU);
- burza pyłowa (DS);
- piasek (SA);
- burza piaskowa (SS).

6.4.17 Rozpoznawanie intensywności opadów

Dla hydrometeorów zdefiniowano trzy poziomy intensywności opadów. Czujniki pogody bieżącej mogą zmierzyć intensywność wykrytych hydrometeorów. Intensywność ta jest wskazywana przez czujniki w mm/h jako słaba, umiarkowana lub silna (Tabela 6-1 odnośnie), co jest wynikiem testu intensywności wyrażonej w mm/h w odniesieniu do progów wpisanych w czujnik. Intensywność często zmienia się istotnie w czasie, tak więc niezbędne jest filtrowanie informacji przed określeniem poziomu intensywności. Grupa robocza Komisji Przyrządów i Metod Obserwacji WMO (CIMO) proponuje stosowanie średniej z trzech maksymalnych intensywności w okresie ostatnich 10 minut (intensywności są dostępne co minutę).

6.4.18 Rozpoznawanie sąsiedztwa (VC)

Przy systemach automatycznych wykorzystujących lokalne przyrządy na lotnisku zjawiska zachodzące w sąsiedztwie (w pobliżu, używając skrótu VC), nie mogą być przekazane, z wyjątkiem TS, gdy może być wykryta przez czujnik wyładowań, który potrafi podać odległość. Jedynym sposobem uzyskiwania informacji o innych rodzajach zjawisk pogody bieżącej występujących w sąsiedztwie będzie instalacja dodatkowych czujników, tam gdzie to możliwe w sąsiedztwie lotniska. Ponieważ systemy automatyczne często są instalowane na małych lotniskach, inwestowanie w liczne czujniki instalowane dookoła lotniska nie może być usprawiedliwione w większości przypadków. Skrót VC jest stosowany, gdy zjawisko zostało wykryte poza lotniskiem w odległości między 8 i 16 km od punktu referencyjnego lotniska. Poziom precyzji stosowany do zgłaszania VC powinien być określony lokalnie w porozumieniu z władzami lotnictwa cywilnego i zależeć od aktualnego rozmiaru kompleksu lotniska.

6.4.19 Łączenie algorytmów

Wszystkie algorytmy łączące dane są zazwyczaj instalowane w jednostce centralnej systemu obserwacyjnego. Różne kombinacje mogą tworzyć jedną całość. Istnieje kilka sposobów łączenia różnych algorytmów:

- oodejście klasyczne: seria testów prowadzi do diagnozy i kodu;
- podejście kombinacyjne: połączenie wielu poszczególnych algorytmów, o określonej ważności, w przypadku gdy algorytmy podają różne wyniki;
- podejście „logiki rozmytej” (techniczne rozwiązanie problemu): metoda matematyczna, która wykorzystuje poprzednie doświadczenia diagnostyczne do identyfikacji właściwej ważności przypisanej do poszczególnego algorytmu przy wyborze różnych sytuacji (Techniki zastosowania logiki rozmytej są opisane w sposób rozbudowany i dlatego nie będą one omawiane szczegółowo w tym podręczniku).

6.4.20 Zmienność parametrów

6.4.20.1 Większość zjawisk pogodowych nie zmienia się znacząco w czasie, w przedziale kilku minut. W przypadkach słabej intensywności wewnętrzne algorytmy systemu sprawdzają diagnostykę za ostatnie kilka minut, w celu potwierdzenia ich lub zanegowania (i możliwe jest użycie UP w przypadku niepewności).

6.4.20.2 Jednak intensywność opadów często zmienia się znacząco w czasie. Zaleca się, aby dane były „wygładzane” za 10 ostatnich minut. Zmiany czasowe intensywności mogą również zostać użyte do określenia natury deszczy ulewnych.

6.4.20.3 Oprócz niektórych zjawisk jak mgła, deszcz, grad, drobny grad i dymy, pogoda bieżąca jest często jednorodna nad całym lotniskiem i nie ma potrzeby instalowania wielu czujników w różnych lokalizacjach. Ze względu na znaczenie operacyjne widzialność jest przypadkiem szczególnym, uzasadniającym instalację kilku czujników, które mogą być używane do zwiększenia rzetelności wykrywania mgły i informowania o możliwych zjawiskach towarzyszących (płaty (BC) i pokrycie częściowe (PR)).

6.5 ŹRÓDŁA BŁĘDÓW

6.5.1 Ponieważ pogody bieżącej nie da się zmierzyć fizycznie jak temperaturę lub widzialność, źródła błędów są wielorakie. Im intensywniej dane zjawisko pogody występuje, tym łatwiej je zidentyfikować i rozpoznać. Zatem ryzyko błędu klasyfikacyjnego rośnie, gdy intensywność zjawiska jest bardzo słaba.

6.5.2 Deszcz i śnieg są całkiem łatwe do rozpoznania, ale niektóre rodzaje pogody bieżącej znacznie trudniej zidentyfikować. Z faktu, że zjawisko rzadko występuje, wynika, że jego

Rozdział 6. Pogoda bieżąca

6-13

ocenie jest trudne dla systemu. Znacznie łatwiej rozwijać systemy dla popularnych zjawisk pogodowych.

6.5.3 Walidacja systemów automatycznych jest złożonym procesem, ponieważ zjawiska pogody bieżącej są bardzo trudne do zasymulowania, co powoduje konieczność oczekiwania na ich wystąpienie w danym miejscu. Dlatego porównania prowadzi się przez długi okres czasu i wymagane są pomiary porównawcze. Obecnie odniesieniem dla systemu są obserwatorzy. W trakcie procesu porównania istotnym jest sprawdzenie, że obserwacje były prowadzone równolegle. Przy początku i końcu opadu, fazach, gdy intensywność jest często bardzo słaba, system automatyczny i obserwator mogą dokonać różniących się obserwacji, co obniża wykrywalność statyczną i wyniki wykrywania, a jednocześnie nie stanowi dowodu defektu systemu automatycznego. Jednym ze sposobów obniżenia tego ryzyka jest zastosowanie „bezzstronnego” obserwatora, wykonującego obserwacje o określonym czasie, tak jak system automatyczny. Wymaga to prowadzenia specyficznych obserwacji, które są bardzo kosztowne. Jeżeli nie, to ważne jest dokonanie ewaluacji działania systemu dla każdego przypadku pogody bieżącej, uwzględniając charakterystykę samego systemu (tak samo jak i obserwatora) na kilka minut przed i po obserwacji.

6.5.4 Dokładność rozpoznawania rodzajów pogody bieżącej i ich charakterystyk przez systemy automatyczne różni się znacznie. Tabela 6-2 uwypukla zdolności w pełni automatycznych systemów obserwacyjnych dla różnych rodzajów i charakterystyk zjawisk.

6.5.5 Nie wszystkie systemy automatyczne mają takie same możliwości lub stopień niezawodności. Ograniczenia używanego systemu są zazwyczaj podawane jako różnice pomiędzy państwami. Trudności narastają, jeżeli możliwości obserwacyjne są różne na poszczególnych lotniskach w danym państwie, ponieważ znacznie trudniej wtedy udokumentować ograniczenia poszczególnych systemów i powiadomić o nich użytkowników.

6.5.6 Przy instalacji czujników ważne jest upewnienie się, że w bezpośrednim sąsiedztwie nie występuje roślinność atrakcyjna dla owadów latających, które mogą wlatywać w objętość pomiarową. Jedną z możliwości uniknięcia tego problemu jest takie instalowanie, aby objętość pomiarowa znajdowała się wysoko nad powierzchnią gruntu. Właściwa wysokość pomiarowa (około 2,5 m) jest zalecana jako pozwalająca unikać cząsteczek unoszonych przez wiatr lub pyłu oraz zapobiega zakryciu czujników przez śnieg, a zwłaszcza pod nim.

Tabela 6-2. Możliwości w pełni automatycznych systemów obserwacyjnych rozpoznawania zjawisk pogody bieżącej

Kodowanie możliwe i rzetelne	RA, SN, FG, BR, HZ charakterystyki TS, FZ, VCTS poziom intensywności
Kodowanie możliwe lub możliwe do przewidzenia	SQ, DS, SS charakterystyki SH, BC, PR
Wykrywanie częściowe, kodowanie czasami możliwe	DZ, GR, GS, FU
Kodowanie niemożliwe	SG, PL, IC, SA, DU, PO, FC często GR, GS charakterystyka VC (za wyjątkiem TS)

6-14

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

6.6 KALIBRACJA I OBSŁUGA

6.6.1 Czujniki muszą być obsługiwane zgodnie z zaleceniami producenta. Regularne przeglądy zazwyczaj obejmują czyszczenie części zewnętrznych, zwłaszcza w przypadku czujników optycznych. Zalecany monitoring i/lub kalibracja dla czujników optycznych, gdzie używa się oświetlenia tła, jest zazwyczaj taki sam jak dla widzialnościomierzy, stosowanych do pomiaru widzialności (patrz rozdział 4).

6.6.2 Jednym z problemów związanych z kalibracją czujników pogody bieżącej jest trudność w symulowaniu hydrometeorów. Stabilność charakterystyk czujnika zależy od jego konstrukcji. Jedną z metod jest wykonywanie porównań dla danej lokalizacji z obserwacjami przeprowadzanymi przez człowieka, przez cały okres używania systemu, lub ustalenie zależności, bądź porównanie z sąsiednią stacją obserwacyjną, w czasie przemieszczania się powolnych zjawisk pogodowych o szerokim zasięgu.

6.7 LOKALIZACJA POMIARÓW

6.7.1 Załącznik 3 określa, że informacje o pogodzie bieżącej powinny być reprezentatywne dla warunków na lotnisku i, dla ściśle określonych zjawisk pogody bieżącej, w jego sąsiedztwie.

6.7.2 W przypadku obserwacji automatycznych dopuszcza się, aby obserwacje wykonywane były w jednym punkcie wybranym jako najbardziej reprezentatywny dla lotniska i/lub zlokalizowany zazwyczaj tak, aby dostęp do niego, jego obsługa i przesyłanie danych były łatwe, jak ogrodzony ogródek meteorologiczny. Aby uzyskać informacje o mgłę i zamgleniu system automatyczny musi korzystać ze wszystkich czujników dostępnych na lotnisku.

Rozdział 7 ZACHMURZENIE

7.1 WPROWADZENIE

- 7.1.1 Tak jak widzialność i RVR, wielkość zachmurzenia, rodzaj chmur i wysokość ich podstawy muszą być przekazywane, ponieważ w ogromnym stopniu wpływają na operacje lotnicze. Na przykład zbyt niska podstawa chmur może obniżyć kategorię drogi startowej lub lotniska, ponieważ ma bezpośredni wpływ na możliwość dostrzeżenia przez pilotów drogi startowej. Cumulonimbus (CB) lub cumulus congestus (cumulus wieżowy TCU) są chmurami konwekcyjnymi potencjalnie groźnymi dla samolotów, ponieważ związane z nimi uskoki wiatru wpływają na starty i lądowania.
- 7.1.2 Wielkość zachmurzenia jest opisywana przy użyciu czterech skrótów: kilka (FEW), rozrzucone (SCT), poprzerywane (BKN) i całkowite (OVC).

7.2 METODY POMIAROWE

7.2.1 Wysokość podstawy chmur

- 7.2.1.1 Ceilometr jest obecnie jedynym dostępnym czujnikiem, zdolnym do zmierzenia wysokości podstawy chmur. Wszystkie obecne modele wykorzystują diodę laserową jako źródło światła. Ceilometr mierzy dokładną wysokość podstawy chmur bezpośrednio nad czujnikiem. Analiza kolejnych pomiarów pozwala na oszacowanie warstw chmur, z jednakową regularnością, w dzień i w nocy.
- 7.2.1.2 Impuls światła jest kierowany bezpośrednio w górę i jego część zostaje odbita lub rozproszona przez różne aerozole i cząsteczki w atmosferze. Bardzo szybki czujnik elektroniczny mierzy powracający sygnał dla każdego kolejnego „strzału”. Każdy strzał odpowiada odległości równej różnicy czasu pomiędzy emisją impulsu światła i jego odebraniem, podzielonej przez prędkość światła i podzielonej przez dwa (wysłanie i powrót). System określa profil rozproszenia sygnału, zależny od sposobu pracy ceilometru.
- 7.2.1.3 Moc impulsu świetlnego jest ograniczona przez technologię i, zwłaszcza, przez normy bezpieczeństwa, tzn. impuls światła nie może być niebezpieczny dla ludzkiego oka. Stąd moc sygnału rozproszonego jest bardzo mała i w niewielkim stopniu różni się od oświetlenia tła. Dlatego jest niezbędne powielenie ilości impulsów laserowych (zazwyczaj 10 000), aby zwiększyć stosunek sygnał/szum i uzyskać użyteczny profil rozproszenia.

7-2

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

7.2.1.4 Pierwsze ceilometry były przeznaczone wyłącznie dla celów lotniczych i miały zasięg pomiarowy od 30 m (100 ft) lub od 45 m do 1500 m (od 150 do 5000 ft). Większość współczesnych ceilometrów ma szerszy zakres pomiarowy: od 30 m (100 ft) lub mniej do 6000 m (20 000 ft) lub więcej. Zakres pomiarowy spełnia wszystkie wymagania lotnicze, ponieważ tylko chmury o wysokości podstawy poniżej 1500 m (5000 ft) (lub poniżej najwyższej minimalnej wysokości sektorowej, którakolwiek z tych wartości jest wyższa) są uważane za istotne operacyjnie i o których trzeba informować. Doskonalsza konstrukcja przyrządów i coraz lepsza obróbka sygnału daje w rezultacie rosnącą skuteczność.

7.2.2 Wielkość zachmurzenia

7.2.2.1 Systemy ASOS w Stanach Zjednoczonych mają opracowany algorytm, który umożliwia obliczenie wielkości zachmurzenia poprzez analizę zmierzonych wysokości podstaw chmur w ciągu ostatnich 30 minut. Metoda ta i jej ograniczenia zostały opisane w 7.3.

7.2.2.2 Istnieją również prototypowe czujniki wielkości zachmurzenia oparte na jednym lub większej ilości radiometrów, kierowanych kolejno w stronę różnych sektorów nieboskłonu, aby określić temperaturę promieniowania. Temperatura ta jest niższa przy niebie bezchmurnym i rośnie, gdy pojawiają się chmury; temperatura radiacyjna chmur spada wraz ze wzrostem wysokości. Trzeba jednak wziąć pod uwagę temperaturę otoczenia lub rzeczywisty profil temperatury. Chmura o temperaturze 0°C może znajdować się tuż nad powierzchnią ziemi lub na wysokości 3000 m (10 000 ft), w zależności od pory roku i lokalizacji. Takie czujniki nie są w stanie precyzyjnie określić wysokości podstawy chmur. Jednak mogą wskazać wielkość zachmurzenia i są pozbawione wad algorytmów stosowanych w ceilometrach, które „widzą” tylko chmury przesuwające się nad urządzeniem. Mogą one wykryć zbliżającą się lub rozprzestrzeniającą się warstwę chmur bezpośrednio nad ceilometrem i w ten sposób mogą uzupełniać informacje dostarczane przez ceilometry.

7.2.2.3 Istnieją również czujniki, które „fotografują” obraz nieboskłonu odbity w hemisferycznej kopule lub poprzez obiektyw typu „rybie oko”. Analizując obraz możliwe jest wykrycie obecności chmur i obliczenie wielkości zachmurzenia przez nie, ale metoda ta może być stosowana tylko przy świetle dziennym. W nocy konieczne byłoby używanie czujników podczerwieni, skierowanych prosto w niebo. Jest to podobne do metody opisanej w 7.2.2.2.

7.2.3 Rodzaje chmur – wykrywanie chmur cumulonimbus (CB) i cumulus congestus (cumulus wieżowy TCU)

7.2.3.1 Chmury CB i TCU są rozpoznawane wizualnie i czasami akustycznie. Cumulonimbus może być ukryty w masie chmur, bez możliwości bezpośredniej

Rozdział 7. Zachmurzenie

7-3

identyfikacji przez człowieka. Błyskawica i/lub grom wskazują na obecność chmur CB.

- 7.2.3.2 Radar pogodowy wykrywa obecność opadów (i czasami nawet chmur) i szacuje ich intensywność. Intensywne lub silnie rozbudowane komórki chmur konwekcyjnych są widoczne w wyniku wysokiego poziomu odbiciowości. Komisja Przyrządów i Metod Obserwacji WMO (CIMO) rozważa obecnie propozycję, aby definiować chmury CB i TCU, lub, bardziej precyzyjnie, chmury konwekcyjne, korzystając z poziomu odbiciowości. Wadą tej metody jest to, że wysoki poziom odbiciowości występuje również przy silnych opadach, nie związanych z chmurami konwekcyjnymi, gdy nie występują chmury CB ani TCU. Kombinacja zobrazowań radarowych z obrazami w podczerwieni z satelitów pozwala na precyzyjne rozpoznanie, ponieważ chmury CB i TCU mają wielką rozciągłość pionową; zatem temperatura ich wierzchołków jest niska.
- 7.2.3.3 Radary i zdjęcia satelitarne są powszechnie używane przez synoptyków meteorologicznych. Produkty przeznaczone do wykrywania zjawisk konwekcyjnych stały się dostępne dla odbiorców lotniczych w niektórych państwach. W wielu krajach trwają prace rozwojowe nad uzyskiwaniem informacji o chmurach konwekcyjnych ze zobrazowań radarowych i satelitarnych i włączenie ich do komunikatów METAR/SPECI i komunikatów lokalnych. Konieczna jest definicja obszaru wokół lotniska, w którym wykrywanie chmur CB/TCU jest obowiązkowe. Być może obszar ten powinien obejmować -zakres, w którym możliwe jest wykrycie burzy (TS lub VCTS). Ponieważ obecnie taka definicja nie istnieje, możliwe jest w przypadku obserwatora, że przekaze on informacje o występowaniu chmur CB, gdy zaobserwuje błyskawice (w nocy może to być odległość nawet 100 km).
- 7.2.3.4 Istnieją czujniki i/lub sieci lokalne, które wykrywają wyładowanie w obrębie zdefiniowanego obszaru, odpowiadającego wpływom TS i VCTS. Wyładowania świadczą o występowaniu chmur CB. Niestety, generuje się wiele fałszywych alarmów, co powoduje, że ta metoda staje się w pewien sposób nierzetelna.
- 7.2.3.5 Istnieją także czujniki pola elektrycznego (generatory pola), których znaczne wariacje wskazują na zbliżanie się burzy, ale brak poprawnych automatycznych algorytmów, które przekształcałyby pole elektryczne w informacje o obecności chmur CB.

7.3 ALGORYTMY I KOMUNIKATY

7.3.1 Określenie warstw chmur przy użyciu ceilometru

- 7.3.1.1 Na świecie do obliczenia warstw chmur służby meteorologiczne i/lub twórcy systemów opracowali wiele algorytmów wykorzystujących ceilometry. Trudność polega na tym, że dokładna synchronizacja algorytmów jest trudna, ale wszystkie opierają się na metodzie obliczania opracowanej przez Stany Zjednoczone dla systemów ASOS. Poniżej opisano tą metodę.

7-4

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

- 7.3.1.2 Ceilometr dostarcza danych zazwyczaj co 15 lub 30 sekund. Pojedyncze dane o wysokości podstawy chmur (lub braku podstawy) są używane przez 30 minut. Aby przyspieszyć wykrywanie zachodzących zmian ostatnie 10 minut jest wykorzystywane w algorytmie z podwójną wagą. Podstawowym założeniem algorytmu jest to, że chmury przemieszczające się nad ceilometrem są dobrym wskaźnikiem wielkości zachmurzenia. 30-minutowy okres jest kompromisem pomiędzy integracją, która jest wystarczająco długa, aby być reprezentatywną i jednocześnie wystarczająco krótka, aby nie wprowadzać „wygładzenia” najnowszych danych przekazujących znaczące różnice. W niektórych państwach używany jest dłuższy, jednogodzinny okres.
- 7.3.1.3 Poszczególne wskazania są dzielone na przedziały 30, 60 lub 150 m (100, 200 lub 500 ft), w zależności od wysokości, i tworzą zestaw klas o danej rozpiętości i liczbie odczytów wewnątrz tej rozpiętości. Po zakończeniu tego procesu pozostaje zazwyczaj kilka klas z liczbą wskazań różnych od zera i liczba ta musi zostać zredukowana. Klasyfikacja jest tworzona zgodnie z wysokościami.
- 7.3.1.4 Przykłady algorytmów odnoszących się do warstw chmur (8) są podane w Dodatku A.

7.3.2 Wykrywanie warstw chmur przy wykorzystaniu wielu ceilometrów

Jeżeli lotnisko posiada ceilometry zlokalizowane w pobliżu każdego końca drogi startowej, warstwy chmur muszą być obliczone dla każdego urządzenia osobno i przekazane w komunikatach lokalnych, jeżeli jest to właściwe. Dla komunikatów METAR/SPECI obserwacja musi być reprezentatywna dla lotniska i jego sąsiedztwa, chociaż jest dopuszczalne dla obserwacji chmur, aby były wykonywane w jednym punkcie, wybranym jako najbardziej reprezentatywny dla lotniska. Tam gdzie zainstalowano kilka ceilometrów na lotnisku, możliwe jest zintegrowanie pomiarów z różnych przyrządów w algorytm, jak opisany powyżej, który potrafi wykorzystać większą ilość pomiarów podstawy.

7.3.3 Wykrywanie obecności cumulonimbusa (CB) i cumulusa wieżowego (TCU)

- 7.3.3.1 Ceilometr, jedyny obecnie dostępny czujnik zdolny do zmierzenia wysokości podstawy chmur, nie potrafi identyfikować chmur CB ani TCU. Identyfikacja może zostać wykonana przez drugorzędne źródło obserwacji (patrz 7.4.4). Jeżeli tym źródłem jest obserwator, centralny komputer systemu obserwacyjnego musi umożliwiać wprowadzanie lub modyfikowanie warstw chmur obliczanych automatycznie oraz dopisywanie wskaźników CB lub TCU do niektórych z tych warstw.
- 7.3.3.2 Jeżeli tym źródłem jest system automatyczny, dostępne informacje najprawdopodobniej wskażą obecność lub brak mocno rozbudowanych chmur konwekcyjnych, CB lub TCU, bez podania wysokości ich podstawy i prawdopodobnie bez określenia wielkości zachmurzenia przez te chmury. Jest tak w przypadku, na przykład, gdy źródłem jest zobrazowanie radarowe analizujące lub identyfikujące chmury CB, uzyskane na podstawie obecności wyładowań. W

Rozdział 7. Zachmurzenie

7-5

takim przypadku trudne jest dopisanie oznaczenia CB lub TCU do istniejących grup chmurowych lub powiązanie ich z wielkością zachmurzenia i wysokością podstawy.

7.3.4 Zmienność parametrów

- 7.3.4.1 Przestrzenna i czasowa zmienność parametrów chmur zależy w dużym stopniu od sytuacji meteorologicznej i czasami od miejsca.
- 7.3.4.2 Gdy niebo jest całkowicie bezchmurne lub całkowicie pokryte chmurami, zmiany przestrzenne lub czasowe nie występują. Pojedynczy ceilometr na stanowisku jest wystarczający, a algorytm do obliczania warstw chmur, opisany w Dodatku A, przynosi doskonale rezultaty, gdy porównuje się je z obserwacjami człowieka.
- 7.3.4.3 Gdy niebo jest częściowo pokryte przez cumulusy, zmienność czasowa nad danym punktem (takim jak miejsce instalacji ceilometru) jest wysoka. W rzeczywistości jest to zmienność używana w algorytmie do obliczania ilości warstw chmur. Ewaluacja przeprowadzona przez okres 30 minut wykazuje, że zmienność przestrzenna jest zazwyczaj niewielka dla całego lotniska, za wyjątkiem sytuacji, jeżeli na lokalizację wpływają znaczące efekty terenu. Przypadek ten może występować, gdy lotnisko jest położone na lub w pobliżu linii brzegowej, gdzie chmury często tworzą wyraźną linię między lądem i wodą.
- 7.3.4.4 Występują przypadki, gdy dochodzi do istotnych różnic w wielkości zachmurzenia lub wysokości podstawy chmur nad różnymi punktami na lotnisku, na przykład w wyniku efektów wywieranych przez teren. Przypadki takie nie występują często, z wyjątkiem określonych miejsc, które mogą wymagać zastosowania specyficznych przyrządów. Takie przypadki występują przez krótki czas w trakcie fazy przejściowej i dlatego algorytm stosuje podwójną wagę dla ostatnich 10 minut.
- 7.3.4.5 Dlatego, za wyjątkiem specyficznych miejsc zidentyfikowanych jako warunki lokalne, obserwacje automatyczne oparte na pojedynczym ceilometrze są zazwyczaj reprezentatywne dla lotniska. To jednak nie zmniejsza znaczenia posiadania ceilometru na każdym końcu drogi startowej w użyciu, zwłaszcza przy warunkach, kiedy wielkość zachmurzenia i wysokość podstawy chmur nie są jednorodne nad lotniskiem i jego bezpośrednim otoczeniem. Warunki takie mogą występować rzadko, ale jednocześnie być istotne dla operacji lotniczych.

7.4 ŹRÓDŁA BŁĘDÓW**7.4.1 Wysokość podstawy chmur**

- 7.4.1.1 Informacje dostarczane przez ceilometr są obecnie najlepszym oszacowaniem rzeczywistej wysokości podstawy chmur. Ceilometr jest bardzo precyzyjny, gdy występują chmury z wyraźną podstawą lub warstwy chmur jednorodnych. W

7-6

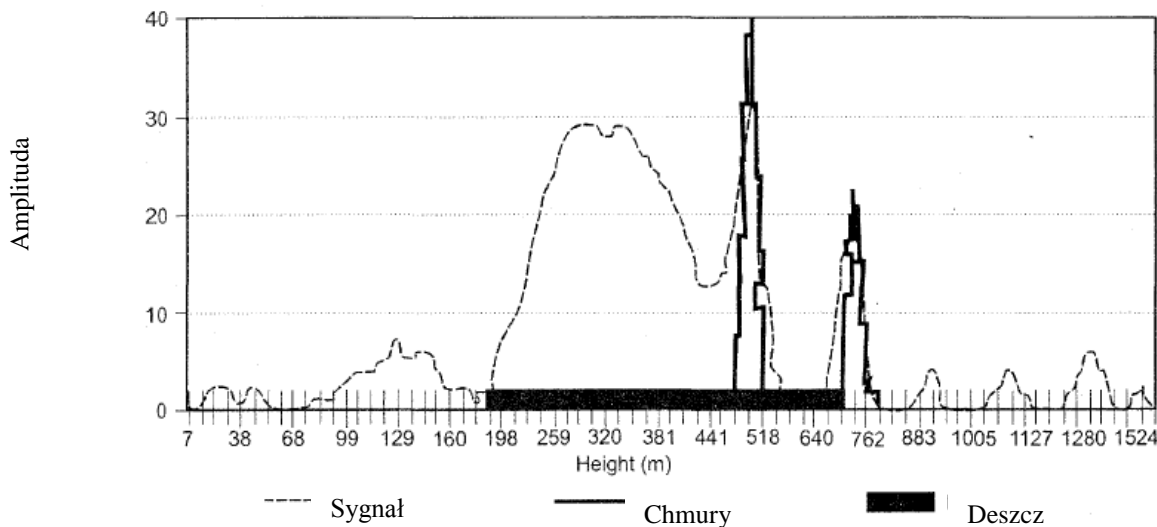
Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

rzeczywistości żaden inny instrument nie dostarcza lepszych danych. Powoduje to, że trudno jest ocenić rzeczywisty poziom niepewności pomiaru. Porównywanie różnych modeli ceilometrów jest jedną z metod ewaluacji niepewności pomiarów, przy braku wiedzy na temat rzeczywistej wysokości podstawy, gdy pomiędzy przyrządami występują różnice. Dodatkowe różnice, oprócz wysokości podstawy, występują, gdy porównanie wskaże występowanie różnic w zdolności do wykrywania chmur, zwłaszcza zależności wysokości podstawy chmur od warunków meteorologicznych.

- 7.4.1.2 Niepewność zwiększa się w przypadku rozmytej podstawy chmur lub silnych opadów. W takim przypadku ceilometr czasami pokazuje widzialność pionową, która często jest zbliżona do wysokości podstawy chmur, zmierzonej przed lub po. W opadzie, gdy podawana jest wysokość podstawy chmur, jest ona zazwyczaj niższa od rzeczywistej.

7.4.2 Widzialność pionowa

- 7.4.2.1 Niektóre ceilometry podają widzialność pionową w określonych warunkach (podobną do profilu rozproszonego sygnału). Ważność wartości widzialności pionowej jest trudna do ustalenia.
- 7.4.2.2 Po pierwsze, pojęcie widzialności pionowej nie jest dobrze zdefiniowane w Załączniku 3. W przypadku widzialności pionowej w miejsce wysokości podstawy chmur, widzialność pionowa jest często niska (pomiędzy 30 m (100 ft) a 210 m (700 ft)) i decyzja uwzględnienia (lub nie) źródła światła w obliczaniu widzialności jest szczególnie istotna. Dla takich wartości widzialność oparta na kontraście różni się od widzialności określonej przy użyciu źródeł światła o czynnik 3.
- 7.4.2.3 Po drugie, dla obserwatora określenie widzialności pionowej jest bardzo trudne. Wymagane są repery pionowe, które nie istnieją (za wyjątkiem podstawy wieży). Takim reperem może być samolot, zbliżający się do progu drogi startowej, ale będzie to reper ruchomy, którego lokalizacji nie można przewidzieć (ponieważ widzialność pionowa zmienia się wolno). Jeżeli obserwator wykorzystuje pionową wieżę, zazwyczaj obserwuje ją pod skosem, zatem ocena jest kompromisem pomiędzy widzialnością pionową i skośną.
- 7.4.2.4 Tym niemniej, pewne kraje używają cyfrowej widzialności pionowej, dostarczanej przez ceilometry, jako najlepszej możliwej informacji, aby sprostać wymaganiom ICAO. W innych państwach preferuje się wskazywanie nieba niewidocznego bez podawania wartości widzialności pionowej.



Rysunek 7-1. Przykład efektu „upakowania”

7.4.3 Wielkość zachmurzenia

- 7.4.3.1 Wadą algorytmu obliczającego warstwy chmur przy wykorzystaniu pomiarów z ceilometru jest to, że zależy od chmur przemieszczających się nad urządzeniem. Skrajny przypadek stacjonarnego pojedynczego cumulusa prowadzi do wskazania OVC, ale jest to mało prawdopodobne. Częściej wielkość zachmurzenia może być nieoszacowana lub przeszacowana w kategoriach (FEW-SCT, SCT-BKN, BKN-OVC). Doświadczenia wykazują znaczne, częstsze występowanie OVC, gdy wielkość zachmurzenia jest szacowana przez algorytm niż obserwowana przez człowieka. Dla obserwatora jakakolwiek przerwa w chmurach oznacza, że należy podać BKN zamiast OVC. Prawdopodobieństwo wykrycia takiej przerwy przez ceilometr jest małe. Obserwator ma także tendencję do przeszacowywania zachmurzenia, jeżeli chmury pokrywają połowę nieba (przejście SCT-BKN). Efekt ten został udokumentowany przez Stany Zjednoczone pod nazwą „efekt upakowania” (Rysunek 7-1). Jest spowodowany tym, że część przerw pomiędzy chmurami jest niewidoczna ze względu na efekt widzialności skośnej. Skos ten, powstający w trakcie obserwacji wykonywanej przez człowieka, jest bardziej znaczący, gdy obserwator znajduje się daleko od obszaru podejścia (przedłużenie progu drogi startowej), a zazwyczaj tak właśnie jest. Obserwacja skośna powoduje, że dla obserwatora trudno jest prawidłowo ocenić obszar pokryty przez chmury; jeżeli obserwator znajduje się w odległości 4 km od środkowego markera (lub od odpowiadającego mu punktu), chmury o wysokości podstawy 400 m są widoczne pod kątem 6° .
- 7.4.3.2 Algorytm automatyczny generuje znaczące błędy w przypadku wolno przesuwających się warstw chmur, które nie są widoczne do momentu, aż nie przesuną się nad ceilometrem. Jednym ze sposobów zmniejszenia tego ograniczenia jest łączenie danych z ceilometrów z danymi czujnika warstwy chmur, opartego na obserwacjach nieba w podczerwieni. Trwają prace rozwojowe nad takim połączeniem.

7.4.4 Identyfikacja cumulonimbusa (CB) i cumulusa wieżowego (TCU)

- 7.4.4.1 Obserwator może rozpoznać występowanie chmur CB wzrokowo (kształt chmury) lub wydedukować jej obecność po wyładowaniach lub grzmotach. Chmura CB zamaskowana w masie chmur może być niewidoczna dla obserwatora i z tego powodu nie zostanie przekazana informacja o jej obecności. Jeżeli błyskawica zostanie zaobserwowana, można rozpoznać również odległą chmurę CB i przekazać o niej informacje. Obserwacje prowadzone przez człowieka mają specyficzną charakterystykę, która różni się od automatycznego wykrywania opartego na analizie zobrazowań radarowych. Obserwator często jest świadom sytuacji meteorologicznej, wykorzystując obrazy radarowe, satelitarne, modele prognostyczne itd. Ekspertyza wykonana przez obserwatora pozwala zatem na wykrycie obecności chmur CB nawet wtedy, gdy nie są one bezpośrednio widoczne ze stacji meteorologicznej.
- 7.4.4.2 Automatyczna identyfikacja chmur CB jest oparta głównie na przekroczeniu progu odbiciowości radaru (na przykład 44 dBZ), związanego z rozpoznaniem lokalizacji komórek. Dlatego konieczne jest ustalenie maksymalnej odległości pomiędzy punktem odniesienia lotniska i komórką, by zidentyfikować chmury CB nad lotniskiem i jego sąsiedztwem. Im odległość jest mniejsza, tym wyższy poziom wykrywania chmur CB przez obserwatora oraz brak możliwości wykrycia tych chmur na drodze automatycznej analizy. Odwrotnie, jeśli odległość jest wielka, poziom wykrycia chmur CB na drodze analizy automatycznej będzie coraz wyższa, a ilość komunikatów od obserwatorów coraz mniejsza. Maksymalny dystans, z którego obserwator musi zgłaszać chmury konwekcyjne nie został zdefiniowany. Definicja otoczenia odnosi się do zgłaszania pogody bieżącej, w tym burz. Można zatem mieć wątpliwości, czy chmury konwekcyjne (CB i TCU) powinny być zgłaszane tylko do odległości 16 km od punktu odniesienia lotniska. Gdy wysokość podstawy chmur jest „niska”, np. 450 m (1500 ft), chmura zlokalizowana w odległości 16 km jest widoczna pod kątem $1,6^\circ$ nad horyzontem, na tyle nisko, że obserwator nie będzie w stanie jej dostrzec z większej odległości. Jednak gdy CB lub TCU są obecne bez innych chmur, mogą być dostrzeżone ze znacznie większej odległości. Na przykład CB o rozpiętości pionowej 7000 m (21 000 ft) może zostać dostrzeżony z odległości dziesiątków kilometrów, o ile nie jest osadzony lub zasnuty innymi chmurami. Co więcej, błyskawice mogą być widoczne nocą z odległości do 100 km. Oznacza to, że CB i TCU mogą być obserwowane przez obserwatora z odległości przekraczającej 16 km. W związku z tym maksymalna odległość zgłaszania CB i TCU nie jest łatwa do zdefiniowania. Badania pokazały, że odległość około 30 km będzie kompromisem, który pozwoli na optymalizację porównania wykrywania przez człowieka i automatykę. W jednym z badań wykazano, że 25 % chmur zgłoszonych przez obserwatora (w komunikatach METAR/SPECI) nie zostało wykrytych przez system automatyczny. Taki wynik może wydawać się bardzo istotnym, ale w tych samych badaniach wykazano, że połowa chmur CB wykryta przez system automatyczny nie została zgłoszona przez obserwatora. Albo system automatyczny generuje fałszywe wskazania chmur CB dla danego obszaru o wysokiej odbiciowości, albo

Rozdział 7. Zachmurzenie

7-9

obserwator nie jest w stanie zauważyć pojedynczej lub większej ilości chmur CB, ukrytych w masie innych chmur. Co więcej, w trakcie tego samego procesu badawczego odkryto, że jeżeli odległość rośnie, wielkość zachmurzenia przez chmury CB nie wykryte przez system automatyczny jest coraz mniejsza, co wydaje się wskazywać na fakt, że w określonych warunkach obserwator prawdopodobnie powiadamia o chmurach CB, które są bardzo daleko.

- 7.4.4.3 Poziom niepewności wykrywania chmur CB zależy głównie od tego, jak definiuje się obserwację chmur CB. Jeżeli definicja oparta jest na poziomie odbiciowości radaru, to zobrazowanie radarowe (jeśli dostępne) daje najlepsze możliwe oszacowanie.
- 7.4.4.4 Powiadamianie o chmurach TCU jest znacznie mniej pewne z powodu trudności w identyfikowaniu cumulusa wieżowego. Obserwator może rozpoznać chmurę TCU tylko wtedy, gdy ją bezpośrednio zobaczy. Dla pojedynczych TCU obserwacje prowadzone przez człowieka w dzień są łatwe. Dla TCU ukrytego w masie chmur obserwacje z poziomu ziemi są znacznie trudniejsze.
- 7.4.4.5 Przy automatycznej analizie zobrazowania radarowego obecność chmur TCU może zostać określona w oparciu o poziom odbiciowości niższy niż ten od chmur CB. Badania wykazały, że próg 33 dBZ jest silnie skorelowany z odchyleniami samolotów z powodu aktywności konwekcyjnej i może być wykorzystywany jako użyteczne narzędzie do wykrywania obecności chmur TCU. Jednak stosunek wykrywania jest trzy razy wyższy niż przy obserwacjach przez człowieka. W czasie silnego deszczu istnieje ryzyko błędnego powiadamiania o chmurach TCU, które niekoniecznie są związane z aktywnością konwekcyjną. Jeżeli czujnik pogody bieżącej jest w stanie wykryć opady przelotne, silne opady przelotne wskazują prawdopodobnie na obecność TCU i/lub CB.
- 7.4.4.6 Jeżeli obecność chmur CB i/lub TCU zostanie wykryta w sąsiedztwie przy wykorzystaniu zdalnych czujników, wysokość podstawy chmur należy podawać jako ///.

7.5 KALIBRACJA I OBSŁUGA

- 7.5.1 Ceilometry obliczają czas powrotu rozproszonego sygnału. Stabilność zmierzonej odległości jest zatem powiązana ze stabilnością oscylatora, który jest wyjątkowo stabilnym elementem elektronicznym. Konstrukcja mechaniczna przyrządu gwarantuje, że, poza przypadkami wstrząsów mechanicznych, osie optyczne nadajnika i odbiornika wiązki optycznej nie przemieszczają się.
- 7.5.2 Zdolność ceilometru do wykrywania chmur jest ostatecznie określana przez czułość i stabilność mierzonego profilu rozproszenia i algorytmu przetwarzającego dane. Czułość mierzonego profilu rozproszenia lub stosunek sygnału do szumu zależą od konstrukcji optyki i elektroniki ceilometru. Stabilność czułości jest określana głównie przez stabilność źródła światła i odbiornika. Wiele ceilometrów monitoruje te parametry wewnętrznie.
- 7.5.3 Powierzchnie optyczne muszą być przejrzyste i czyste. Mechanizm podgrzewający czujniki utrzymuje je wolne od kondensacji. Okienko ochronne nie może być zanieczyszczone, ponieważ może to powodować powstawanie fałszywego sygnału lub

7-10

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

osłabienie sygnału, uniemożliwiając wykrycie chmur. Proste, ręczne czyszczenie powierzchni jest wystarczające. Wiele ceilometrów posiada automatyczny wentylator, zapobiegający degradacji zdolności wykrywania z powodu zanieczyszczenia okienka przez krople deszczu lub płatki śniegu.

- 7.5.4 Długość „życia” lasera zależy od czujnika i laser często ma krótszy okres wykorzystania niż sam czujnik; spadki napięcia skracają ten czas jeszcze bardziej.
- 7.5.5 Ceilometry dostępne na rynku mają następujące wewnętrzne elementy nadzorujące: podgrzewanie, zanieczyszczenie, moc lasera i wskaźnik stanu czujnika w trakcie emisji wiadomości. Występują zazwyczaj trzy stany: normalny, ostrzegawczy i błędu, co umożliwia uprzedzenie użytkownika, zanim pomiary automatycznie zostaną unieważnione. Dlatego ważne jest dla działu zaopatrzenia opracowanie właściwego prowadzenia tej diagnostyki i przekazywania informacji serwisowych.

7.6 LOKALIZACJA POMIARÓW

- 7.6.1 Załącznik 3 zaleca, aby obserwacje chmur dla komunikatów METAR/SPECI były reprezentatywne dla całego lotniska i jego sąsiedztwa, a dla komunikatów lokalnych dla strefy podejścia. Dla tej strefy najlepszą lokalizacją jest marker środkowy lub odległość 900 lub 1200 m od progu drogi startowej. W praktyce pomiary z lokalizacji w pobliżu markera środkowego (lub pozycji równoważnej) są akceptowane zarówno w obu rodzajach komunikatów lokalnych jak i w komunikatach METAR/SPECI.
- 7.6.2 Instalowanie ceilometru w pobliżu markera środkowego może czasami być bardzo kosztowne z powodu braku zasilania, komunikacji i ochrony. W takim przypadku należy wybrać inną lokalizację, jak np. próg drogi startowej, gdzie są zainstalowane inne czujniki widzialności, łącznie z systemami RVR.

Rozdział 8 TEMPERATURA POWIETRZA I PUNKTU ROSY

8.1 WPROWADZENIE

Temperatury powietrza i punktu rosy są parametrami meteorologicznymi, używanymi do określenia bieżących warunków meteorologicznych, obliczania masy startowej, informowania pasażerów itd. Temperatury powietrza i punktu rosy muszą być reprezentatywne dla wszystkich dróg startowych, chociaż dla całego lotniska używa się tylko po jednym parametrze. W konsekwencji pomiar musi być prowadzony w miejscu, które jest uważane za reprezentatywne dla lotniska i nie podlega specyficznym fluktuacjom z powodu otaczającego je środowiska. Pomiar musi być dokonywany w otwartym i naturalnie wentylowanym obszarze, a czujnik musi być chroniony przez ekran lub klatkę.

8.2 METODY POMIAROWE

8.2.1 Czujniki temperatury

8.2.1.1 Do pomiaru temperatury może być wykorzystywanych kilka zasad fizycznych, związanych z różnymi typami czujników. Standardowym czujnikiem obejmującym zakres temperatury powietrza, który jest usilnie zalecany ze względu na liczne zalety, jest platynowa sonda oporności Pt100, której najczęściej spotykaną wartością oporności jest 100 omów (Ω) przy 0°C . Czasami stosuje się również sondy o oporności 1000 Ω przy 0°C . Sondy klasy A ICE 60751² mają czynnik niepewności mniejszy od $0,2^{\circ}\text{C}$ dla typowego zakresu pomiarowego (-40°C do $+60^{\circ}\text{C}$).

8.2.1.2 Ponieważ platyna jest odporna na korozję, sondy z platynowym drucikiem są doskonale stabilne w czasie, zwłaszcza gdy platynowy drucik jest dobrze chroniony. Dlatego preferuje się używanie sond właściwie chronionych mechanicznie. Czujniki z osłoną z metalu odpornego na korozję są używane w niektórych państwach i doświadczenie pokazało ich doskonałą stabilność, tzn. wiarygodność w zakresie $0,2^{\circ}\text{C}$ przez okres ponad 20 lat.

8.2.2 Czujniki wilgotności względnej

8.2.2.1 Najbardziej rozpowszechniona i najbardziej ekonomiczna metoda określania temperatury punktu rosy składa się z pomiarów temperatury powietrza i wilgotności względnej. Temperatura punktu rosy jest następnie wyliczana w oparciu o te dwa parametry.

² Normy Międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej dla przemysłowych termometrów opornościowo-platynowych.

8-2

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

W konsekwencji ważne jest, aby te dwa pomiary były wykonane w tej samej klatce, by odzwierciedlały wartości tej samej próbki powietrza. Zasady obliczania i zalecane wzory są opisane w publikacji WMO „Przyrządy i obserwacje meteorologiczne” (WMO nr 8).

8.2.2.2 Większość używanych czujników wilgotności to higrometry pojemnościowe. Mają one warstwę przewodzącą okrytą substancją organiczną i warstwę metaliczną wystarczająco cienką, aby być przepuszczalną dla pary wodnej. W rezultacie pojemność elektryczna zmienia się zgodnie ze stałą dielektryczną warstwy organicznej, która zależy od wilgotności względnej. Chociaż na rynku istnieje wiele różnych higrometrów impedancyjnych, nie wszystkie z nich radzą sobie z nasyceniem, co może prowadzić do znacznego odchylenia pomiarowego. Dlatego istotne jest używanie czujników specjalnie zaprojektowanych do działania w warunkach nasycenia, które często występują w klatkach z przyrządami. Takie czujniki są dopuszczone do używania w meteorologii.

8.2.2.3 Doświadczenie pokazuje, że niepewność najlepszych higrometrów wynosi 3 procenty i generalnie mieści się w zakresie od 5 do 6 procent dla całego zakresu temperatury i wilgotności względnej. Wartość niepewności jest mniejsza w warunkach bliskich nasyceniu. Odpowiednio wartość niepewności dla punktu rosy zależy od niepewności wilgotności względnej i temperatury. Tabela 8-1 podaje wartość niepewności dla temperatury punktu rosy, uwzględniając 5 % niepewność dla wilgotności względnej, przy różnych temperaturach i poziomach wilgotności względnej.

8.2.2.4 Czujnik wilgotności względnej musi być regularnie kalibrowany w laboratorium i zazwyczaj proces ten jest wykonywany raz do roku.

8.2.3 Czujniki temperatury punktu rosy

8.2.3.1 Istnieje kilka rodzajów czujników bezpośrednio mierzących temperaturę punktu rosy. Niektóre działają w oparciu o lustro chłodzone do momentu, aż pojawi się rosa lub szron. Szron jest wykrywany optycznie, gdy wiązka światła skierowana na lustro ulega rozproszeniu. Sonda temperatury (zazwyczaj Pt 100) mierzy wtedy temperaturę zwierciadła. Aby zachować ciągłość pomiarów temperatura lustra jest regulowana tak, aby uzyskać temperaturę punktu rosy.

8.2.3.2 Czujniki temperatury punktu rosy o chłodzonym lustrze często są modelami laboratoryjnymi. Istnieją jednak modele, które zostały zaadoptowane do ciągłych pomiarów na zewnątrz, w których rozwiązano problem zanieczyszczenia lustra przez pył.

8.2.3.3 Inne czujniki dokonują pomiaru wilgotności względnej poprzez podgrzewanie powietrza, by zapobiec osiągnięciu stanu nasycenia. Metoda ta pozwala wykonywać pomiary wilgotności względnej przy bardzo wąskich zakresach wilgotności i temperatury, co powoduje zmniejszenie wielkości niepewności pomiarów. Odczyt temperatury powietrza jest wykonywany w pobliżu czujnika wilgotności względnej, a następnie wyliczana jest temperatura punktu rosy.

8.2.3.4 Niepewność bezpośredniego pomiaru temperatury punktu rosy jest rzędu od 0,5 °C do 1 °C.

8.2.4 Klatka meteorologiczna

8.2.4.1 Czujniki muszą być chronione w klatce. Bez klatki błąd pomiaru temperatury może osiągać 20 °C. Klatka musi chronić czujniki przed efektami promieniowania słonecznego i radiacyjnego, jak również przed opadami oraz zapewniać wystarczającą wentylację czujników.

Tabela 8-1. Niepewność pomiaru temperatury punktu rosy, w °C, przyjmując wartość niepewności dla wilgotności względnej (RH) wynoszącą 5 procent

Temperatura powietrza	RH=20%	RH=40%	RH=60%	RH=80%	RH=100%
-20 °C	2,3	1,3	0,8	0,7	0,6
0 °C	2,7	1,5	1	0,8	0,8
30 °C	3,3	1,8	1,3	1	0,9

8.2.4.2 Istnieją klatki z wentylacją sztuczną, wymuszoną i wentylowane naturalnie, pasywne. Klatki nigdy nie są neutralne, zawsze wywierają wpływ na pomiary. Klatki dobrze zaprojektowane, z intensywną wentylacją, przynoszą znacznie więcej korzyści niż klatki pasywne. Ogólna charakterystyka klatek jest wyszczególniona w Normie ISO 17714.

8.2.4.3 Pomiary temperatury, nawet w klatce, mogą być obarczone błędem rzędu 2 °C. Przy klatkach pasywnych taki błąd występuje często przy intensywnym promieniowaniu słonecznym połączonym ze słabą wentylacją. Tak jak przy wilgotności względnej, duże błędy mogą wystąpić przy zaniku mgły i wzroście temperatury powyżej 0 °C, gdy klatka nadal jest mokra lub „zmrożona”. W tak ekstremalnych warunkach odczyty wilgotności względnej mogą różnić się o 50 procent, co oznacza różnicę kilku stopni C dla punktu rosy. Tak jak przy temperaturze powietrza, niepewność związana z klatkami jest generalnie wyższa niż niepewność związana z czujnikiem (Pt100) i systemem pozyskiwania danych. Jednak pożądana dokładność wynosząca $\pm 1^\circ\text{C}$ jest osiągnięta tylko w dobrze zaprojektowanych klatkach.

8.3 ŹRÓDŁA BŁĘDÓW

8.3.1 Zarówno dla temperatury powietrza jak i punktu rosy impuls atmosferyczny jest kombinacją powolnych zmian związanych z cyklem dobowym i ewentualnym przejściem zaburzeń oraz szybkich zmian wywołanych turbulencjami i opadami. Pojemność cieplna klatki może wpływać na opóźnioną reakcję czujnika na impuls atmosferyczny, co z kolei może generować chwilowe błędy pomiarów sięgające kilku stopni. Ponieważ te błędy powstają w trakcie szybkich, a zatem krótkotrwałych faz zmienności, nie wpływają w istotny sposób na użytkownika.

8.3.2 W warunkach konwekcyjnych następują szybkie zmiany wilgotności względnej, mogące dochodzić do 10 % w ciągu jednej minuty, co odpowiada zmianom temperatury punktu rosy o kilka stopni C na minutę. Takie zmiany występują zazwyczaj w warunkach

8-4

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

temperatur dodatnich i mają niewielki wpływ operacyjny. Mogą one jednak zaskoczyć użytkownika.

8.4 LOKALIZACJA POMIARÓW

8.4.1 Pomiary powinny być prowadzone w miejscach uważanych za reprezentatywne dla lotniska. Należy zachować szczególną ostrożność, by uniknąć czynników lokalnych, które mogą powodować, że pomiary przestaną być reprezentatywne dla lotniska, np. w pobliżu budynków i w obszarach narażonych na podmuchy z silników odrzutowych. Poza efektami lokalnymi, zmienność przestrzenna ma generalnie niewielki wpływ i nie wymaga stosowania pomiarów wielopunktowych.

8.4.2 Pomiary temperatury powietrza i punktu rosy są wykonywane w ogródku meteorologicznym, jeśli taki jest zorganizowany. Zaleca się, aby pomiary były prowadzone w otwartym terenie nad gruntem pokrytym naturalną, niską roślinnością. Rzeczywista wysokość pomiarów zależy od krajowych praktyk meteorologicznych, które przyjęły jedną z wartości określonych przez WMO w zakresie od 1,25 do 2 metrów. Ważne jest, aby zachować wysokość przynajmniej 1,25 m, ponieważ gradient temperatury w zależności od wysokości rośnie w bezpośredniej bliskości gruntu. Może to prowadzić do pomiarów, które nie są wystarczająco reprezentatywne dla temperatury powietrza.

8.4.3 Na obszarach, gdzie występuje akumulacja śniegu na gruncie, wymagany jest system podnoszenia i obniżania klatki, aby zachować w miarę stałą wysokość nad powierzchnią zalegającego śniegu. Jeżeli taki system nie jest dostępny, wtedy wysokość instalacji musi być powiększona, aby zapobiec zagrzebaniu klatki pod warstwą zalegającego śniegu. W takich warunkach wysokość większa od 2 metrów jest do przyjęcia, ponieważ gradient temperatury dla wysokości od 1,5 do 5 metrów jest niski i generalnie mniejszy od 1 °C.

Rozdział 9 CIŚNIENIE

9.1 WPROWADZENIE

9.1.1 Ciśnienie jest mierzone na wysokości bezwzględnej zainstalowanego barometru. Wartości mierzone przez barometr są używane do obliczania QNH i QFE.

9.1.2 QNH jest ciśnieniem zredukowanym do średniego poziomu morza (MSL) przy wykorzystaniu standardowego profilu atmosfery ICAO („Podręcznik atmosfery standardowej ICAO (rozcigającej się do 80 km (262 500 ft)” (Doc 7488)). QNH podaje znormalizowaną wartość ciśnienia, niezależną od wysokości bezwzględnej pomiaru. Wysokościomierze wykorzystujące ten sam standardowy profil mogą wyprowadzić/wskazać wysokość bezwzględną nad danym punktem, znając QNH w tym punkcie. Jeżeli wysokościomierz zostanie ustawiony w oparciu o QNH, wysokościomierze ciśnieniowe wskażą wysokość nad poziomem morza i oficjalną wysokość bezwzględną lotniska po wylądowaniu.

9.1.3 QFE jest ciśnieniem zredukowanym do oficjalnej wysokości bezwzględnej lotniska, przy wykorzystaniu najbardziej właściwego profilu atmosfery i uwzględniającego, jeśli konieczne, temperaturę powietrza na lotnisku. Jeżeli wysokościomierz zostanie ustawiony według QFE, wysokościomierz wskaże wysokość nad poziomem odniesienia QFE i 0, po wylądowaniu. Poziomem odniesienia do obliczenia QFE powinna być (oficjalna) elewacja lotniska. Dla dróg startowych nieprecyzyjnego podejścia, której próg znajduje się 2 m (7 ft) lub poniżej albo powyżej elewacji lotniska, a także dla dróg precyzyjnego podejścia dodatkowe QFE należy redukować do właściwej elewacji progu.

9.2 ALGORYTMY

9.2.1 Ciśnienie mierzone za pomocą barometru (oznaczane jako „Pbar”) musi być podawane z dokładnością równą lub mniejszą od 0,1 hPa. Wyliczenia wartości QNH i QFE muszą być wykonane z dokładnością równą lub mniejszą od 0,1 hPa. Końcowe i operacyjne wartości QNH i QFE są zaokrąglane w dół do najbliższych całych hektopaskali.

9.2.2 Aby określić QNH w pierwszej kolejności trzeba obliczyć QFE, bez względu na to, czy są one przekazywane czy nie, biorąc pod uwagę różnice w bezwzględnych wysokościach pomiędzy oficjalną elewacją lotniska i rzeczywistą wysokością bezwzględną barometru. Obliczenia te powinny być oparte o „Podręcznik atmosfery standardowej ICAO (rozcigającej się do 80 km (262 500 ft)” (Doc 7488), wykorzystując rzeczywistą temperaturę powietrza zmierzoną w czasie wykonywania obliczeń. Przy małych różnicach można użyć stałej wartości temperatury powietrza (15°C). W Tabeli 9-1 przedstawiono $dp = QFE - Pbar$ przy różnicy – 10m pomiędzy oficjalną wysokością lotniska (Href) i wysokością barometru (Hz) dla pewnych wartości temperatury. Dla rzeczywistych wartości Href – Hz różnica dp jest proporcjonalna do różnicy Href – Hz. Można zauważyć, że efekt różnicy temperatur o 30°C w odniesieniu do + 15°C wynosi około 0,12 hPa. Dla małych wartości Href – Hz (< 10m),

9-2

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

rzeczywista temperatura powietrza może zostać pominięta przy obliczaniu QFE. Dla wyższych wartości zaleca się wykorzystywanie rzeczywistej temperatury powietrza.

Tabela 9-1. Wpływ temperatury na korekcję (w hPa) używaną do zredukowania ciśnienia z poziomu wysokości barometru do poziomu oficjalnej wysokości lotniska dla różnicy wysokości 10 m

T	dp (hPa)
15 °C	1,19
- 15 °C	1,33
+ 45 °C	1,08

Dodatkowe wartości QFE dla odpowiednich elewacji progów są obliczane przy wykorzystaniu tej samej procedury (P_{bar} i H_{prog} – Hz). QNH jest obliczane z QFE lotniska (dla wysokości bezwzględnej H_{ref}), korzystając z „Podręcznika atmosfery standardowej ICAO (rozsiewającej się do 80 km (262 500 ft))” (Doc 7488) w następujący sposób:

- Po pierwsze, obliczenie równoważnej wysokości bezwzględnej H dla atmosfery standardowej ICAO:

$$H = 44330,77 - 11880,32 \times QFE^{0,190263}$$

- a następnie:

$$QNH = 1013,25 \times \left(1 - 0,0065 \times \frac{(H - H_{ref})}{288,15} \right)^{5,25588}$$

Wartości liczbowe zostają obliczone i zaokrąglone ze wzorów i wartości różnych parametrów, opisanych w Doc 7488.

9.3 ŹRÓDŁA BŁĘDÓW

9.3.1 Przemieszczanie się powietrza powoduje dynamiczne zmiany ciśnienia. Rząd wielkości efektu ciśnienia dynamicznego wynosi około 0,3 hPa przy prędkości wiatru 10 m/s (20 kt) i 1 hPa dla prędkości 20 m/s (40 kt).

9.3.2 Głowice statyczne zostały opracowane dla instalacji zewnętrznych i obecnie są dostępne u kilku wytwórców. Ten port ciśnieniowy tworzy bufor objętości powietrza, który minimalizuje efekt ciśnienia dynamicznego, redukując go o połowę lub więcej. Takie głowice statyczne są zalecane dla barometrów instalowanych na zewnątrz w miejscach, które są narażone na częste silne wiatry.

9.3.3 Efekty ciśnienia dynamicznego mogą występować również wewnątrz budynków, ale są znacznie słabsze. Zależą od konfiguracji samego budynku, lokalizacji i rodzaju otworów, jak również od kierunku wiatru. Zatem nie ma możliwości podania prostych zasad

Rozdział 9. Ciśnienie

9-3

umieszczania barometru w budynku. Jednak w większości wypadków lepiej jest zainstalować barometr w pokoju, w którym nie ma bezpośredniego połączenia z zewnątrz.

9.3.4 Sposobem sprawdzenia, czy efekty ciśnienia dynamicznego wpływają na pomiar, jest analiza zmienności ciśnienia w małej skali czasowej (np. 10 minut). Zmiany większe od 0,2 hPa powyżej zmienności liniowej ciśnienia są bezpośrednim wskaźnikiem efektu ciśnienia dynamicznego. Na przykład niektóre państwa używają algorytmów, które automatycznie wskazują wysoką zmienność ciśnienia i nagłe, niezwykle zmiany ciśnienia.

9.4 KALIBRACJA I OBSŁUGA

9.4.1 Barometr jest właściwym czujnikiem używanym do pomiaru wartości bezwzględnych z rozdzielczością i dokładnością rzędu 0,1 hPa w granicach około 1000 hPa. Oznacza to, że barometr musi mieć dokładność względną blisko 10^{-4} (0,1 hPa/1000 hPa). Powoduje to, że należy zastosować pewne środki ostrożności dla czujnika i jego elektroniki. Aby uniknąć dodatkowych źródeł niepewności zaleca się, aby używać barometrów z wyjściem cyfrowym, co eliminuje dodatkowe błędy przy konwersji analogowo/cyfrowej w systemie automatycznym.

9.4.2 Jeżeli barometr jest zainstalowany na zewnątrz, stała dokładność musi być zachowana dla całego zakresu temperatur zewnętrznych. Może to oznaczać konieczność kalibracji przy różnych temperaturach. Gdy uwzględni się efekty temperatury, powtarzalność i czynniki meteorologiczne, pożądana dokładność dobrych barometrów wynosi około $\pm 0,3$ hPa. Aby cały czas utrzymywać dokładność, barometr musi być regularnie kalibrowany. Okres kalibracji zależy od charakterystyki barometru. Modele obecnie dostępne na rynku mogą być kalibrowane raz do roku. Dłuższe okresy są możliwe dla niektórych modeli. Niektóre z nich mają kilka (2 lub 3) czujników w jednej obudowie, podając bezpośrednie pomiary nadmiarowe, które można porównać w poszukiwaniu odchylenia pomiarowego czujnika w trakcie kalibracji.

9.4.3 Zaleca się, aby przyrządy były kalibrowane w laboratorium meteorologicznym. Tym niemniej możliwe jest sprawdzenie, a nawet kalibracja w warunkach polowych, przy wykorzystaniu odpowiednich przyrządów: przenośnego barometru referencyjnego z generatorem ciśnienia. Na przykład niektóre państwa kontrolują (bez regulacji) barometry w miejscu ich instalacji każdego roku, natomiast co dwa lata barometry są kalibrowane w laboratorium (z możliwością regulacji).

9.4.4 Nawet gdy barometr jest używany na zewnątrz i w związku z tym poddawany jest zmianom temperatury, prawidłowa kalibracja może być przeprowadzona tylko w warunkach kontrolowanej temperatury (zazwyczaj $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$), co zapewnia, że możliwy dryf kompensacji temperatury jest bardzo niski i może być pominięty.

9.5 LOKALIZACJA POMIARU

9.5.1 Po rozważeniu wpływu temperatury i efektu ciśnienia dynamicznego wywieranego na czujnik zaleca się, aby barometr był instalowany wewnątrz lub aby porty czujnika były odpowiednio zabezpieczone przed efektem ciśnienia dynamicznego.

9-4

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

9.5.2 Zaleca się, aby barometr NIE był instalowany w budynkach z klimatyzacją. Jeżeli zostanie zainstalowany w takim budynku, to port ciśnienia powinien mieć bezpośrednie połączenie z zewnątrz, albo barometr znajduje się w części budynku, która nie posiada klimatyzacji.

9.5.3 Używanie portów ciśnienia także może powodować problemy. Jeśli jest on podłączony bezpośrednio z zewnątrz, może to generować błąd ciśnienia dynamicznego (patrz 9.3). W takiej sytuacji może być potrzebny bufor objętościowy aby zminimalizować błędy. Połączenie takie wymaga również rurki, która cały czas musi być otwarta. Rurka ma zazwyczaj niewielką średnicę, co stanowi ryzyko zablokowania przez pył, owady, pająki itd. Jeśli rurka jest zablokowana, zmiany ciśnienia są bezpośrednio powodowane przez zmiany temperatury, zatem barometr zmienia się w termometr. Zmiana o 1°C powoduje zmianę ciśnienia o 3 hPa. Zatem jest bardzo istotne kontrolowanie rurki regularnie.

9.5.4 Chociaż optymalnym rozwiązaniem jest NIE instalowanie barometrów w budynkach z klimatyzacją, ryzyko związane z portami ciśnienia może prowadzić do istotnie znaczących błędów niż wywołane przez klimatyzację. W rzeczywistości odczyty zaniżone lub zawyżone wywołane klimatyzacją są bardzo niskie, niższe od 0,1 hPa. W „białych pokojach” (gdzie utrzymywane są sterylne warunki aby ułatwić pracę komputerów i innego wrażliwego sprzętu), gdzie utrzymywane jest nadciśnienie, by uniknąć obecności cząsteczek kurzu, odczyty ciśnienia są zawyżone tylko o 0,1 hPa.

Rozdział 10

INFORMACJE UZUPEŁNIAJĄCE

10.1 Załącznik 3 zaleca dodawanie następujących informacji do lokalnych komunikatów meteorologicznych i/lub komunikatów METAR/SPECI:

- pogoda ubiegła (wszystkie komunikaty);
- istotne warunki meteorologiczne w strefach podejścia i wznoszenia, wraz ze wskazaniem ich lokalizacji (lokalne regularne i specjalne komunikaty meteorologiczne);
- uskok wiatru (wszystkie komunikaty);
- stan drogi startowej, stan morza i temperatura powierzchniowa wody (komunikat METAR/SPECI, zgodnie z zapisami regionalnej umowy żeglugi powietrznej).

10.2 Informacje dodatkowe mogą być dołączane do danych z systemów automatycznych, jeśli systemy mogą wykryć te zjawiska.

10.3 Systemy automatyczne dostarczające informacji o pogodzie bieżącej mogą również przekazywać dane o pogodzie ubiegłej, obserwowanej na lotnisku od czasu ostatniego komunikatu lub w ciągu ostatniej godziny. Spośród wielu zjawisk pogody ubiegłej, wiele może zostać przekazane przez systemy automatyczne, zwłaszcza te dotyczące opadów, tzn. miniony deszcz (RERA), miniony śnieg (RESN), miniona mżawka (REDZ), miniony silny deszcz przelotny (RESHRA), miniony silny śnieg przelotny (RESHSN) i możliwe opady marznące (tzn. miniona mżawka marznąca (REFZDZ) i miniony deszcz marznący (REFZRA), a także zakończona burza (RETS)). Metody, charakterystyki i ograniczenia automatycznych obserwacji pogody bieżącej i możliwych do stosowania zjawisk pogody ubiegłej są opisane w rozdziale 6.

10.4 Wymagane informacje o większości istotnych warunków meteorologicznych (tzn. chmurach cumulonimbus, burzach, umiarkowanej lub silnej turbulencji, uskoku wiatru, gradzie, silnej linii szkwałów, umiarkowanego lub silnego oblodzenia, opadach marznących, silnej fali górskiej, burzach piaskowych lub pyłowych, wysokiej zamieci śnieżnej i chmurach lejkowych (trąba wodna lub tornado)), włączane do komunikatów lokalnych, wraz ze wskazaniem lokalizacji danego zjawiska obecnie nie są zgłaszane automatycznie. Jednak technologia zdalnego wykrywania może zostać użyta w przyszłości do tych celów.

10.5 Odnośnie wykrywania uskoku wiatru niektóre lotniska są wyposażone w naziemne zdalne urządzenia wykrywania lub rozpoznawania (profile wiatrowe lub radar dopplerowski). W takim przypadku informacje o znaczącym uskoku wiatru mogą być automatycznie dołączane do komunikatów METAR/SPECI. Istnieją również naziemne systemy wykrywające uskok wiatru, oparte o wiele czujników wiatru ustawionych w szereg (zazwyczaj od 12 do 16) na lotnisku. Taki system wymaga wcześniejszego przebadania miejsca lokalizacji. Te systemy generują ostrzeżenia i dostarczają informacji cyfrowych lub graficznych. Są zazwyczaj instalowane na wielkich lotniskach i nie są całkowicie zautomatyzowane. Tym niemniej, są potencjalnym źródłem wykrywania i automatycznego kodowania uskoku wiatru jako informacji uzupełniających, włączanych do komunikatów lokalnych i komunikatów METAR/SPECI.

*10-2**Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach*

10.6 Temperatura wód powierzchniowych i stan morza mogą być rozpoznawane automatycznie i włączane do komunikatów METAR/SPECI, gdy system automatyczny jest zainstalowany na platformie z lądowiskiem na morzu (przeznaczonym dla helikopterów). Stan morza dotyczy wysokości fal i może być przekazywany automatycznie przy wykorzystaniu „swell gauges” (tj. przyrządu mierzącego wysokość i okres fali).

10.7 Stan drogi startowej nie jest elementem meteorologicznym i dlatego nie jest omawiany w tym podręczniku.

Rozdział 11

ZINTEGROWANE SYSTEMY POMIAROWE

11.1 KATEGORIE ZINTEGROWANYCH SYSTEMÓW POMIAROWYCH

11.1.1 Systemy pomiarowe różnią się złożonością, od prostych systemów czujników i dedykowanych im wyświetlaczy do systemów, które obsługują kilka dróg startowych lub są zdolne do automatycznego kodowania komunikatów METAR/SPECI i komunikatów lokalnych.

11.1.2 Wyświetlacze czasami są połączone bezpośrednio z czujnikami, zwłaszcza gdy prezentują wiatr lub ciśnienie. Najprostszy system pomiarowy może składać się z pomiaru wiatru, ciśnienia, temperatury powietrza i wilgotności. Niektóre systemy mogą lokalnie wyliczać wymagane parametry (np. średnią prędkość wiatru za 2 minuty oraz wartości maksymalną i minimalną, QNH i QFE i temperaturę punktu rosy). Zatem proste systemy zawierające czujniki i dedykowane im wyświetlacze mogą wystarczyć dla informacji lokalnych, bez wymogu centralnej jednostki przetwarzającej. Systemy te jednak nie są w stanie dostarczać informacji o widzialności i/lub chmurach. Można przyjąć, że są one wystarczające dla małych lotnisk, gdzie jednostki ATS przekazują informacje pilotom. Jednak nie mogą one automatycznie kodować komunikatów METAR/SPECI.

11.1.3 Przy instalowaniu takich systemów należy zachować ostrożność. W rzeczywistości używanie minimalnych systemów prowadzi czasami do odrzucania zasad posadowienia przyrządów (zwłaszcza dla wiatru) lub obniżenia jakości czujników i ich kalibracji. Barometry mechaniczne z puszkami igłowymi są czasami wykorzystywane, ale ich doskonałość meteorologiczna jest znacznie poniżej zalecanej. Tym niemniej, ciśnienie atmosferyczne jest szczególnie ważne dla małych lotnisk, które nie mają przyrządowych systemów lądowania (ILS). Powszechne jest instalowanie mierników wiatru na dachu wieży kontroli lotów w warunkach, które generują znaczące błędy pomiarowe.

11.1.4 Zintegrowane systemy mają komputer centralny, który zbiera wszystkie pomiary, dokonuje niezbędnych obliczeń i rozpowszechnia informacje. Lokalne rozpowszechnianie parametrów jest wykonywane tymi samymi liniami lub terminalami, które zbierają wszelkie wymagane informacje i wyświetlają je, gdy są potrzebne. Przy takich systemach nie ma potrzeby instalowania dedykowanych wyświetlaczy dla każdego czujnika, chyba że jest to ustalone w lokalnych umowach dotyczących komfortu prezentacji lub instalowania zapasowych systemów prezentacji danych. Gdy używa się określonych wyświetlaczy, często są one powiązane z pomiarami wiatru i czasami wartościami ciśnienia (QNH/QFE).

11.1.5 Wyświetlacze informacji lokalnych z tego powodu często są zbierane na tym samym terminalu. Istnieją dwie główne możliwości:

- a) Terminal może być częścią meteorologicznego systemu pomiarowego. W takim przypadku zobrazowanie jest generowane przez komputer centralny na konsoli alfanumerycznej lub czasami na konsoli graficznej, która może zawierać mapę konturową lotniska.

11-2

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

- b) Wyświetlacz nie jest częścią meteorologicznego systemu pomiarowego, który regularnie rozpowszechnia komunikaty lokalne do wyświetlaczy zewnętrznych. Na przykład jednostka może być jednym ze specyficznych komputerów na lotnisku, który jest w stanie wyświetlać inne użyteczne informacje, oprócz informacji meteorologicznych i przesyłać je do jednostek ATS i innych użytkowników.

11.1.6 Obecnie w częściowo automatycznych systemach pomiary wiatru, ciśnienia, temperatury powietrza i punktu rosy są zawsze wykonywane automatycznie. Możliwe jest dodanie jednego lub więcej czujników pomiaru widzialności, jednego lub więcej ceilometrów, lub jednego lub więcej czujników RVR. Komputer umożliwia monitorowanie pomiarów oraz ich uzupełnienie o ręcznie wprowadzaną wielkość zachmurzenia, rodzaj chmur, pogodę bieżącą i informacje uzupełniające. Po wprowadzeniu obserwacji uzupełniających wykonanych przez człowieka komputer koduje komunikaty METAR/SPECI i generuje komunikaty lokalne.

11.1.7 W systemach całkowicie zautomatyzowanych kodowanie METAR/SPECI jest automatyczne i komunikat zawiera określenie „AUTO”. Komunikaty lokalne również są kodowane automatycznie. Obecnie systemy automatyczne nie są w stanie dostarczyć wszystkich informacji wymaganych przez Załącznik 3, także kodowanie jest częściowe. Nie wszystkie systemy oferują takie same możliwości, zależy to od używanych przyrządów i algorytmów. Dlatego niezbędne jest informowanie użytkowników, za pomocą krajowego Zbioru Informacji Lotniczych (AIP) (zgodnie z zapisami w „Podręczniku Służby Informacji Lotniczej” (Doc 8126)) o możliwościach i ograniczeniach używanych systemów.

11.1.8 Najprostsze systemy mierzą wiatr, ciśnienie, temperaturę powietrza i punktu rosy. Takie systemy dostarczają użytecznych informacji dla małych lotnisk, ale ich wewnętrzne ograniczenia wykluczają możliwość właściwego kodowania komunikatu METAR/SPECI.

11.1.9 Bardziej zaawansowane systemy automatyczne wykorzystują miernik rozproszenia do widzialności, ceilometr do mierzenia wysokości podstawy chmur i szacowania wielkości zachmurzenia oraz czujnik (lub grupy czujników) do pogody bieżącej. Oznacza to, że mogą dostarczać informacji o widzialności, chmurach i pogodzie bieżącej, ale i one mają swoje ograniczenia (np. widzialność jest mierzona w jednym punkcie, kilka warstw chmur jest wskazywanych przez jeden ceilometr i wykrywanie różnych typów pogody bieżącej przez jeden czujnik). Co więcej, obecność chmur CB lub TCU nie może być wykryta. Jednak takie systemy są zaprojektowane do kodowania komunikatów METAR/SPECI i komunikatów lokalnych. Są one używane na małych lotniskach i czasami w połączeniu z obserwacjami wykonywanymi przez człowieka, w określonych przedziałach czasu.

11.1.10 Bardziej kompletne systemy automatyczne wykorzystują kilka czujników widzialności, czasami kilka ceilometrów do mierzenia chmur, uzupełniające czujniki do pogody bieżącej (np. lokalne detektory wyładowań atmosferycznych lub informacje z sieci pomiaru wyładowań i informacje z radaru pogodowego do wykrywania obecności chmur konwekcyjnych). Mogą również wykonywać obliczenia RVR. Takie systemy są bliskie spełnienia wymagań zapisanych w Załączniku 3. Możliwości kompletnego systemu zależą od czujników i używanych algorytmów. W najbliższych latach można oczekiwać dalszego postępu.

11.1.11 W każdym przypadku, czy to możliwości czy też ograniczeń systemu, istotne jest, aby pamiętać, że „... specyficzne wartości danego elementu podane w komunikacie powinny być

Rozdział 11. Zintegrowane systemy pomiarowe

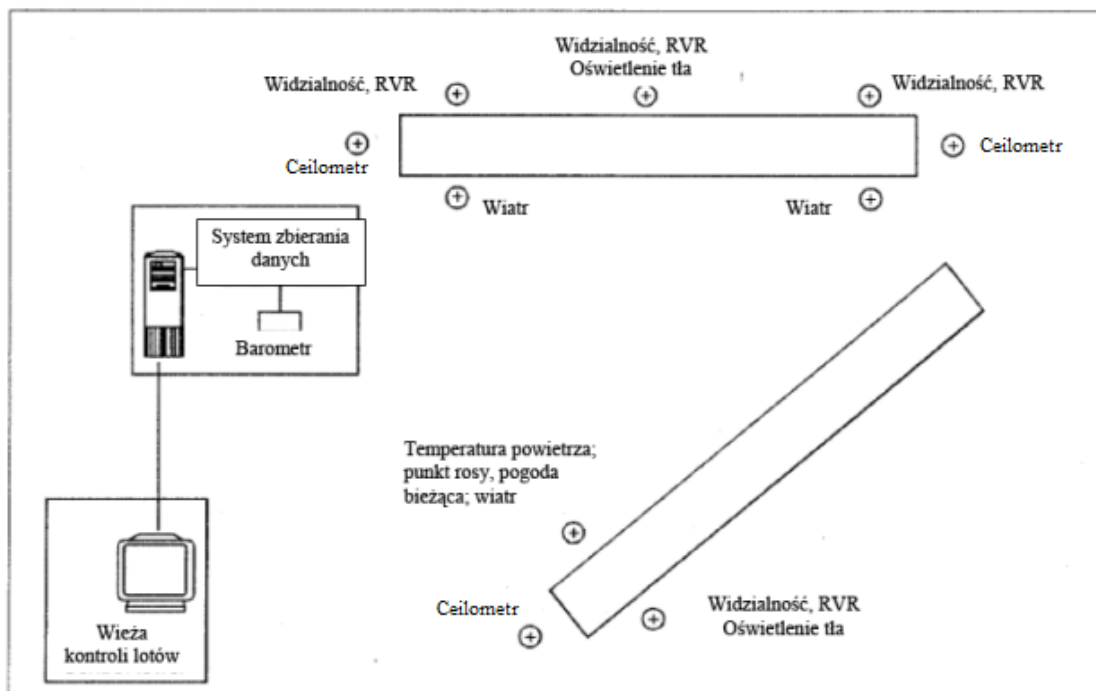
11-3

rozumiane przez odbiorcę jako najlepsze przybliżenie aktualnych warunków w czasie obserwacji” (Załącznik 3, 4.1.9).

11.1.12 Prawdą jest, że w niektórych obszarach, systemy automatyczne są słabsze od człowieka – obserwatora. Jest dużo opinii dotyczących większych ograniczeń systemu w pełni automatycznego niż ograniczeń systemu, w którym wykorzystywany jest obserwator, który czasami jest uważany za doskonały, ale w rzeczywistości nie zawsze tak jest. Przykładem jest widzialność: obserwator znajdujący się w obszarze objętym mgłą nie może określić warunków na progu drogi startowej. Co bardziej istotne, informacje z systemów automatycznych są czasami bardziej obiektywne, ponieważ definicje są bardziej jasne i zwięzłe niż informacje od obserwatora.

11.1.13 Doskonałość systemu automatycznego nie może być określona poprzez bezpośrednie porównanie z obserwatorem, ale raczej przez końcową jakość serwisu dostarczanego użytkownikom lotniczym. System automatyczny i obserwator wykorzystują różne metody obserwacji. Na przykład analiza sygnałów z ceilometru skierowanego pionowo do góry by określić warstwy chmur czasami daje niewłaściwe wyniki. Tak samo może się zdarzyć, ale z innych powodów, z obserwacjami wykonywanymi przez człowieka w nocy.

11.1.14 Schematy różnych systemów są przedstawione na Rysunkach 11-1, 11-2 i 11-3.



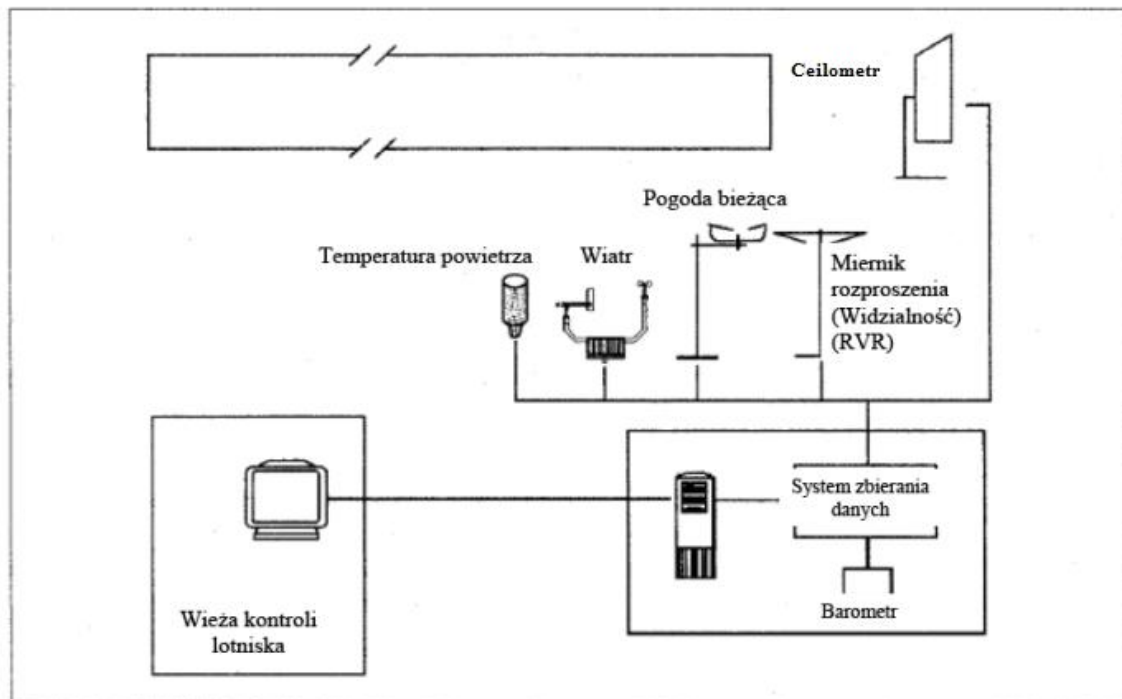
Rysunek 11-1. Kompletny system z wiatrem, temperaturą, ciśnieniem, kilkoma miernikami rozproszenia do widzialności i RVR, ceilometrami, pogodą bieżącą i możliwością odbierania danych radarowych o wylądowaniach

11-4

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

11.2 OBLICZANIE PARAMETRÓW METEOROLOGICZNYCH

Niektóre parametry meteorologiczne są przekazywane bezpośrednio z czujników (np. temperatura powietrza), inne wymagają obliczeń, wykonywanych głównie przez centralny komputer. Algorytmy muszą być powszechnie znane i muszą stosować się do zalecanych metod postępowania lub norm z Załącznika 3. Ten podręcznik zawiera dodatkowe wskazówki.

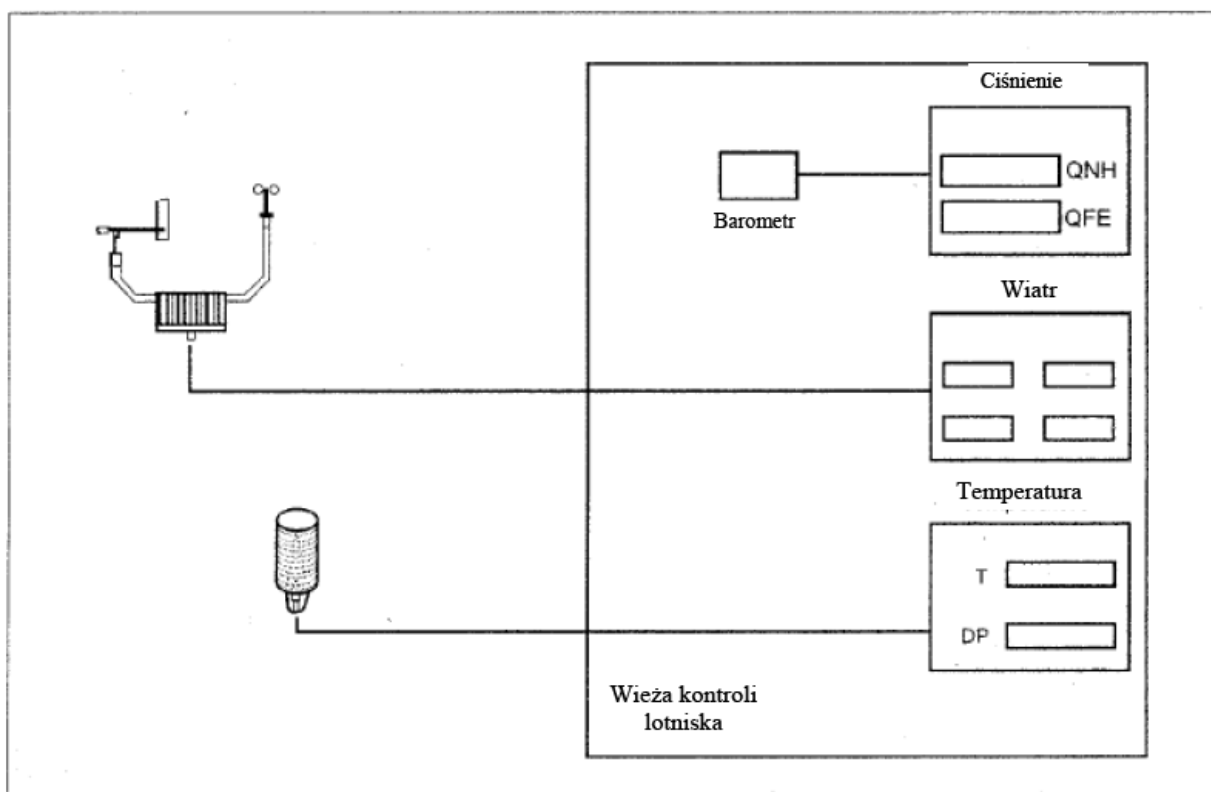


Rysunek 11-2. System automatyczny typu ASOS z wiatrem, temperaturą, ciśnieniem, miernikiem rozproszenia, ceilometrem i pogodą bieżącą

11.3 ARCHIWIZOWANIE DANYCH

11.3.1 Starsze systemy pomiarowe często miały rejestratory graficzne. Systemy automatyczne mogą zapisywać pomiary i obliczone informacje oraz informacje od obserwatorów, w formie numerycznej, w zdefiniowanym okresie.

11.3.2 Zalecana jest archiwizacja dostarczanych informacji. Załącznik 3 wymaga, aby wszystkie materiały z briefingów, łącznie z informacjami meteorologicznymi, były zachowane przez jeden miesiąc dla celów możliwych analiz. Jednak gdy dane są archiwizowane długoterminowo w bazie danych, nabierają wartości statystycznych i mogą być używane do różnych celów, np. planowania operacyjnego i lotniskowego. Wielkość informacji archiwizowanych jest kompatybilna z istniejącymi metodami przetwarzania danych.



Rysunek 11-3. Prosty system z ciśnieniem, temperaturą, czujnikiem wiatru i dedykowanymi wyświetlaczami

11-6

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

11.4 TECHNIKI GROMADZENIA DANYCH

11.4.1 Aby dostarczyć reprezentatywnych próbek czujniki meteorologiczne są czasami rozmieszczone na całym lotnisku. Zatem informacje muszą być przesyłane do jednego z komputerów centralnych.

11.4.2 W celu uniknięcia utraty i zniekształcenia danych sygnały analogowe z czujników nie powinny być przesyłane na duże odległości. Lepiej jest przekształcić sygnał analogowy na sygnał cyfrowy w miejscu lokalizacji czujnika lub zainstalować system gromadzenia w obudowie meteorologicznej, bezpośrednio przy czujniku.

11.4.3 Wiele czujników, szczególnie czujniki kompleksowe jak widzialnościomierz, ceilometr lub czujnik pogody bieżącej, które muszą przetworzyć bezpośredni sygnał, posiadają obecnie wyjście cyfrowe.

11.4.4 Komputer centralny jest zatem „zasilany” przez jedną lub więcej linii „cyfrowych”, jak linie telefoniczne i modemy, linie telefoniczne i RS485, włókna światłowodowe i transmisje radiowe. Wykorzystywane metody muszą także uwzględniać ochronę przed wyładowaniami elektromagnetycznymi. Wykorzystywane techniki muszą być niezawodne i często muszą być dostosowywane do wykorzystywania linii przesyłowych dostępnych na lotnisku. Należy zauważyć, że koszt położenia linii kablowej może być znacznie wyższy niż cena samego czujnika.

11.5 SPRAWDZANIE DZIAŁANIA I OBSŁUGA

11.5.1 Normalną praktyką jest sprawdzanie działania przyrządów, czujników, komputerów i systemu danych w regularnych odstępach czasu i prowadzenie właściwej obsługi. Wymagania obsługi i jej okresowość zależą od rodzaju używanego przyrządu, warunków lokalnych i zaleceń producenta (rozdziały od 3 do 9).

11.5.2 Powinien istnieć plan przeglądów i napraw dla każdego czujnika i dla całego systemu. Każdy element systemu automatycznego może zawieść lub ulec awarii. Niektóre czujniki mają możliwość wysłania ostrzeżenia o obniżeniu sprawności zanim nastąpi awaria, np. spadek napięcia baterii, zanieczyszczenie powierzchni optycznych, moc impulsu diody laserowej i porównanie nadmiarowych pomiarów. Gdy zainstalowany jest komputer centralny, możliwe jest przeprowadzanie sprawdzeń krzyżowych pomiędzy parametrami w celu wykrycia możliwych anomalii lub dryfu. Jeżeli jest zainstalowanych wiele czujników mierzących ten sam rodzaj parametrów (na przykład meteorologiczny zasięg widzialności), użyteczne jest statystyczne sprawdzanie zmienności.

11.5.3 Obsługa powinna być zorganizowana w ten sposób, aby ramy czasowe naprawy i prawdopodobieństwo zakończenia jej sukcesem były określone. Zakończenie naprawy sukcesem zależy od ekspertyzy serwisu i od dostępności i lokalizacji części zapasowych. Niektóre czujniki powinny być zdwojone w celu utrzymania zapasu, tak jak powinien istnieć zapasowy system przetwarzania i gromadzenia danych, zwłaszcza na wielkich lotniskach. Duplikacja prowadzi do zwiększenia bezpieczeństwa i zmniejszenia obciążenia serwisu, a zatem może być istotną alternatywą ekonomiczną.

11.6 CZĘSTOŚĆ OPRACOWYWANIA

11.6.1 METAR musi być opracowany co godzinę, a czasami co 30 minut, zgodnie z procedurami regionalnymi.

11.6.2 SPECI musi być wydawane w przypadku pogorszenia i polepszenia kryteriów z Załącznika 3 (Dodatek 3, 2.3.2). Automatyczne wykrywanie warunków dla SPECI z uzyskanych pomiarów jest możliwe. Doświadczenie z systemami ASOS pokazało, że automatyczne wykrywanie dało w wyniku znacznie więcej komunikatów SPECI (mniej więcej 3 razy) niż gdy warunki dla SPECI były określone przez obserwatora. Obserwator wykorzystuje swoją wiedzę o warunkach meteorologicznych i zdolności analityczne do zmniejszenia ilości komunikatów SPECI. Mimo 10-minutowego okresu wymaganego do potwierdzenia poprawy warunków, system automatyczny generuje więcej komunikatów. Na lotniskach z wieloma czujnikami RVR można obserwować przekraczanie limitów RVR wiele razy, zarówno przy pogarszaniu jak i polepszaniu, z poszczególnych czujników. Z drugiej strony, człowiek obserwator sortuje informacje w głowie, co ogranicza liczbę komunikatów SPECI.

11.6.3 Częstość opracowywania komunikatów lokalnych jest taka sama jak dla komunikatu METAR. Jednak wymagane są wyświetlacze, dla jednostek ATS, do wiatru, RVR i ciśnienia, a także zaleca się dla wysokości podstawy chmur, temperatury powietrza i punktu rosy. Wyświetlacze te przedstawiają parametry, które zmieniają się w czasie, jak wiatr, widzialność i RVR, i z tego powodu muszą być często uaktualniane. Akceptowalna jest częstość co jedną minutę. Większość parametrów musi reprezentować okres przynajmniej jednej minuty. Jeżeli są one obliczane raz na minutę, co często ma miejsce, nie byłoby użytecznym częstsze przekazywanie informacji. Pewne parametry, jak wiatr, mogą być obliczane przy zastosowaniu większej częstotliwości. Aktualizacja częstsza niż raz na minutę jest zatem możliwa, zwłaszcza jeśli jest wykonywana w specjalnym kanale dla wiatru (wyświetlacz dedykowany). Jeżeli wykorzystywany jest pojedynczy kanał dla wszystkich informacji, jednodominutowy okres jest dobrym kompromisem. Dłuższych okresów należy unikać.

Rozdział 12

OBSERWACJE ZDALNE

12.1 WPROWADZENIE

12.1.1 Załącznik 3 nie wymaga instalacji przyrządów do zdalnych obserwacji meteorologicznych. Jednak niektóre systemy oferują ciekawe możliwości dla użytkowników lotniczych, ale obecne metody wykorzystywania wydanych informacji meteorologicznych, tzn. opracowywanie komunikatów lokalnych i komunikatów METAR/SPECI, są przeszkodami na drodze do uzyskania większości oferowanych informacji. Zaletami tych komunikatów jest to, że są one proste, jasno zdefiniowane i dlatego rozpoznawane przez użytkowników lotniczych. Komunikaty METAR/SPECI mogą być rozpowszechniane przez wszystkie kanały telekomunikacyjne, nawet najprostsze, co jest użyteczne przy ubogiej infrastrukturze. Jednak niektóre informacje są tracone, gdy dane z obserwacji zdalnych są redukowane do kilku znaków w alfanumerycznej informacji, ale proces ten jest czasem konieczny, by dostęp do informacji był łatwiejszy. Typowym przykładem tego problemu jest wykrywanie komórek konwekcyjnych przy użyciu radaru, z czego można uzyskać informacje wskazujące na obecność chmur CB lub TCU (patrz rozdział 7). Zobrazowania radarowe przygotowane do prezentacji tych obszarów o wielkiej odbiciowości zawierają jednak więcej szczegółowych informacji o rozciągłości strefy, ruchach wewnątrz niej i stopniu zagrożenia. To może być użyteczne zarówno dla pilotów jak i jednostek ATS, pozwalając na przewidzenie możliwości omijania. Takie metody obserwacji są czasami używane, ale obecnie nie podlegają standaryzacji.

12.1.2 Ten rozdział opisuje możliwości konkretnych systemów zdalnych obserwacji.

12.2 METODY POMIARU I ICH MOŻLIWOŚCI

12.2.1 Zobrazowania radarowe

12.2.1.1 Wykorzystanie radaru do wykrywania i lokalizowania chmur CB i TCU zostało omówione w rozdziale 7.

12.2.1.2 Zobrazowanie radarowe (lub kompozycyjne zobrazowanie radarowe) nie zawsze jest doskonałe i może zawierać błędy, jak echa z obiektów stacjonarnych lub jasne pasy (przejście ciekły/stały). Dlatego pierwotne zobrazowanie często musi być interpretowane przez profesjonalnego meteorologa i nie zawsze spełnia operacyjne potrzeby lotnicze. Zamiast używać zobrazowania pierwotnego znacznie efektywniej jest przygotować lub wyekstrahować produkt bardziej przyjazny użytkownikowi. Jedno z państw eksperymentuje z takim produktem, który ma cztery progi odbiciowości i wygładzone strefy konwekcyjne, z możliwością nałożenia informacji o wyładowaniach. Produkt ten jest dostępny dla jednostek ATS aby przekazać im informacje o strefach o wysokiej odbiciowości, co pozwoli z wyprzedzeniem skierowywać samoloty poza nie, choć statki powietrzne często mają własne radary pokładowe, dostarczające analogicznych informacji. Ten typ zobrazowań zawiera

12-2

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

znacznie więcej informacji, niż proste stwierdzenie obecności lub braku chmur CB lub TCU, włączanych do komunikatów METAR/SPECI.

12.2.1.3 Oprócz wykrywania opadów, możliwości radaru dopplerowskiego można wykorzystać do wykrywania lokalnych prądów zstępujących i uskoków wiatru w obszarach lotniska. Zazwyczaj taki radar jest zlokalizowany na wysokości zbliżonej do poziomu lotniska, tak że może on skanować najniższe kilkaset metrów w poszukiwaniu zbieżności lub rozbieżności układu wiatru. Powinien mieć on niezakłócone pole obserwacji drogi startowej i jego promień radarowy powinien być skierowany wzdłuż drogi startowej. Powinien być prawie równoległy do drogi startowej. Radar wykrywa składową wiatru w kierunku do/od radaru (wiatr radialny), aby określić warunki dla uskoku wiatru nad drogą startową i w ścieżkach zbliżania i odlotu. Z właściwym oprogramowaniem informacje o uskoku wiatru mogą być prezentowane w postaci graficznej, by wskazać lokalizację i intensywność uskoku wiatru. Alfanumeryczna informacja alarmowa zawiera lokalizację uskoku wiatru i jego intensywność dla określonego korytarza drogi startowej i może zostać wygenerowana do rozpowszechniania do odpowiednich jednostek ATS oraz do dołączenia do komunikatów lokalnych i komunikatu METAR/SPECI, jak to omówiono w rozdziale 10.

12.2.2 Sieć wykrywania wyładowań

12.2.2.1 Istnieją sieci wykrywające wyładowania w oparciu o ich sygnaturę elektromagnetyczną (rozdział 6). Najbardziej rozpowszechniona technologia wykrywa wyładowania chmura – ziemia z dokładnością lokalizacji zależną od gęstości sieci i jej topologii, np. z czujnikami oddalonymi o 200 km osiągnięta precyzja to 1 km. Systemy dokładniej lokalizujące wyładowania chmura – ziemia i chmura – chmura także istnieją.

12.2.2.2 Ten typ sieci jest najlepszym sposobem określenia aktywności elektrycznej związanej z burzami i jest wartościowym narzędziem uzupełniającym dla meteorologów. Umożliwia zlokalizowanie elektryczności w czasie rzeczywistym z doskonale precyzyjną lokalizacją. Chociaż możliwe jest przesłanie informacji o obecności burzy nad lotniskiem lub w jego sąsiedztwie do systemów automatycznych, trudności techniczne związane są z transmitowaniem informacji w czasie rzeczywistym od komputera centralnego sieci wykrywania wyładowań do automatycznych systemów obserwacji na lotnisku. Wraz z rozwojem telekomunikacji, oferującej coraz więcej możliwości technicznych, w wielu krajach prowadzi się prace rozwojowe nad wykorzystaniem informacji z sieci do wykrywania wyładowań, do przekazywania pogody bieżącej TS lub VCTS i możliwej obecności chmur CB w komunikatach lokalnych i komunikatach METAR/SPECI (rozdziały 6 i 7).

12.2.3 Zobrazowania satelitarne

Zobrazowania satelitarne wykorzystujące fale podczerwone pozwalają na pomiar temperatury wierzchołków chmur i, w kombinacji z wysoką odbiciowością radarową, wykrywanie komórek burzowych i chmur CB i TCU, o wielkiej rozciągłości pionowej i które z tego powodu mają zimne wierzchołki. Przyrządy, które automatycznie wykrywają komórki

Rozdział 12. Obserwacje zdalne

12-3

burzowe, zostały opracowane w kilku państwach i mogą być używane, razem ze zobrazeniami radarowymi, w celu identyfikacji CB i TCU.

12.2.4 Profile wiatrowe

12.2.4.1 Profile wiatrowe mierzą pionowy profil wiatru i mogą być użyteczne w miejscach występowania uskoku wiatru.

12.2.4.2 Istnieją dwa profile wiatrowe, oparte na falach ultradźwiękowych (SODAR) i elektromagnetycznych (radary UHF). System anten emituje impulsy w kilku pionowych kierunkach. Część wysyłanego sygnału jest rozpraszana przez małe niejednorodności w atmosferze (takie jak zmiany współczynnika załamania) i wraca do systemu anten, które służą za odbiorniki. Czas, w którym sygnał powróci, określa odległość. Częstotliwość sygnału przesuwa się zgodnie z momentem kątowym objętości atmosfery, która rozproszyła sygnał (efekt Dopplera). Kombinacja prędkości kątowej w różnych kierunkach wysyłania impulsów (przynajmniej trzech) umożliwia obliczenie prędkości poziomej w pasmach na różnych wysokościach.

12.2.4.3 Te przyrządy mogą obliczać profile o wysokiej częstotliwości, na przykład co 10 minut, zapewniając ciągłość w czasie rzeczywistym. Profile mogą zawierać błędy spowodowane przez sygnały pasożytnicze; dlatego wymagane jest filtrowanie algorytmów. Algorytmy te w większości wykorzystują profile poprzednie do monitorowania czasowej spójności następných profili. Typowym wyjściem z takiego systemu jest czasowa sukcesja profili wiatru, przedstawiana jako wektory. Możliwe jest ustawienie progu uskoku wiatru, aby uzyskać syntetyczny wskaźnik, który może zostać wykorzystany przez lokalne ATC i może być włączany do komunikatów lokalnych i komunikatów METAR/SPECI jako informacje uzupełniające.

12.2.5 LIDAR

LIDAR (*LIGHT DETECTION AND RANGING*) emituje impuls zazwyczaj niewidocznego światła laserowego i analizuje powracający sygnał, rozproszony przez atmosferę w jednym lub w więcej kierunkach, z czego może wyprowadzić wiatr, współczynnik ekstynkcji i inne parametry. Skośny pomiar z odległości umożliwia zmierzenia wiatru nad drogą startową lub strefą podejścia. Niestety, sygnał optyczny może być osłabiony przez deszcz, chmury lub mgłę, co powoduje „oślepienie” przyrządu i jego bezużyteczność. Tym niemniej, LIDAR jest użyteczny w wykrywaniu uskoku wiatru w warunkach czystej atmosfery (np. uskok wiatru wywołany bryzą morską, porywy frontowe przed burzami lub topografia). Ten typ przyrządu jest drogi i w przeszłości był używany tylko do badań, obecnie jest używany na niektórych lotniskach do monitorowania uskoku wiatru.

Rozdział 13

ZAPEWNIENIE JAKOŚCI

13.1 Załącznik 3 (rozdział 2.2) zaleca wdrożenie systemu zarządzania jakością, który zagwarantuje, że produkty i serwis spełnią oczekiwania użytkowników lotniczych.

Uwaga. – Zalecenie opracowania i wdrożenia systemu zarządzania jakością stało się standardem z dniem 15 listopada 2012 r.

13.2 Zarządzanie jakością powinno być oparte o ISO 9000 serii 2008, co zapewni, że produkty i usługi spełnią wymagania użytkowników; standard ten wprowadza idee ciągłego doskonalenia jakości.

13.3 W systemie zarządzania jakością potrzeby muszą być przekształcone w realne cele, znane i akceptowane przez użytkowników. Produkty i usługi muszą zostać dostosowane do celów i musi istnieć sposób pomiaru, czy zamierzone cele zostały osiągnięte. Na koniec błędy muszą zostać skorygowane, przy zachowaniu ograniczeń systemu zarządzania jakością.

13.4 Schemat ogólny wygląda następująco:

- a) Znane są wymagania użytkownika;
- b) Zidentyfikowano procesy ustanowione do spełnienia tych wymagań;
- c) Określono cele poszczególnych procesów;
- d) Uzyskano zgodę użytkownika dla tych celów (lub renegocjowano je);
- e) Ustalono metody osiągnięcia celów;
- f) Mierzy się osiągnięte cele i ustalono właściwy zestaw wskaźników;
- g) Nadzoruje się wykonanie i identyfikuje anomalie;
- h) Mierzy się zadowolenie klienta;
- i) Podejmuje się działania zapobiegawcze i korygujące;
- j) Łączy się poszczególne operacje, aby utrzymać ciągłe doskonalenie jakości (plan – wykonanie – sprawdzenie – działanie).

13.5 W przypadku automatycznych lotniskowych systemów obserwacyjnych schemat z grubsza wygląda następująco:

- a) Znane są wymagania użytkowników lotniczych. Załącznik 3 (rozdział 4 i Dodatek 3) określa podstawy obserwacji meteorologicznych;
- b) Identyfikuje się i dokumentuje procesy produkcji, zarządzania i wspierania w odniesieniu do obserwacji meteorologicznych dla lotnictwa;
- c) Zdefiniowanie celów: możliwości systemów automatycznych, dodatkowe możliwości, sprawdzenie niezawodności, akceptowane i nieakceptowane ramy czasowe napraw serwisowych;
- d) Użytkownicy akceptują cele (lub je renegocjują) i ustanawiają, jeśli to jest wymagane, oficjalny protokół rozbieżności. Brak zasobów lub personelu (w przypadku obserwacji wykonywanych przez ludzi) może oznaczać, że zainstalowany system i/lub metody obserwacji nie spełniają wszystkich norm i

13-2

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

zalecanych metod postępowania ICAO. Jakość musi być zależna od jasnych definicji możliwości i ograniczeń systemu i związanych usług;

- e) Uzyskanie pewności, że cele są osiągalne, tzn. zdefiniowanie obsługi przez ludzi, części zapasowych, przeglądów okresowych itd. Zasad i rozwiązań jest wiele: najważniejsze jest, aby były zdefiniowane i osiągalne. Jest to szczególnie istotne dla systemów automatycznych, o których łatwo „zapomnieć”, ponieważ są automatyczne. Odnosi się to zwłaszcza do prostych systemów na małych lotniskach, gdzie środki finansowe na obserwacje mogą zostać zredukowane;
- f) Zdefiniowanie częstotliwości kalibracji i obsługi;
- g) Mierzenie osiągniętych celów i ustanowienie właściwych wskaźników;
- h) Postępowanie według zasad oraz identyfikowanie i lokalizowanie anomalii;
- i) Mierzenie satysfakcji użytkownika oraz działania poprawiające jakość;
- j) Ocenienie zadowolenia użytkownika z usług systemów automatycznych, zarówno poprzez komunikaty lokalne jak i komunikaty METAR/SPECI;
- k) Podejmowanie działań korekcyjnych i zapobiegawczych. Oznacza to ulepszenie systemu przez cały okres użytkowania w celu zwiększenia możliwości i zmniejszenia ograniczeń. Jest to szczególnie ważne dla automatycznych systemów pomiarowych, które w chwili obecnej nie spełniają w pełni wymagań Załącznika 3.

13.6 Cele jakości i procesy ich osiągnięcia należy uwzględnić także przy nabywaniu automatycznych lotniskowych systemów pomiarowych. Należy wypisać specyfikacje systemu tak, by odzwierciedlały wymagania zapewnienia jakości.

13.7 Zanim nowy system zostanie uruchomiony, odpowiednia organizacja powinna zaświadczyć, że dostarczone produkty spełniają wymagania specyfikacji. Przykład weryfikacji zgodności ze specyfikacją został przedstawiony poniżej:

- a) testy własne;
- b) inspekcje w trakcie testów fabrycznych FAT;
- c) rzetelna ewidencja przekazana przez dostawcę, np.:
 - raport z testów strony trzeciej lub deklarację zgodności/ przydatności do wykorzystania wydany przez kompetentną organizację, opartą na dokumentacji testów i zastosowaniu uniwersalnych kryteriów;
 - inna dokumentacja, jak przeprowadzone i udokumentowane przez dostawcę wiarygodne testy.

Uwaga 1. – Działanie niektórych czujników meteorologicznych może być trudne do zweryfikowania z powodu braku standardowych definicji dokładności. Szczególną uwagę należy zwrócić na specyfikację działania takich przyrządów, np. czujników pogody bieżącej i chmur. Metody weryfikacji powinny być wyszczególnione w połączeniu z celami dokładności, ponieważ są one niezależne.

Uwaga 2. – Wskazówki dotyczące specyfikacji przyrządów meteorologicznych są podane w Dodatku B.

Rozdział 13. Zapewnienie jakości

13-3

Dodatek A ALGORYTMY

Przedstawione poniżej algorytmy są użyte tylko jako przykłady. Należy zauważyć, że nie wyczerpują one listy i jest prawdopodobne, że niektóre z nich, zwłaszcza te wykorzystywane do pogody bieżącej, mogą być niewłaściwymi w niektórych częściach świata z powodu różnic klimatycznych.

Kierunek wiatru (1)

Kierunek wiatru jest podzielony na dwie grupy: jedną dla półkuli wschodniej (tzn. $0^\circ < \text{kierunek} \leq 180^\circ$) z liczbą e danych punktowych i drugą dla półkuli zachodniej (tzn. $180^\circ < \text{kierunek} \leq 360^\circ$) z liczbą w danych punktowych. Wartość średnia dla półkuli wschodniej D_E i wartość średnia dla półkuli zachodniej D_W są liczone:

$$D_E = (\text{suma wszystkich kierunków dla półkuli wschodniej})/e$$

$$D_W = (\text{suma wszystkich kierunków dla półkuli zachodniej})/w$$

Gdy różnica jest mniejsza lub równa 180° (tzn. $D_W - D_E \leq 180^\circ$), kierunki wiatru kierują się generalnie w stronę półkuli południowej. Kierunek średni jest obliczany:

$$\text{kierunek średni} = [D_W \times w + D_E \times e] / [w + e]$$

Gdy różnica jest większa od 180° (tzn. $D_W - D_E > 180^\circ$), kierunki wiatru kierują się generalnie w stronę półkuli północnej. Kierunek średni jest wyliczany:

$$\text{kierunek średni} = [(D_W - 360^\circ) \times w + D_E \times e] / [w + e]$$

Jeśli wynik jest mniejszy lub równy 0, do wartości średniej dodaje się 360° .

Znacząca nieciągłość wiatru (2)

Można używać tego następująco:

- a) Biorąc pod uwagę zmiany kierunku o 30° , kierunek ciągły nie powinien być wykorzystywany bezpośrednio, ponieważ nagłe zmiany często osiągają wartość szczytową 30° , bez generalnej zmiany kierunku wiatru;
- b) Znacząca nieciągłość musi być utrzymana przynajmniej przez 2 minuty, tak więc wiatr średni musi być użyty za okres 2 minut (prędkość i kierunek);
- c) Obliczyć ff2 i DD2 (wartości średnie prędkości i kierunku za ostatnie 2 minuty);
- d) Obliczyć ff8 i DD8 (wartości średnie prędkości i kierunku za 8 minut); oblicza się najpierw 2 minuty (tzn. nie bierze się pod uwagę ostatnich 2 minut). By ograniczyć obliczenia możliwe jest użycie średniej wartości za 10 minut,

A-2

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

- obliczonej 2 minuty wcześniej. Rezultat nie będzie się specjalnie różnił i wartość średnia za 10 minut jest zazwyczaj liczona regularnie;
- e) Porównanie DD2 z DD8. Jeżeli oba średnie kierunki różnią się o więcej niż 30° i średni wiatr przed lub po (ff2 lub ff8) jest większy od 5 m/s (10 kt), oznacza to znaczącą nieciągłość dwie minuty temu;
 - f) Porównanie ff2 z ff8. Jeżeli absolutna wartość różnicy jest większa od 5 m/s (10 kt), oznacza to znaczącą nieciągłość;
 - g) Jeżeli znacząca nieciągłość zostanie wykryta, należy odnotować moment jej wystąpienia, by obliczyć kolejne wartości średnie. Gdy znacząca nieciągłość zostaje wykryta, ostatnia wartość obliczona dla okresu 2 minut musi zostać wykorzystana dla wartości średniej. Dla następnych minut parametry będą obliczane dla okresu 3 minut, 4 minut i następnych, aż zostanie uzyskany normalny okres 10-minutowy.

Znacząca nieciągłość wiatru (3)

Można używać tego następująco:

- a) Biorąc pod uwagę zmiany kierunku o 30° , kierunek ciągły nie powinien być wykorzystywany bezpośrednio, ponieważ nagłe zmiany często osiągają wartość szczytową 30° , bez generalnej zmiany kierunku wiatru;
- b) Znacząca nieciągłość musi być utrzymana przynajmniej przez 2 minuty, tak więc wiatr średni musi być użyty za okres 2 minut (prędkość i kierunek);
- c) Obliczyć ff2 i DD2 (wartości średnie prędkości i kierunku za ostatnie 2 minuty);
- d) Obliczyć ff8 i DD8 (wartości średnie prędkości i kierunku za 8 minut); oblicza się najpierw 2 minuty (tzn. nie bierze się pod uwagę ostatnich 2 minut). By ograniczyć obliczenia, możliwe jest użycie średniej wartości za 10 minut, obliczonej 2 minuty wcześniej. Rezultat nie będzie się specjalnie różnił i wartość średnia za 10 minut jest zazwyczaj liczona regularnie;
- e) Porównanie DD2 z DD8. Jeżeli oba średnie kierunki różnią się o więcej niż 30° i średni wiatr przed lub po (ff2 lub ff8) jest większy od 5 m/s (10 kt), oznacza to znaczącą nieciągłość dwie minuty temu. Jednak jeżeli 2-minutowe zmiany kierunku wiatru są większe lub równe 60° , wtedy odrzuca się znaczącą nieciągłość i wraca do punktu c);
- f) Porównanie ff2 z ff8. Jeżeli absolutna wartość różnicy jest większa od 5 m/s (10 kt), oznacza to znaczącą nieciągłość dwie minuty temu. Jednak jeżeli 2-minutowe zmiany kierunku wiatru są większe lub równe 60° , wtedy odrzuca się znaczącą nieciągłość i wraca do punktu c);
- g) Jeżeli znacząca nieciągłość zostanie wykryta, należy odnotować moment jej wystąpienia, by obliczyć kolejne wartości średnie. Gdy znacząca nieciągłość zostaje wykryta, ostatnia wartość obliczona dla okresu 2 minut musi zostać wykorzystana dla wartości średniej. Dla następnych minut parametry będą

Dodatek A. Algorytmy

A-3

obliczane dla okresu 3 minut, 4 minut i następnych, aż zostanie uzyskany normalny okres 10-minutowy.

Wykrywanie i usuwanie sztucznych porywów (4)

Należy podjąć wszelkie wysiłki, aby lokalizacja anemometrów na lotnisku była taka, by uniknąć sztucznych porywów, np. z wylotów silników odrzutowych lub wzbudzonych wirów. Używanie poniższego algorytmu do wykrywania i usuwania sztucznych porywów jest ostatnim wyjściem.

Istotą algorytmu jest możliwość odróżnienia w czasie rzeczywistym sztucznych i naturalnych maksymalnych porywów. Jeżeli poryw maksymalny zostanie zidentyfikowany jako poryw sztuczny, dane pomiarowe są modyfikowane, z uwzględnieniem poprzednich pomiarów, do 10 minut wcześniej. Sztuczne porywy są rozpoznawane z powodu ich ekstremalnego zachowania i typowej struktury, która odbiega od naturalnych fluktuacji prędkości wiatru. Co więcej, takie porywy zazwyczaj przekraczają dopuszczalne wartości znormalizowanej prędkości wiatru. Wartość tego maksimum zależy od szorstkości terenu lub długości szorstkości lokalnej i powinna zostać określona zanim zostanie zastosowany algorytm. Dostrojenie wykorzystywanych stałych jest zalecane, by poprawić doskonałość.

Wykrywanie sztucznych porywów:

- a) Obliczanie bezwymiarowego parametru nazwanego „znormalizowany wiatr” maksymalny u_n następująco:

$$u_n = (u_{\max} - U) / \sigma_u$$

gdzie:

u_{\max} = aktualny, tzn. ciągły, mierzony poryw wiatru (średnia z 3 sekund);

U = 10 minutowy wiatr średni;

σ_u = odchylenie standardowe z 10 minutowego wiatru średniego (U i σ_u są obliczane przy użyciu tych samych danych prędkości wiatru).

- b) Poryw wiatru zostaje uznany za sztuczny, jeśli:

$$u_n > 5$$

wartość progowa 5 została ustalona na drodze eksperymentu i zależy tylko od szorstkości terenu, wyrażonej przez długość szorstkości z_0 (wartość dla terenu otwartego $z_0 = 0,03$ m).

Usuwanie sztucznych porywów:

- a) Aby zmniejszyć ryzyko usunięcia rzeczywistego porywu, algorytm do usuwania sztucznych porywów odnosi się tylko do następującej sytuacji:

$$U > 0,5 \text{ m/s}, \sigma_u > 0,5 \text{ m/s} \text{ i } u_{\max} < 15 \text{ m/s}$$

W sytuacji słabego wiatru zarówno U jak i σ_u mogą być równe zero, w takim przypadku u_n nie jest definiowane. Dla przypadku z silnym porywem, przekraczającym 15 m/s porywy nie są usuwane aby uniknąć ryzyka.

A-4

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

b) Poryw zredukowany u jest szacowane jako:

$$u = U b \sigma_u + c$$

gdzie:

b i c są stałymi, b wynosi około 2,5, podczas gdy c może przyjmować wartości z zakresu od 0 m/s do 0,5 m/s. Obie wartości są dobierane na drodze eksperymentalnej.

Uwaga. – Ponieważ algorytm nie powinien być używany poza określonymi kryteriami, sztuczne porywy nie są modyfikowane (lub poprawiane) w tych warunkach (zazwyczaj przy niskiej prędkości wiatru, gdzie uderzenie wzbudzonego wiru jest znaczące). W takich przypadkach gdy U i σ_u są równe prawie 0 m/s, system może poinformować użytkownika za pomocą wskaźnika (flagi) o zidentyfikowaniu sztucznego porywu, który nie został jednak odfiltrowany.

Widzialność (5)

Jeden z możliwych algorytmów obliczeniowych, wykorzystujący wiele kroków pośrednich, jest podany poniżej. Po pierwsze, trzeba znać lub obliczyć meteorologiczny zasięg optyczny (MOR). Czujnik taki jak widzialnościomierz zazwyczaj dostarcza wartość MOR bezpośrednio. Czujnik taki jak transmisjometr dostarcza wartości przepuszczalności t_b , która jest funkcją długości linii bazowej b i współczynnika ekstynkcji (σ). Mamy $t_b = e^{-sb}$ i $MOR = 3/\sigma$. Stąd, $MOR = -3 \times b/\ln(t_b)$.

Widzialnością jest większa z dwóch wartości:

- MOR;
- odległość, z której źródło światła o intensywności 1000 cd może być dostrzeżone, zgodnie z prawem Allard'a.

Prawo Allard'a można wyrazić na kilka sposobów, w zależności od użytych parametrów. W tym przypadku znany jest MOR i chcemy obliczyć widzialność V .

Niech E_T oznacza próg czułości oka i I oznacza natężenie światła.

Przy $E_T = I \times e^{-\sigma V}/V^2$ i zastępując σ przez $3/MOR$, otrzymujemy:

$$V = -MOR/3 \times \ln(E_T/I \times V^2) \quad (\text{równanie 1})$$

Dla widzialności musimy użyć $I = 1000$ cd

Zależność między E_T i jasnością tła B jest opisana w Załączniku D do Załącznika 3.

Zależność (równanie (1)) nie umożliwia analitycznego obliczenia V . Aby rozwiązać ten problem istnieje kilka sposobów, jeden z nich jest przedstawiony poniżej:

- a) Rozważmy sekwencję $V_n = MOR/3 \times \ln(E_T/I \times V_{n-1}^2) = f(V_{n-1})$. Jeżeli ta sekwencja zbiega się, zbiega się w stronę V obserwowanej widzialności. Można wykazać, że jeżeli V_n jest większe od V , to V_{n+1} będzie mniejsze od V . Sekwencja V_n jest bliska V .

Dodatek A. Algorytmy

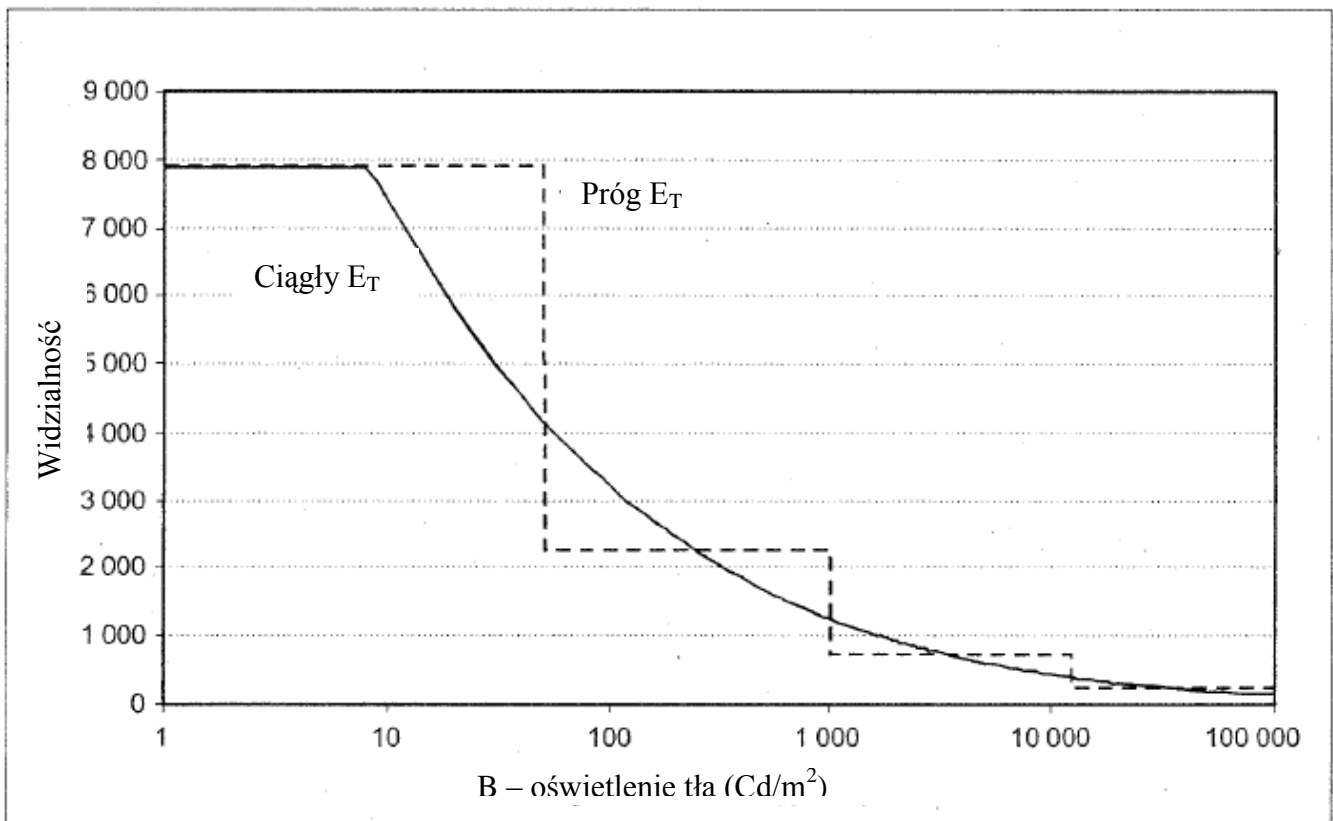
A-5

- b) Jeżeli przyjmujemy $V_0 = \text{MOR}$ i V_1 jest mniejsze od V_0 , możemy wykazać, że V z równania (1) jest mniejsze od $V_0 = \text{MOR}$. W takim przypadku obliczenia nie są konieczne, ponieważ widziana odległość, zgodna z prawem Allard'a, jest mniejsza od MOR. Zatem widzialność jest równa MOR, co jest właściwe, ponieważ sekwencja może ulec odchyleniu w takich warunkach. Możliwe jest jednak wykazanie, że jeżeli $V_1 > \text{MOR}$, przy $V_0 = \text{MOR}$, sekwencja zbiega się.
- c) Wykonywane obliczenia sekwencji mogą być powtarzane tak długo, dopóki różnica pomiędzy V_n i V_{n+1} jest mała w odniesieniu do wartości V_n . Na przykład:
- $$\text{abs}(V_n - V_{n-1})/V_n < 0,01 \quad (\text{abs} - \text{wartość absolutna})$$
- W praktyce konwergencja może być powolna. Może też bardzo szybko przyspieszyć przy użyciu pojawiającej się zmiennej:
- Zaczynamy z $V_0 = \text{MOR}$ i obliczamy $V_1 = f(V_0)$; obliczamy $V_{01} = (V_0 + 2 \times V_1)/3$
 - Obliczamy $V_2 = f(V_{01})$ i $V_{12} = (V_{01} + 2 \times V_2)/3$
 - Obliczamy $V_3 = f(V_{12})$ i $V_{23} = (V_{12} + 2 \times V_3)/3$
 - Kontynuujemy obliczenia. W praktyce wartość V_{23} jest bardzo bliska poszukiwanej wartości V i obliczenia można zakończyć na trzecim kroku.
- d) Dla każdej wartości oświetlenia (i dlatego dla każdego progu czułości oka E_T), istnieje wartość MOR, powyżej której widzialność w oparciu o źródła światła jest mniejsza od MOR i zatem widzialność dla celów lotniczych jest równa MOR. Granica ta jest łatwa do obliczenia przy wykorzystaniu równania (1). Skoro jest $V = \text{MOR}$, zatem $\ln(E_T/I \times \text{MOR}^2) = -3$.

Granica ta jest przedstawiona na Rysunku A-1 i w Tabeli A-1.

A-6

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach



Rysunek A-1. Granica, powyżej której widzialność jest równa MOR

Warunki	Progi stopni oświetlenia	Oświetlenie tła	Granica MOR
Noc	8×10^{-7}	< 50	7889
Przejściowe	10^{-5}	51 – 999	2231
Normalny dzień	10^{-4}	1000 – 12000	706
Jasny dzień (rozświetlona mgła)	10^{-3}	> 12000	223

Tabela A-1. Granica MOR, powyżej której widzialność jest równa MOR

Wykrywanie pogody bieżącej (6)

Poniższe warunki skutkują zazwyczaj nieobecnością opadów; zatem niewłaściwy sygnał z czujnika powinien zostać skorygowany. T_{air} , T_{+10} i T_{+50} odnoszą się odpowiednio do standardowych pomiarów temperatury w klatce oraz na wysokości 10 i 50 cm nad powierzchnią gruntu.

— Różnica $T_{\text{air}} - T_{+10} > 3^{\circ} \text{C}$ w 20 minutowym okresie → brak opadów.

Dodatek A. Algorytmy

A-7

- Różnica $T_{+50} - T_{+10} > 1,5^{\circ} \text{C}$ w 20-minutowym okresie → brak opadów.
- $(T_{+50} > T_{\text{air}} + 2)$ i $(T_{+10} > T_{+50} + 2)$ w dzień → brak opadów.
- Nie wykryto chmur powyżej 4500 m (15000 ft) → brak opadów.
- Widzialność > 40 km w ciągu 5 minut → brak opadów.
- Wilgotność względna (RH) < 50 % → brak opadów.
- RH zmniejsza się lub różnica pomiędzy T_{air} i punktem rosy rośnie i widzialność rośnie → brak opadów.
- Gwałtowne zmniejszenie różnicy pomiędzy T_{+50} i T_{+10} (poza wschodem i zachodem) → rozpoczyna się opad lub napływa mgła.
- Izotermia (stała temperatura) 0°C (lub temperatury w pobliżu 0°C , biorąc pod uwagę niepewność pomiaru) dla T_{+50} lub T_{+10} → możliwy topniejący śnieg.

Rozpoznawanie pogody bieżącej (7)**Przykład 1**

- Przypadki wystąpienia śniegu przy $T_{\text{air}} > 4^{\circ} \text{C}$ są bardzo rzadkie.
- Gdy $T_{\text{air}} < -5^{\circ} \text{C}$, nie występuje żaden opad ciekły.

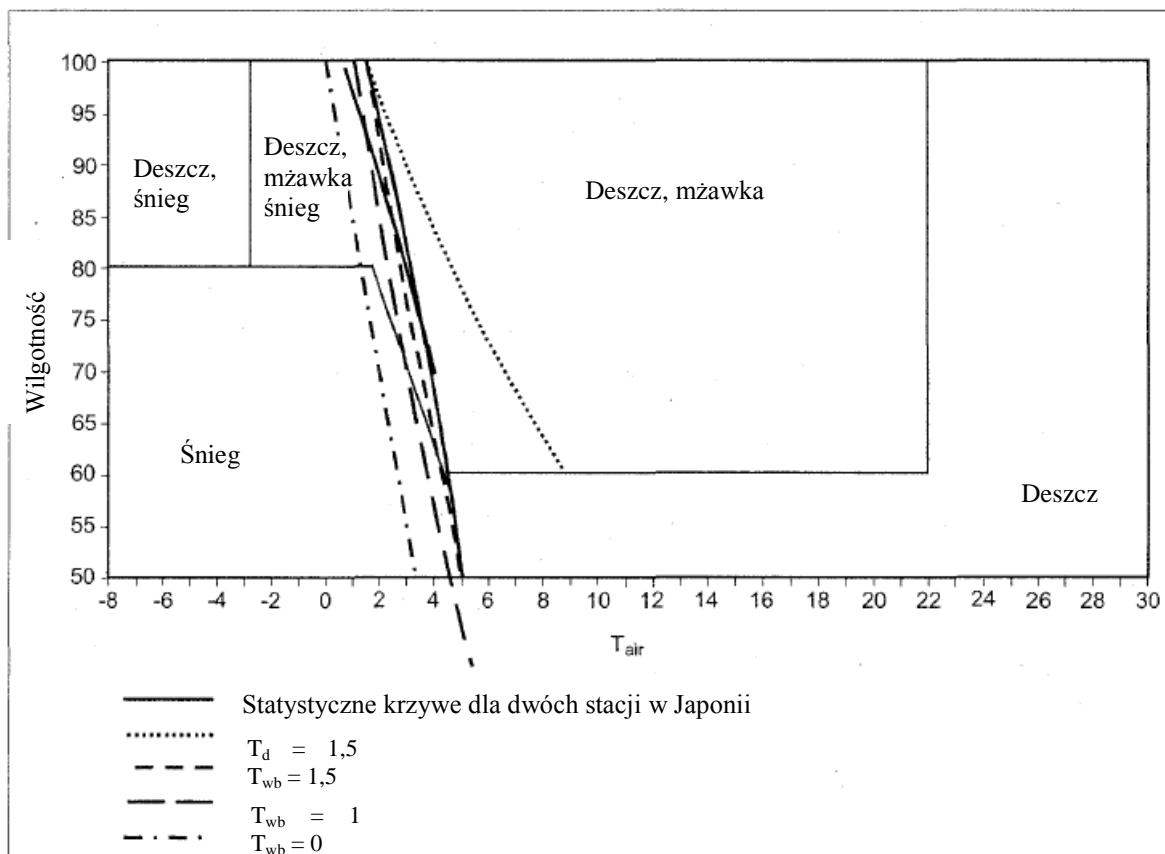
Uwaga. – Powyższe kryteria nie zawsze są odpowiednie, zwłaszcza w klimacie chłodnym, gdzie opady ciekłe mogą występować przy znacząco niższych temperaturach.

- Przypadek deszczu ze śniegiem występuje prawie zawsze przy T_{air} z przedziału $[-1^{\circ}, 5^{\circ} \text{C}]$.
- Izotermia (stała temperatura) 0°C (lub temperatury w pobliżu 0°C , biorąc pod uwagę niepewność pomiaru) dla T_{+50} lub T_{+10} → możliwy topniejący śnieg (i topniejący śnieg, jeśli czujnik pogody bieżącej rozpozna opad). Czasami szadź lub marznąca mgła.
- Temperatura termometru zwilżonego, oznaczona T_{wb} , przedstawia granicę dla śniegu i deszczu. Nie obserwuje się śniegu, gdy $T_{\text{wb}} > 1,5^{\circ} \text{C}$.
- Pozycja RH na diagramach T_{air} , RH lub T_{wb} (patrz Rysunek A-2). Są obszary, gdzie obserwuje się samą różnorodność hydrometeorów, oraz obszary, gdzie takiej zmienności się nie obserwuje. Same takie diagramy nie są wystarczające do określenia rodzaju hydrometeorów, ale mogą pomóc rozpoznać lub skorygować początkowe wskazania czujnika. Na przykład przy temperaturach ujemnych i RH mniejszym od 80 % ($T_{\text{air}} < 0^{\circ} \text{C}$ i $\text{RH} < 80\%$), możliwy jest tylko śnieg. Mżawce często towarzyszy wysoka RH ($> 90\%$).
- Widzialność < 1000 m i wysokość podstawy chmur > 1500 m (5000 ft) → śnieg.
- Mżawka pada tylko wtedy, gdy występują chmury o podstawie poniżej 500 m (1660 ft).

A-8

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

- Wykryty opad i brak chmur powyżej 3000 m (10000 ft) → deszcz.
- Gdy występuje mżawka, widzialność jest mniejsza od 10 km.
- Przy niezmiennym natężeniu (wyrażonym w mm/h), opad śniegu powoduje spadek widzialności (lub MOR), 4 do 10 razy większy niż deszcz. Istnieją kryteria łączące widzialność, intensywność opadów i ich rodzaj.



Rysunek A-2. Przykład diagramu (T_{air} , RH) używanego do określenia zjawiska pogody bieżącej

Przykład 2

Po pierwsze, korekcję rodzaju opadów stosuje się, gdy jest to właściwe. Korekcja ta oznacza weryfikację, czy opad jest marznący, czy nie, wykorzystując temperaturę termometru zwilżonego (T_{wb}), otrzymaną z operacyjnego czujnika temperatury powietrza (T_{air}). Ponadto, wskazania czujników o śniegu/ziarnach i deszczu lodowym są poddawane pewnym testom i określane jako rodzaj opadu nieznanego lub śnieg z deszczem, w zależności od temperatury termometru zwilżonego i natężenia opadu. Pełny zestaw korekcji jest stosowany, gdy dostępne są wszystkie informacje:

- a) Jeżeli $T_{wb} = 0^{\circ} \text{C}$, zmiana RA i RADZ na FZRA oraz zmiana DZ na FZDZ;

Dodatek A. Algorytmy

A-9

- b) Jeżeli $T_{wb} > 0^{\circ} \text{C}$, zmiana FZRA na RA i FZDZ na DZ;
 - c) Jeżeli $T_{air} > -10^{\circ} \text{C}$, zmiana IC na UP;
 - d) Jeżeli $T_{air} > 7^{\circ} \text{C}$, zmiana SN na UP;
 - e) Jeżeli $1 = T_{wb} = T_{wj}$, zmiana IC, SG i SN na SNRA;
 - f) Jeżeli $0 = T_{wb} = T_{wj}$, zmiana IP na SNRA;
 - g) Jeżeli $T_{wb} > T_{wj}$, zmiana IC, SG, SN, IP i SNRA na UP
- Gdzie $T_{wj} = 2,7 + 0,4 \times \ln(P1 + 0,0012)$

Po drugie, zestaw wykrytego rodzaju opadów i odpowiadającego mu natężenia jest przygotowywany do kodowania w komunikaty METAR/SPECI. Poprawiony rodzaj opadu jest przypisywany do rodzaju opadu w komunikacie METAR/SPECI, zgodnie z którym, na przykład, opad SNRA jest zaliczany zarówno do klasy SN jak i RA. Następnie, rodzaj opadu z komunikatu METAR/SPECI za ostatnie 5 minut (okres obserwacji) i 25 minut przed (okres ubiegły) są ustawiane zgodnie z dominacją, tzn. ilością wystąpień. Natężenie opadu jest uśredniane dla każdego rodzaju i określana jest odpowiednia klasa natężenia. W końcu, uszeregowane rodzaje opadów i intensywności są przekazane w komunikacie, łącznie z jakimikolwiek innymi zjawiskami pogodowymi, zgodnie z Załącznikiem 3.

Przykład 3

Przykład przekazania w komunikacie burzy bazujący na danych obserwacyjnych z systemu wykrywania wylądowań i radaru pogodowego.

- a) Jeśli grzmot jest słyszalny, a błyskawica widoczna dla obserwatora, zgłasza się burzę w komunikacie METAR o pogodzie bieżącej, gdy burza występuje na lotnisku lub w jego otoczeniu.
- b) Gdy grzmot jest słyszalny, ale błyskawica nie jest widoczna dla obserwatora, potwierdza się, czy jakakolwiek błyskawica (w tym chmura-grunt (CG) lub chmura-chmura (CC)) została zarejestrowana przez LLIS w ciągu minionej minuty w odległości 16 km od punktu odniesienia lotniska. Jeśli tak, zgłasza się burzę na podstawie lokacji oszacowanej przez LLIS w obrębie lub poblizu lotniska. Jeśli w zasięgu nie ma błyskawicy, sprawdza się, czy echo radarowe z odbiciowością powyżej 32 dBZ zostało zarejestrowane w ciągu minionych sześciu minut w odległości 16 km od punktu odniesienia lotniska. Jeśli tak, zgłasza się burzę na podstawie lokalizacji oszacowanej przez radar w obrębie lub poblizu lotniska. W innym wypadku zgłasza się brak burzy.
- c) Jeśli nie słyszy się grzmotów, ale widoczne są błyskawice lub błyskawice CG zostały wykryte przez LLIS w ciągu minionej minuty w odległości 16 km od punktu odniesienia lotniska, sprawdza się, czy echo radarowe z odbiciowością powyżej 32 dBZ zostało zarejestrowane w ciągu minionych sześciu minut w odległości 15 km od lokalizacji błyskawicy. Należy rozważyć zgłoszenie burzy w obrębie lotniska lub jego poblizu na podstawie dostępnych informacji (np. obserwacji CB/TCU, Sferics itp.) w porozumieniu z synoptykiem lotniczym. W przeciwnym wypadku zgłasza się brak burzy.

A-10

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

- d) Jeśli nie słyszy się grzmotów przez 10 minut po tym, jak były ostatnio słyszane lub ostatnio zgłoszono burzę, zaprzestanie burzy jest potwierdzone i burza powinna być uważana za zakończoną i nieobecną w obszarze i okolicy lotniska.

Warstwy chmur (8)

Przykład 1

Metoda polega na grupowaniu klas „najbliższych”, dopóki nie zostanie ich 5 lub mniej. Aby to zrobić, oblicza się odległość (D) pomiędzy przyległymi klasami według:

$$\frac{N_1 N_2 (H_1 - H_2)^2}{N_1 + N_2}$$

z (N_j , H_j), ilość pomiarów lub wystąpień w klasie i (N_j) i odpowiadającej wysokości (H_j). Odległość ta jest mniejsza, gdy H_1 i H_2 są bliższe i gdy N_1 i/lub N_2 są mniejsze.

Algorytm oblicza odległość (D) pomiędzy przyległymi klasami i wyszukuje najmniejszą wartość. Jeżeli ilość klas jest większa od 5, obie klasy odpowiadające minimalnej odległości są grupowane w nową klasę ważoną $N_1 + N_2$ i wysokość klasy:

$$\frac{N_1 H_1 + N_2 H_2}{N_1 + N_2}$$

Kombinacja warstw trwa do momentu, gdy pozostanie ich 5 lub mniej.

Liczba ta (5) jest większa niż ilość warstw chmur, która może być przekazana w komunikatach lokalnych i komunikatach METAR/SPECI i dlatego musi zostać zredukowana. Redukcję można wykonać tą samą metodą jak poprzednio, ale może to prowadzić do zgrupowania dwóch odległych klas w odniesieniu do wysokości i utworzenia „fikcyjnej”, drugorzędnej warstwy. Ograniczenie klas do 5 jest kompromisem opartym na testach i na doświadczeniu twórców algorytmu.

Grupowanie wykonuje się używając pięciu (lub mniej) poprzednich klas, jeżeli różnica w wysokości pomiędzy dwiema klasami jest mniejsza niż podany próg, zgodnie z wysokością najniższej klasy. Różnice są większe dla „wyższych” klas.

Granice używane przez algorytm ASOS są przedstawione w Tabeli A-2.

Gdy zakończy się ostatnie grupowanie, otrzymujemy od 0 do 5 warstw. Dla każdej z nich algorytm oblicza ekwiwalentną ilość ósmych, wykorzystując całkowitą liczbę N możliwych trafień ważonych i sumaryczną ważoną N_j dla warstwy, korzystając z formuły:

$$\frac{N_j}{N}$$

Tabela A-2. Limity używane przez algorytmy ASOS do klasyfikacji chmur

Dodatek A. Algorytmy

A-11

<i>Najniższa wysokość</i>	<i>Różnica pomiędzy dwoma wysokościami</i>
$H \leq 300 \text{ m (1 000 ft)}$	$\leq 90 \text{ m (300 ft)}$
$300 \text{ m} < H \leq 900 \text{ m}$ $(1\ 000 \text{ ft} < H \leq 3\ 000 \text{ ft})$	$\leq 120 \text{ m (400 ft)}$
$900 \text{ m} < H \leq 1\ 500 \text{ m}$ $(3\ 000 \text{ ft} < H \leq 5\ 000 \text{ ft})$	$\leq 180 \text{ m (600 ft)}$
$1\ 500 \text{ m} < H \leq 2\ 400 \text{ m}$ $(5\ 000 \text{ ft} < H \leq 8\ 000 \text{ ft})$	$\leq 300 \text{ m (1 000 ft)}$
$H > 2\ 400 \text{ m (8 000 ft)}$	$\leq 480 \text{ m (1 600 ft)}$

Jeżeli pierwsza warstwa zawiera N_1 (N_1 wskazań) i druga warstwa zawiera N_2 (N_2 wskazań), do dalszych obliczeń ilości ósmych dla drugiej warstwy zostanie użyta ważona $N_1 + N_2$, aby uwzględnić „zasłanianie” przez pierwszą warstwę. To postępowanie jest prowadzone dla pozostałych warstw. Ilość ósmych dla każdej kolejnej warstwy, w kolejności wysokości, rośnie. Jest to wskazywane przez FEW, SCT, BKN lub OVC. Nieobecność chmur jest wskazywana przez SKC, jeśli zakres ceilometru umożliwia wykrywanie wszystkich rodzajów chmur (obecnie skrót SKC już się nie stosuje.). Jeżeli nie, podawane jest NCD (Załącznik 3, Dodatek 3, 4.9.1.4). W przypadku gdy chmury nie występują i słońce znajduje się bezpośrednio nad ceilometrem, uruchamiana jest przesłona chroniąca przyrząd. Ceilometr zaprzestanie wykonywania pomiarów w takich warunkach i okres ten może być wskazany przez NCD (tzn. nie wykryto chmur).

Warstwy chmur obliczone w ten sposób mogą zostać zintegrowane w porządku rosnącym ze względu na wysokość, w komunikatach lokalnych i komunikatach METAR/SPECI, przy zastosowaniu zapisów Załącznika 3:

- Pierwsza warstwa FEW, SCT, BKN lub OVC;
- Druga warstwa SCT, BKN lub OVC;
- Trzecia warstwa BKN lub OVC.

Ostatnie kodowanie ogranicza ilość warstw do trzech.

Przykład (2)

W jednym z państw używany jest laser na bazie arsenku galu o długości fali 9000 nm. Laser wysyła w górę impuls trwający 50 ns, część jest odbijana w stronę czujnika przez każdą pojawiającą się chmurę. W tym samym czasie do odbiornika jest wysyłany impuls odniesienia, określający czas, kiedy powróci odbity sygnał. Odbiornik może odbierać sygnały tylko w tym czasie. Jeden cykl detekcyjny w najniższej warstwie atmosfery wymaga 50 000 impulsów laserowych i może trwać od 15 sekund do 2 minut, w zależności od częstotliwości powtarzania impulsów. Czas potrzebny do wykrycia wyemitowanego sygnału przez odbiornik

A-12

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

zależy bezpośrednio od wysokości chmur. Powracające wykryte sygnały są sortowane dla każdego poziomu w tablicy pamięci, zgodnie z wysokością.

- a) Kiedy cykl jest ukończony (tzn. gdy wszystkie wysokości zostaną sprawdzone), algorytm chmur przeszukuje posortowane pamięci, określając wysokość chmur (podstawy i wierzchołka). Podstawa jest podawana oddzielnie, dopóki wierzchołki najniższych i podstawy najwyższych dążą do określonej z góry odległości jednej od drugiej. Gdy odległość ta zostanie osiągnięta, tylko jedna podstawa jest podawana. Wierzchołek nie jest podawany.
- b) Przy próbie oszacowania wielkości zachmurzenia, algorytm utrzymuje ścieżkę czasową dla warstwy obecnej nad lotniskiem w ciągu ostatniej godziny. Szacuje każdy z poziomów dla wielkości SCT, BKN lub OVC dla okresu czasu odpowiadającego wysokości warstwy nad poziomem gruntu; jedna minuta dla każdych 30 m (100 ft), np. chmury na wysokości 180 m (600 ft) są szacowane przez 6 minut, a chmury na wysokości 600 m (2000 ft) są oceniane przez 20 minut. Wielkość zachmurzenia dla uśrednionego czasu jest uważana za reprezentatywną dla uśrednionej przestrzeni kopuły niebosłonu. W przypadku 2000 ft, jeżeli chmury były wykrywane przez 18 do 20 minut, oznacza się jako OVC; jeżeli wykrywanie trwało od 10 do 17 minut, oznacza się jako BKN, a jeśli było krótsze od 10 minut, SCT.

Przykłady profili rozproszenia przez dwie warstwy chmur i sygnał deszczu:

- a) Gdy nie ma chmur, profil rozproszenia jest „płaski”. Ceilometr wykrywa nieobecność chmur w kierunku wysyłania impulsu światła.
- b) Gdy chmury występują, profil rozproszenia zazwyczaj rośnie gwałtownie dla poziomu podstawy chmur. Duża zmiana sygnału w profilu rozproszenia wskazuje na niejednorodność atmosfery, powodowaną zazwyczaj obecnością chmur lub opadów. Pojawienie się profilu rozproszenia zależy od optycznej struktury podstawy chmur i atmosfery pod chmurami. Podstawa chmur może być dobrze zdefiniowana (bardzo białe chmury) lub rozmyta (podstawa zdefiniowana słabo). Ponieważ profil jest ustalany przy wykorzystaniu sygnałów emitowanych w okresie kilku sekund (do 15 lub 30), wysokość podstawy nad ceilometrem może również zmieniać się, gdy chmury przemieszczają się poziomo. Interpretacja profilu rozproszenia, wskazana jako liczba reprezentująca wysokość podstawy chmur, zależy także od wiedzy technologicznej producenta. Tłumaczy to także różnice w działaniu modeli dostarczanych przez różnych producentów.
- c) W określonych przypadkach ceilometr jest zdolny do wykrycia kilku warstw chmur, przyjmując, że sygnał przechodzi przez pierwszą warstwę lub warstwa ta nie znalazła się na drodze sygnału światła w części okresu integracji wieloimpulsowych sygnałów. W modelach rynkowych częstotliwość detekcji drugiej warstwy chmur wynosi 10 %. Wykrycie takie jest zatem możliwe, ale nie jest systematyczne.
- d) W czasie opadu profil rozproszenia zawiera znaczący sygnał od atmosfery pod chmurami. Dlatego ceilometr jest zdolny do wykrycia obecności czegoś pod chmurami, co nie zawsze jest rozpoznawane jako podstawa

Dodatek A. Algorytmy

A-13

chmur, jeśli nie występuje czysty wzrost rozproszonego sygnału. Wskazanie podawane przez ceilometr zależy od modelu i algorytmu wewnętrznego, zastosowanego przez producenta. Niektóre algorytmy mogą interpretować sygnał pochodzący od opadów jako fałszywą niską podstawę chmur. Opady wpływają na obserwacje, zwłaszcza gdy deszcz jest silny i/lub pada śnieg. Silne opady mogą całkowicie osłabiać sygnał, co uniemożliwi wykrycie podstawy chmur przez ceilometr. Należy zauważyć, że w takich warunkach wizualna ocena podstawy chmur, nawet przy pomocy urządzeń typu lokator świetlny, jest również bardzo trudna. Aby ograniczyć wpływ opadów, kierunek wysyłania sygnału w niektórych ceilometrach jest nieznacznie odchylony od pionu.

- e) W przypadku występowania mgły, profil rozproszenia emituje znaczący sygnał dla najniższych poziomów. Sygnał zanika bardzo szybko i staje się niedostępny. W takich warunkach ceilometr nie potrafi oszacować wysokości podstawy chmur, których może nawet nie być w ogóle; zamiast tego będzie wskazywał wartość poniżej 30 m (100 ft) lub widzialność pionową.

Przykład 3

Trafienia chmur (tzn. najniższe wartości rozproszenia ceilometru lub widzialność pionowa) są powiązane z paczkami, ustanowionymi jak podano poniżej:

— Od powierzchni do 60 m	paczka 15 m (tzn. 0, 15, ... 60 m);
— Od 60 do 330 m	paczka 30 m (tzn. 60, 90 ... 330 m);
— Od 330 do 700 m	paczka 60 m (tzn. 330, 390 ... 700 m);
— Od 700 do 1500 m	paczka 100 m (tzn. 800 ... 1500 m);
— Powyżej 1500 m	paczka 500 m (tzn. 1500, 1550 .. 5500 m).

Dla obecnego przedziału czasowego każda paczka jest sprawdzana, rozpoczynając od najniższej paczki nad powierzchnią gruntu. Jeżeli zawartość paczki spełni dwa następujące warunki, zostanie to przyjęte za podstawę chmur:

- Paczka przekroczyła N trafień;
- Najbliższa wyższa paczka ma tylko kilka trafień.

Warunki walidacji N powinny zostać ustalone dla odpowiednio wysokiej wartości, by odfiltrować szumy.

Okres uśredniania powinien zostać ustawiony zgodnie z wymaganiami lokalnymi. W niektórych przypadkach można używać ważonych do wyrażenia najświeższych pomiarów wysokości. Tylko trafienia nowsze od okresu uśredniania są przechowywane w tabeli trafień.

A-14

*Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach***Przykład 4**

Algorytm dla chmur został wyprowadzony z algorytmu ogłoszonego przez Larssona i Esbjörna (1995). Algorytm chmur przekształca 12 sekund danych ceilometru w wysokość podstawy chmur, całkowite pokrycie przez chmury dotyczy maksymalnie 3 warstw, każda z podaną wielkością zachmurzenia i wysokością podstawy. Wykorzystuje również dane ceilometru do wykrycia do 3 podstaw chmur (C1, C2 i C3) lub podaje widzialność pionową (VV, tzn. przechwytuje rozproszenie, które nie ma charakterystyki podstawy chmur, np. podczas deszczu lub mgły) z ostatnich 10 minut. Ponadto, algorytm wykorzystuje również 10-minutową średnią widzialność poziomą. Algorytm działa w następujący sposób:

- Jeżeli dostępnych jest mniej niż 75 % danych ceilometru, wszystkie parametry chmur są ustalane jako nieważne.
- Traktuje VV jako podstawę chmur C1 w sytuacji braku chmur.
- Dodaje wysokość ceilometru nad poziomem stacji do danych.
- Sortuje dane ceilometru zgodnie z wysokościami podstawy chmur.
- Określa ilość wejść odpowiadających każdemu rejonowi ósmej części nieba. Należy zauważyć, że 0 i 8 ósmych wymaga braku trafienia w chmurę oraz odpowiednio wszystkie trafienia dotyczą chmur i niczego poza nimi.
- Trafienie najniższych chmur C1 jest podstawą chmury i wszystkie poszczególne trafienia chmury C1 określają całkowite pokrycie przez chmurę.
- Sprawdza obecność chmur w środku okresu ósmych i jeżeli wykryje, używa najniższej wysokości w okresie ósmych jako odpowiadającej podstawie chmury.
- Łączy niższą warstwę z kolejną powyżej, jeśli są one wystarczająco blisko, tworząc jedną warstwę z wysokością podstawy niższej i wielkością ósmych wyższej. Dopuszczalna separacja poszczególnych warstw chmur zmienia się wraz z wysokością podstawy chmur.
- Powtarza powyższą procedurę dla danych dla C2 i C3 ceilometru.
- Łączy wyniki C1, C2 i C3. Określa wielkość zachmurzenia wyższej warstwy przynajmniej na poziomie warstwy niższej (maksymalne nakładanie).
- Redukuje pozostałe warstwy chmur do maksymalnie czterech warstw, gdzie wielkość pierwszej warstwy wynosi 1 ósmą, drugiej przynajmniej 3 ósme, trzeciej 5 ósmych i czwartej 7 ósmych.
- Tylko trzy pierwsze warstwy są podawane i każda warstwa chmur powyżej warstwy 8 ósmych jest ignorowana.

- Widzialność pionowa jest podawana, jeśli tylko jedna warstwa chmur jest podana w komunikacie o wielkości 8 ósmych i wysokości podstawy poniżej 500 ft, nawet pojedyncze trafienie C2 nie występuje i widzialność pozioma jest mniejsza od 1000 m. W takim przypadku podstawa chmur jest podawana jako widzialność pionowa, a wielkości zachmurzenia i wysokość każdej warstwy są ustawiane na zero.

Dodatek B

SPECYFIKACJA PRZYRZĄDÓW METEOROLOGICZNYCH DLA AUTOMATYCZNYCH METEOROLOGICZNYCH SYSTEMÓW POMIAROWYCH

1. WSTĘP

1.1 Ten dodatek dostarcza wskazówek dotyczących specyfikacji przyrządów meteorologicznych wraz z kilkoma szczegółowymi przykładami. Metody weryfikacji zgodności ze specyfikacją są także sugerowane.

1.2 Zawartość dodatku w zamierzeniu może być wykorzystana jako sugestie i przykłady. Faktyczna specyfikacja powinna zostać oparta o uzgodnione cele, odpowiadające wymaganiom użytkownika. Warunki lokalne, np. infrastruktura lotniska (zasilanie w energię, komunikacja), i lokalny klimat muszą również zostać uwzględnione. Specyfikacje dotyczą głównie dostępnych czujników i powinny być uważane za pomoc do realnej oceny celów.

2. DO SPECYFIKACJI

2.1 Przyrządy powinny być przeznaczone do pomiarów meteorologicznych na lotniskach. Powinny odpowiadać wymaganiom ICAO i WMO, szczegółowo opisanym w dokumentach przedstawionych w Załączniku C, „Bibliografia”.

2.2 Automatyczne czujniki meteorologiczne powinny mieć zdolność nieprzerwanego operowania i pracowania bez nadzoru w określonym przedziale czasowym. Przyrządy powinny wykonywać restart automatycznie w przypadku zaniku napięcia i nie powinny wymagać interwencji obsługi, aby powrócić do normalnej pracy operacyjnej.

2.3 Przyrządy meteorologiczne powinny być zdolne do monitorowania swojej własnej pracy. Alternatywnie, automatyczny system obserwacji meteorologicznych powinien być zdolny do monitorowania przyrządów. Nieprawidłowa informacja nie powinna być przesyłana w przypadku awarii przyrządu lub wpływów zewnętrznych, np. śnieg blokuje soczewki czujnika.

2.4 Przyrządy powinny utrzymywać określoną dokładność przy zastosowaniu rutynowej obsługi i okresów kalibracji.

2.5 Należy prowadzić satysfakcjonującą dokumentację. W dokumentacji należy opisać instalację, rozpoczęcie pracy, normalne wykorzystanie, przeglądy okresowe, kalibrację polową, awarie i naprawy czujników. Dostawca powinien zapewnić trening dla użytkowników i obsługę czujników.

2.6 Kalibracja przyrządów meteorologicznych powinna być możliwa do przeprowadzenia w warunkach polowych lub przyrząd powinien być łatwy do zdemontowania i przewiezienia do miejsca kalibracji. Producent powinien określić zalecany okres kalibracji lub zagwarantować długotrwałą stabilność wyposażenia. Producent powinien udokumentować procedurę kalibracji przyrządów w warunkach polowych i dostarczyć wszelkich niezbędnych narzędzi.

2.7 Instalacja, operowanie, kalibracja i obsługa przyrządów powinna nie stwarzać zagrożenia dla personelu.

B-2

*Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach***Weryfikacja**

2.8 Zgodność można osiągnąć przez dokumenty i pisemne odpowiedzi dostawcy przyrządu, np. przykłady dokumentacji użytkownika, opis procedur kalibracji i funkcje samo-monitoringu czujnika, referencje.

3. WPLYW ŚRODOWISKA

3.1 Wyposażenie instalowane na zewnątrz powinno być zdolne do operowania w warunkach meteorologicznych zazwyczaj występujących na lotnisku.

Przykład

Zakres temperatur: -40° - $+55^{\circ}$ C

Wilgotność: wilgotność względna (RH) do 100 %

Prędkość wiatru: do 50 m/s (100 kt)

Opis

3.2 Przykład powyżej jest oparty na specyfikacji powszechnie stosowanego przyrządu meteorologicznego. Inne szczegóły, które należy uwzględnić: oczekiwany zakres opadów (rodzaj, intensywność), burze pyłowe lub piaskowe, nasłonecznienie i inne.

3.3 Ostateczna specyfikacja powinna opierać się na zakresie warunków meteorologicznych oczekiwanych w lokalnym klimacie. Jednak rzadko występujące ekstremalne warunki meteorologiczne mogą być wyłączone z wymagań, ponieważ przyrząd zaprojektowany dla bardzo szerokiego zakresu warunków może być znacząco droższy.

3.4 Użytecznym może być określenie, jakim warunkom środowiskowym przyrząd powinien się „opierać”, zwłaszcza gdy ekstremalne warunki pogodowe występują regularnie. Zachowanie dokładności w całym zakresie pomiarowym nie jest zazwyczaj najważniejszym problemem przy warunkach meteorologicznych, które wstrzymują operacje lotnicze. Dlatego zakres operacyjny może być bardziej ograniczony niż pełen zakres dla każdego warunków.

3.5 Należy uwzględnić także specyfikacje ogólnie dostępnych produktów. Typowy poziom specyfikacji może być akceptowalny również dla lokalizacji, gdzie występują rzadkie i wymagające warunki. Standardowe czujniki mogą czasami być używane z dodatkowym wyposażeniem lub mogą być instalowane w specjalny sposób.

Weryfikacja

3.6 Dostawca powinien załączyć komunikaty z testów by udowodnić, że wyposażenie przeszło pomyślnie testy w zakresie określonych warunków środowiskowych. Można rozważyć także inne metody dowodowe, zwłaszcza w przypadku rzadkich zjawisk meteorologicznych. Takie dowody mogą być oparte, na przykład, o szczegóły budowy wewnętrznej, wybrane materiały lub eksperymenty w warunkach polowych.

4. ELEKTRYCZNOŚĆ

4.1 Zasilanie

4.1.1 Przyrządy meteorologiczne muszą funkcjonować niezawodnie w oparciu o dostępne zasilenie lotniska.

Opis

4.1.2. Specyfikacja szczegółowa musi być oparta o charakterystykę lokalnego zasilania.

4.1.3. W zależności od wymagań niezawodności i lokalnej dostępności energii, wymagane może być zasilanie awaryjne, z baterii.

Weryfikacja

4.1.4. Dostawca powinien załączyć dokumentację wykazującą zgodność z wymaganiami.

4.2 Zgodność elektromagnetyczna

4.2.1 Przyrządy meteorologiczne muszą posiadać odpowiednią charakterystykę zgodności elektromagnetycznej (EMC) do operowania w środowisku lotniska. Przyrządy nie powinny wpływać na inne, ani ulegać wpływom innego, używanego wyposażenia elektronicznego.

Przykład

Przyrządy powinny odpowiadać następującym standardowym wymaganiom i poziomom testów, ustanowionym przez Międzynarodową Komisję Elektrotechniczną (IEC) i Specjalny Międzynarodowy Komitet Interferencji Radiowych (CISPR). Niektóre ze standardowych poziomów testów, opisanych poniżej, zostały nieznacznie zmodyfikowane (patrz przypisy dolne), aby lepiej pasowały do środowiska lotniskowego.

IEC 61000-4-2 ESD, 4kV kontakt, 8kV wyładowanie powietrzne

ICE 61000-4-3 RF – odporność w warunkach polowych, 80 MHz – 2 GHz, 10V/m, 80 % AM³

ICE 61000-4-4 EFT, zasilanie DC 1kV, zasilanie AC 2kV, linia sygnałowa 1kV

ICE 61000-4-5 SURGE, zasilanie DC 1kV, zasilanie AC 2kV (lub 4kV)⁴

ICE 61000-4-6 doprowadzającego RF, 150 kHz – 80 MHz, 3V (wszystkie linie)

CISPR 22, klasa B doprowadzanej emisji (150 kHz – 30 MHz)⁵

CISPR 22, klasa B doprowadzanej emisji (30 MHz – 1 GHz)³

Opis

³ Obecna wersja standardowych wymagań pomiaru odporności RF tylko do 1 GHz. Może zostać podniesiona do 2 GHz, pokrywając współczesne częstotliwości komunikacji. Zakres testu 1 GHz – 4 GHz przy 50V/m może być wymagany dla przyrządów instalowanych w bezpośrednim sąsiedztwie radarów.

⁴ Sugerowany test napięcia może być zwiększony do 4 kV dla długich linii zasilających, ponieważ błyskawice mogą indukować olbrzymie przepięcia. Zewnętrzne zabezpieczenia przeciwprzepięciowe mogą być wykorzystane, aby spełnić te wymagania, w takim przypadku specyfikacja odnosi się do zabezpieczeń przeciwprzepięciowych, a nie bezpośrednio do czujnika meteorologicznego.

⁵ Środowisko przemysłowe pozwala na emisję klasy A, ale silniejsza klasa B może być wymagana, aby ograniczyć szumy RF, które potencjalnie zakłócają komunikację radiową.

*B-4**Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach*

4.2.2 Szczegółowa specyfikacja może być oparta o międzynarodowy standard ICE 61326:1997 + A1:1998 + A2:2000 + A3:2003 „Przyrządy elektryczne do pomiarów, kontroli i zastosowań laboratoryjnych – środowisko przemysłowe – wymagania EMC”.

Weryfikacja

4.2.3 Szczegółowe komunikaty z testów certyfikującej trzeciej strony dostarczane przez sprzedawcę mogą być wykorzystywane do udowodnienia, że wyposażenie zostało sprawdzone pod kątem spełniania wymogów specyfikacji.

4.3 Bezpieczeństwo elektryczne

4.3.1 Przyrządy meteorologiczne powinny odpowiadać stosownym wymaganiom lokalnym, dotyczącym bezpieczeństwa elektrycznego.

Przykład

Przyrządy powinny być zgodne z normą IEC 60950-1.

Opis

4.3.2 IEC 60950-1 jest powszechnie stosowany na całym świecie (odpowiednik północnoamerykańskiego UL 60950-1).

Weryfikacja

4.3.2 Komunikaty z testów trzeciej strony lub inne dokumenty testowe dostarczane przez sprzedawcę mogą być wykorzystywane do udowodnienia, że wyposażenie zostało sprawdzone pod kątem spełniania wymogów normy.

4.4 Interfejsy

4.4.1 Czujniki powinny być wyposażone w interfejsy danych, odpowiednie do używanego systemu gromadzenia danych. Interfejsy nie powinny powodować jakiegokolwiek degradacji wyspecyfikowanych elementów (rozdzielczość, dokładność, okresy komunikowania się).

4.4.2 Czujniki pracujące bez nadzorowania powinny dostarczać informacji diagnostycznych poprzez interfejs danych lub wystarczających dla systemu informacji do oceny kondycji czujnika. Przyrządy, które będą naprawiane i przeglądane w warunkach polowych, powinny być wyposażone w odpowiedni interfejs użytkownika lokalnego.

Opis

4.4.3 Interfejsy powinny odpowiadać infrastrukturze komunikacyjnej lotniska bezpośrednio lub poprzez odpowiednie konwertery. Właściwe wymagania powinny być określone lokalnie.

Weryfikacja

4.4.4 Sprawdzenie produktu lub właściwa dokumentacja może być wykorzystana do zweryfikowania zgodności.

5. INNE SPECYFIKACJE

5.1 Jakość

5.1.1 Dostawca czujników musi mieć certyfikowany i regularnie audytowany system zarządzania jakością, np. zgodny z ISO 9001.

Dodatek B. Specyfikacja przyrządów meteorologicznych dla automatycznych meteorologicznych systemów obserwacyjnych

B-5

Weryfikacja

5.1.2 Dostawca powinien przedstawić dokumenty, np. certyfikat trzeciej strony by udowodnić zgodność.

5.2 Okres użytkowania

5.2.1 Działanie przyrządów nie powinno ulegać pogorszeniu przez okres użytkowania systemu. Sprzedawca powinien dostarczyć odpowiednie instrukcje użytkowania czujników. Dostawca powinien także zapewnić serwis i wsparcie techniczne do napraw i przeglądów przyrządów.

Weryfikacja

5.2.2 Instrukcje obsługi lub instrukcje przykładowe powinien zapewnić dostawca. Inne elementy mogą być trudne do obiektywnej weryfikacji, ale subiektywna ocena może zostać dokonana w oparciu o dokumenty lub opisy udostępnione przez dostawcę.

6. INNE SPECYFIKACJE

6.1 Wstęp

6.1.1 Pomiary prędkości i kierunku wiatru przyziemnego dla celów lotniczych, jak to zdefiniowano w Załączniku 3, są prowadzone zazwyczaj za pomocą ultradźwiękowych czujników wiatru lub mechanicznych mierników czasowych i anemometrów. Specyfikacja dla obu rodzajów przyrządów jest podana poniżej.

6.2 Nieruchomy czujnik wiatru (np. ultradźwiękowy)

Przykład

Kierunek wiatru	Zakres:	0 ... 360°
	Dokładność:	± 5°
	Rozdzielczość:	1°
	Okres próbkowania:	Zalecany 250 ms, nie więcej niż 1 s.
Prędkość wiatru	Zakres:	0 ... 55 m/s (0 ... 110 kt)
	Dokładność:	± 0,5 m/s (1kt) lub 5%, którakolwiek jest większa
	Rozdzielczość:	0,5 m/s (1 kt)
	Okres próbkowania:	Zalecany 250 ms, nie więcej niż 1 s.

Opis

6.2.1 Specyfikacja jest oparta na wymaganiach dotyczących komunikowania jak również na praktycznie osiągalnej i możliwej do sprawdzenia dokładności obecnie stosowanych przyrządów.

6.2.2 W lokalizacjach, gdzie oblodzenie może stwarzać problemy przy pomiarach wiatru, należy rozważyć użycie podgrzewanych czujników wiatru.

Weryfikacja

6.2.3 Producent przyrządu powinien dostarczyć komunikaty z testów, wskazujące, że czujnik spełnia wymagania. Zgodność ze specyfikacją należy udowodnić testem rodzaju czujnika, zgodnym z międzynarodowym standardem ASTM: ASTM D 5096-96 lub podobnym testem.

B-6

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

6.3 Mechaniczny czujnik wiatru (obracające się czasze lub śmigło i wiatrowskaz)

Przykład

Kierunek wiatru	Zakres:	0 ... 360°
	Dokładność:	± 5°
	Rozdzielczość:	10°
Prędkość wiatru	Zakres:	0 ... 75 m/s (150 kt)
	Próg zadziałania:	< 0,5 m/s (1 kt)
	Dokładność:	0,5 m/s (1 kt) lub 5%, whichever is greater
	Rozdzielczość:	0,5 m/s (1 kt).

Opis

6.3.1 Specyfikacja jest oparta na wymaganiach dotyczących komunikowania, jak również na praktycznie osiągalnej i możliwej do sprawdzenia dokładności obecnie stosowanych przyrządów.

Weryfikacja

6.3.2 Specyfikację anemometru należy udowodnić udokumentowanym testem rodzaju czujnika, zgodnym z międzynarodowym standardem ASTM: ASTM D 5096-96: „Standardowa metoda testowania używana do określenia działania anemometrów czaszowych lub śmigłowych” lub ze standardem podobnym.

6.3.3 Specyfikacja wiatrowskazu powinna zostać udowodniona przez dostawcę testem rodzaju czujnika, zgodnym z ASTM D 5366-93: „Standardowa metoda testowania używana do określenia działania wskaźników wiatru” lub ze standardem podobnym.

7. CZUJNIKI WIDZIALNOŚCI

7.1 Wstęp

7.1.1 Widzialność dla celów lotniczych, jak to zdefiniowano w Załączniku 3, jest oparta na dwóch wartościach mierzalnych: meteorologicznym zasięgu optycznym (MOR) lub współczynniku ekstynkcji i oświetleniu tła. Pomiaru te są wykonywane za pomocą dedykowanych przyrządów. Specyfikacja dla obu typów jest podana poniżej.

7.2 Czujnik meteorologicznego zasięgu optycznego (czujnik widzialności)

Przykład

Zakres pomiarowy:	Od poniżej 50 m do ponad 10 km MOR
Dokładność:	± 50 m poniżej 500 m, ± 10% pomiędzy 500 m i 2 km, ± 20% powyżej 2 km
Rozdzielczość:	Lepsza od 50 m poniżej 800 m, lepsza niż 100 m pomiędzy 800 m i 5 km, lepsza niż 1 km powyżej 5 km
Okres pomiarowy:	1 minuta lub krótszy

Dodatek B. Specyfikacja przyrządów meteorologicznych dla automatycznych meteorologicznych systemów obserwacyjnych

B-7

Okres uśredniania: 1 minuta i 10 minut (zamiennie poniżej 1 minuty, uśredniania będzie dokonywało oprogramowanie systemu)

Opis

7.2.1 Specyfikacja jest oparta głównie na wymaganiach dotyczących komunikowania, jak również na praktycznie osiągalnej i możliwej do sprawdzenia dokładności obecnie stosowanych przyrządów.

Weryfikacja

7.2.2 Do sprawdzenia większości szczegółów można wykorzystać dokumentację czujnika i inspekcję, na przykład rozdzielczość i okres pomiaru. Dokładność powinna zostać udowodniona przy pomocy jednej z dwóch poniższych metod:

- a) Transmisjometri: obliczenia oparte o dokładność pomiaru przepuszczalności, która jest zdefiniowana, na przykład test z filtrami kalibracyjnymi, prowadzony w kontrolowanych warunkach;
- b) Czujniki rozproszenia i transmisjometri: test połowy w odniesieniu do czujnika o znanej jakości. Należy zauważyć, że wyniki testu powinny być interpretowane statystycznie. Dokładność powyższej specyfikacji może być osiągnięta z 50% pewnością w testach połowych, np. przy obecnych widzialnościomierzach. Test powinien obejmować zakres warunków meteorologicznych, zazwyczaj występujących na lotnisku.

7.3 Czujnik oświetlenia tła**Przykład**

Zakres pomiarowy: Od 4 do 30000 cd/m² lub więcej
Dokładność: 15% dla całego zakresu pomiarowego
Rozdzielczość: 1 cd/m² lub 10%, którakolwiek jest większa
Okres pomiarowy: 1 minuta lub krótszy
Okres uśredniania: 1 minuta
Odpowiedź widmowa: 400 do 700 NM, ważona naśladująca odpowiedź ludzkiego oka.

Opis

7.3.1 Przykład jest oparty na wymaganiach dotyczących komunikowania i ogólnych wymaganiach dokładności.

Weryfikacja

7.3.2 Dostawca powinien dołączyć komunikaty typu testów i dokumentacji dowodzącej, że ścieżka kalibracji jest wyprowadzona z międzynarodowych standardów.

B-8

Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach

8. CZUJNIKI UŻYWANE DO OBSERWACJI WIDZIALNOŚCI WZDŁUŻ DROGI STARTOWEJ

8.1 Wstęp

8.1.1 Widzialność wzdułuż drogi startowej (RVR) jest obliczana z wykorzystaniem trzech zmiennych, z których dwie są takie same jak wymagane dla widzialności. Dlatego czujniki i ich specyfikacja są bardzo podobne. Jedynie różnice w specyfikacji widzialności są udokumentowane poniżej.

8.1.2 Ten sam przyrząd może być używany zarówno do widzialności jak i RVR, jeśli odpowiada obu specyfikacjom.

8.2 Czujnik meteorologicznego zasięgu optycznego

Przykład szczegółowy

Zakres pomiarowy:	Od 10 m do 2 km
Dokładność:	± 25 m poniżej 150 m, ± 50 m pomiędzy 150 m i 500 m, $\pm 10\%$ powyżej 500 m do 2 km
Rozdzielczość:	Lepsza od 25 m poniżej 400 m, lepsza niż 50 m pomiędzy 400 m i 800 m, lepsza niż 100 m pomiędzy 800 m i 2 km

Opis

8.2.1 Przykład jest oparty na osiągniętej dokładności i wymaganiach dotyczących komunikowania.

Weryfikacja

8.2.2 Patrz wymagania dla czujników widzialności.

9. CZUJNIKI POGODY BIEŻĄCEJ

9.1 Pogoda bieżąca może być podawana bezpośrednio z dedykowanego czujnika lub komunikat może być opracowywany przez system jako kombinacja danych z kilku przyrządów. Poniższa specyfikacja została sporządzona dla komunikatów o pogodzie bieżącej.

Przykład

Rodzaje opadów:	zakres identyfikowanych rodzajów: przynajmniej RA i SN (łącznie z poziomem intensywności)
Rozpoznawane charakterystyki opadów:	FZ, TS i VCTS
Próg wykrywania:	0,05 mm/h lub niższa (każdy rodzaj opadu)
Czas wykrycia:	10 minut poniżej 0,25 mm/h, 5 minut lub krócej powyżej 0,25 mm/h
Dokładność wykrywania rodzajów:	90%, wyłączając intensywność poniżej 0,1 mm/h
Ograniczenia widzialności:	zakres rozpoznawanych kodów: przynajmniej FG i BR

Dodatek B. Specyfikacja przyrządów meteorologicznych dla automatycznych meteorologicznych systemów obserwacyjnych

B-9

Opis

9.2 Specyfikacja jest w dużej mierze oparta na możliwościach czujników obecnie dostępnych.

9.3 Identyfikacja FG i BR jest oparta na pomiarze widzialności. Dokładność informowania jest zatem definiowana przez dokładność zmierzonej widzialności.

9.4 Informowanie o wystąpieniu niezidentyfikowanego opadu (UP) powinno być możliwe, zwłaszcza przy niskiej jego intensywności lub, krócej, podczas okresów nieciągłości (początek, koniec lub zmiana rodzaju opadu).

Weryfikacja

9.5 Dostawca powinien opisać, w jaki sposób czujnik jest włączony w system, by możliwe było określenie pogody bieżącej i jak wymagania wykonania odnoszą się do poszczególnych czujników. Dostawca powinien dołączyć komunikaty przeprowadzonych testów, które ustaliły charakterystykę wykonania danego czujnika.

9.6 Komunikaty z testów powinny opierać się na testach polowych, prowadzonych w zakresie warunków meteorologicznych i, modelowo, obejmowały różne czujniki. Obserwacje wykonywane przez człowieka powinny być użyte jako odniesienie, chociaż inne czujniki i systemy obserwacyjne powinny być używane do przeprowadzenia dodatkowego porównania. Odniesienie intensywności pomiarów opadów jest również niezbędne, by ustalić czułość czujnika opadów.

10. CZUJNIKI CHMUR

10.1 Poniżej zamieszczono opis specyfikacji dla laserowego czujnika wysokości chmur (ceilometr), czujnika obecnie używanego w praktycznie wszystkich systemach automatycznej obserwacji chmur.

Przykład

Zakres pomiarowy:	Od 0 m do 7600 m (25000 ft), lub wyżej
Dokładność:	Dokładność pomiaru odległości do twardego celu powinna być lepsza niż 10 m (33 ft) lub 2% odległości, którakolwiek jest większa
Doskonałość wykrywania chmur:	Patrz instrukcja weryfikacji poniżej
Rozdzielczość:	Stopień rozdzielczości nie powinien być większy niż 10 m (33 ft) poniżej wysokości 1500 m (5000 ft), 30 m (100 ft) powyżej 1500 m
Wyjście:	Czujnik powinien móc dostarczać na wyjściu wysokości podstawy do trzech ciągłych warstw chmur. W przypadku nieba zasłoniętego, czujnik powinien podawać oszacowaną widzialność pionową
Cykl pomiarowy:	Czujnik powinien wykonywać nowy pomiar przynajmniej raz na 30 sekund
Inne:	Przyrząd powinien być wyposażony w środki utrzymujące okienko (okienka) wolne od śniegu i

*B-10**Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach*

lotu. Czujnik wysokości chmur powinien być zdolny do wykrycia znaczącego zabrudzenia okienka (okienek) i innych przeszkód blokujących wykonanie pomiaru. Ceilometr laserowy powinien być bezpieczny dla oka nieuzbrojonego w szkła powiększające, tzn. klasa 1 lub 1M urządzeń laserowych, zdefiniowana w IEC 60825-1

Opis

10.2 Przykład jest oparty głównie na standardach specyfikacji przemysłowej, wymaganiach informowania określonych w Załączniku 3 i wymaganiach praktycznych.

10.3 Bezpieczeństwo dla wzroku klasy 1 lub 1M pozwala na instalację czujnika bez stosowania dodatkowych zabezpieczeń w dostępie kontrolnym i powoduje, że instalacja i obsługa jest bezpieczniejsza.

Weryfikacja

10.4 Producent przyrządu powinien dostarczyć komunikaty z testów wykazujących, że czujnik spełnia wymagania.

10.5 Dokładność pomiaru odległości może być udowodniona przez test z twardym celem. Taki test jest użytecznym sprawdzianem, że nie występuje znaczące przesunięcie w pomiarze i że skalowanie zmierzonej odległości jest prawidłowe. Dwie odległości są zazwyczaj wystarczające do wykazania zasad operacyjnych ceilometru laserowego. Powinny one różnić się, na przykład o przynajmniej 1000 m, krótsze odległości w zakresie od 30 do 150 m.

10.6 Doskonałość wykrywania powinna być dowiedziona w teście obejmującym zakres warunków meteorologicznych. Odniesieniem mogą być obserwacje wykonywane przez profesjonalnego obserwatora, korzystającego z odpowiednich przyrządów pomocniczych lub wcześniej zaakceptowany przyrząd o znanej charakterystyce doskonałości, spełniającej wymagania użytkownika.

10.7 Test powinien obejmować, na przykład, następujące warunki:

- a) jednolita pokrywa chmur, bez opadów;
- b) jednolita pokrywa chmur z opadem deszczu (łącznie z silnym);
- c) jednolita pokrywa chmur z opadem śniegu (łącznie z silnym);
- d) niebo bezchmurne.

10.8 Generalnie, czujnik chmur powinien osiągnąć 90% lub lepszą zgodność z odniesieniem, wykazując, że osiągnięto odpowiednio zaakceptowane ograniczenia. Szczególnie dobra zgodność jest oczekiwana w wykrywaniu i mierzeniu dobrze rozwiniętych chmur poniżej, na przykład, 3000 m. Mniejsza zgodność jest możliwa w czasie słabej widzialności i przy wykrywaniu wysokich chmur. Ilość fałszywych wykryć chmur powinna być nieistotna przy niebie bezchmurnym.

11. TEMPERATURA POWIETRZA I PUNKTU ROSY**11.1 Temperatura powietrza**

Dodatek B. Specyfikacja przyrządów meteorologicznych dla automatycznych meteorologicznych systemów obserwacyjnych

B-11

Przykład

Zakres pomiarowy:	- 40 ... + 60 °C
Dokładność:	± 0,3 ° w zakresie operacyjnym temperatury
Rozdzielczość:	0,1 °C
Inne:	Odpowiednia osłona przeciwsłoneczna lub klatka powinna uniemożliwić promieniowaniu słonecznemu wpływanie na pomiar temperatury

Opis

11.1.1 Przykład jest oparty na typowym zakresie pomiarowym, który powinien być skonfrontowany z wymaganiami lokalnymi. Dokładność podana powyżej jest osiągana przez standardowe przyrządy, szeroko dostępne.

Weryfikacja

11.1.2 Producent powinien posiadać udokumentowany proces kalibracji, wyprowadzony z międzynarodowych standardów.

11.2 Temperatura punktu rosy

11.2.1 Specyfikacja zapisana poniżej dotyczy czujnika wilgotności względnej (RH), najpowszechniejszego rodzaju czujnika używanego obecnie do pomiarów wilgotności na lotniskach.

Przykład

Zakres pomiarowy:	0 ... 100% RH
Temperatura operacyjna:	- 40 ... + 60 °C
Dokładność:	± 3% RH dla temperatury kalibracji (zazwyczaj temperatura pokojowa), ± 5% RH dla całego zakresu temperatury
Rozdzielczość:	1% RH
Inne:	Odpowiednia osłona przeciwsłoneczna lub klatka powinna uniemożliwić promieniowaniu słonecznemu wpływanie na pomiar wilgotności. W określonych warunkach meteorologicznych kondensacja może zakłócić odczyt wilgotności względnej czujnika. Należy rozważyć zastosowanie techniki podgrzewania czujnika.

Opis

11.2.2 Specyfikacja jest oparta o przemysłowe standardy działania profesjonalnych czujników wilgotności względnej. Wyprecyzowana dokładność jest mniejsza od 1°C w temperaturze punktu rosy, gdy wilgotność względna jest duża.

Weryfikacja

11.2.3 Producent powinien posiadać udokumentowany proces kalibracji, wyprowadzony z międzynarodowych laboratoriów pomiarowych i powinien dostarczyć komunikat z testów obejmujących cały zakres temperatury.

12. CIŚNIENIE ATMOSFERYCZNE

*B-12**Podręcznik automatycznych systemów obserwacji meteorologicznych na lotniskach****Przykład***

Zakres pomiarowy:	500 ... 1100 hPa
Dokładność:	± 0,3 hPa dla całego zakresu temperatur
Rozdzielczość:	0,1 hPa
Inne:	W przypadku instalacji na zewnątrz, odpowiednia głowica zapewniająca statyczność ciśnienia powinna zostać użyta w celu zminimalizowania efektu wywieranego przez wiatr na ciśnienie barometryczne i w ten sposób wpływający na obserwowane ciśnienie statyczne. Dodatkową niezawodność uzyska się stosując nadmiarowość pomiaru, tzn. stosując więcej niż jeden czujnik ciśnienia.

Racjonalność

12.1.1 Szczegółowa specyfikacja opiera się na przemysłowych standardach poziomu doskonałości.

Weryfikacja

12.1.2 Producent powinien posiadać udokumentowany proces kalibracji, wyprowadzony z międzynarodowych laboratoriów pomiarowych i powinien dostarczyć komunikat z testów danego typu.

Dodatek C BIBLIOGRAFIA

Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (ICAO)

Załącznik 3 – Służba meteorologiczna dla międzynarodowej żeglugi powietrznej

Załącznik 11 – Służba Ruchu Lotniczego

Załącznik 14 – Lotniska, Tom I – Projektowanie lotnisk i operacje

Podręcznik Lotniczej Służby Informacji (Doc 8126)

Podręcznik służb lotniskowych (Doc 9137), Część 6 – Kontrola przeszkód

Podręcznik praktycznej meteorologii lotniczej (Doc 8896)

Podręcznik zasięg widzialności wzdłuż drogi startowej, teoria i praktyka obserwacji i komunikatów (Doc 9328)

Podręcznik standardowej atmosfery ICAO (rozciągającej się do 80 km (262 500 stóp)) (Doc 7488)

Światowa Organizacja Meteorologiczna

WMO nr 8 – Przyrządy i obserwacje meteorologiczne

WMO nr 731 – Wskazówki dotyczące metod obserwacji i systemu dystrybucji informacji lotniczej służby meteorologicznej