

# Obserwator



WYDANIE SPECJALNE  
*Pogoda  
i lotnictwo*



### 3 *słowem wstępu*

Nowe wyzwania i szanse

### 4 *pod opieką IMGW-PIB*

Bezpieczne niebo – Instytut w chmurach

### 8 *LSM Warszawa*

Historia „wspólnego kożucha”,  
czyli o pracy informatora  
meteorologicznego dawniej i dziś

### 12 *experto credite*

Misja dla ludzi z powołaniem

### 18 *mała zmiana, wielki efekt*

Gdy pogodę na pasie startowym  
„psuje” okolica

### 22 *trudny przeciwnik*

Szanowni pasażerowie,  
lot zostanie przekierowany do...

### 26 *z dwunastego kilometra*

Spójrzmy w soczewkę – fala górską

### 30 *pogoda za chwilę*

Nowcasting turbulencji –  
przyszłość osłony meteorologicznej  
lotnictwa



Burze, błyskawice, deszcz, mgła, wiatr, śnieg i lód - wszystkie te zjawiska mogą zamienić nasz lot w niezbyt przyjemną przygodę. Jednak wbrew temu, w co wierzy wielu pasażerów, współczesne samoloty mogą latać w niemal każdych warunkach pogodowych. Kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa mają prognozy, bieżące monitorowanie atmosfery i ścisła współpraca wszystkich służb odpowiedzialnych za prowadzenie operacji lotniczych.

Jakie warunki uważane są za graniczne? Kiedy lot należy odwołać, z czego wynikają opóźnienia na lotniskach? Jakie elementy pogody da się prognozować, a które zjawiska mogą nas zaskoczyć? Kto podejmuje decyzje o starcie i lądowaniu? I jaką rolę w tym wszystkim odgrywają eksperci z IMGW-PIB? O tym wszystkim opowiedzieli ludzie, którzy od wielu lat zajmują się osłoną lotnictwa cywilnego w Polsce.

Zapraszam do niezwykle interesującej lektury, dzięki której w kolejną podróż samolotem wyruszyście bez obaw o pogodowe zawirowania, a sam lot będzie dla Was po prostu miłym wspomnieniem.

Rafał Stepnowski

#### **Obserwator**

Gazeta Obserwatora ISSN: 2658-2716

**Wydawca:** Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy  
01-673 Warszawa, ul. Podleśna 61 | [www.imgw.pl](http://www.imgw.pl)

Magazyn Obserwator dostępny jest również w wersji online: <https://obserwator.imgw.pl/>

**Zespół Redakcyjny:** Zespół Komunikacji IMGW-PIB

**Redaktor Naczelny:** Rafał Stepnowski

**Projekt graficzny i skład:** Michał Seredin

**Kontakt do redakcji:** [content@imgw.pl](mailto:content@imgw.pl)

**Zdjęcie na okładce:** Mohamed Nohassi | [unsplash.com](https://unsplash.com)

Redakcja nie zwraca materiałów niezamówionych, zastrzega sobie prawo do skrótów, adiustacji i redagowania nadesłanych tekstów. Wszystkie materiały publikowane w Obserwator (Gazeta Obserwatora ISSN: 2658-2716) mogą być przedrukowywane wyłącznie za zgodą redakcji. Redakcja nie ponosi odpowiedzialności za treść zamieszczanych reklam i ogłoszeń.

# Nowe wyzwania i szanse

Ewa Jakusik | Dyrektor Centrum Meteorologicznej Osłony Lotnictwa Cywilnego IMGW-PIB

**Od ponad 16 lat Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy nieprzerwanie zapewnia służby meteorologiczne dla lotnictwa cywilnego w polskiej przestrzeni powietrznej. Zadanie to realizuje w IMGW-PIB proces zwany Meteorologiczną Osłoną Lotnictwa Cywilnego (MOLC). Instytut otrzymał również Certyfikat Instytucji Zapewniającej Służby ATM/ANS wydany przez Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego na czas nieokreślony oraz jest wyznaczony przez Ministra Infrastruktury do służby ATM/ANS w FIR Warszawa do roku 2024.**

Zapewnienie służb meteorologicznych dla lotnictwa cywilnego obejmuje szereg działań, m.in.: opracowywanie lotniskowych komunikatów meteorologicznych, przygotowywanie lotniczych prognoz i ostrzeżeń meteorologicznych, informowanie o warunkach atmosferycznych i wydawanie dokumentacji lotniczo-meteorologicznej dla członków załóg lotniczych lub innego personelu lotniczego oraz opracowywanie lotniczych danych klimatycznych.

W celu spełnienia wymagań formalnych, operacyjnych i ekonomicznych dla służb każdego roku w IMGW-PIB opracowywany jest Plan działalności operacyjnej dla procesu MOLC oraz Biznes Plan obejmujący okres 5-letni, który podlega corocznej aktualizacji. Rok 2024 jest dla procesu MOLC rokiem niezmiernie ważnym i obfitującym w szereg działań strategicznych, bowiem kończy on trzeci okres referencyjny (RP3) Planu Skuteczności Działania zatwierdzonego przez Komisję Europejską dla państw członkowskich. Dla procesu MOLC oznacza to konieczność określenia celów na nowy, czwarty okres referencyjny (RP4), jak również możliwość ich realizacji, w celu poprawy skuteczności działania służb meteorologicznych dla lotnictwa cywilnego w kolejnych latach.

Obecnie głównym wyzwaniem dla procesu MOLC jest uzyskanie wyznaczenia ministra właściwego jako instytucji zapewniającej służby ATM/ANS w FIR Warszawa od roku 2025. Proces MOLC od wielu lat rzetelnie i z powodzeniem stara się, aby rekomendacja Urzędu Lotnictwa Cywilnego, niezbędna do jego otrzymania była oceniana pozytywnie. Świadczy o tym nieprze-

rwalność wyznaczenia i certyfikacji ULC od roku 2007. Ponadto, skupiamy się na rozwoju naszych służb. Wśród pilnych zadań inwestycyjnych na ten rok są m.in. modernizacja automatycznych systemów pomiarowych parametrów meteorologicznych AWOS (aplikacja METConsole), wymiana UPS na siedmiu lotniskach w Polsce, a także zakup nowego oprogramowania dla biur prognoz procesu. Planujemy również wyposażenie Lotniskowych Stacji Meteorologicznych w systemy LIDAR, tj. systemy wykrywające i ostrzegające o wystąpieniu uskoku wiatru. W tego rodzaju rozwiązania chcemy w tym roku wyposażyć dwa porty lotnicze. Ponadto utrzymane zostaną inwestycje w sprzęt komputerowy dla jednostek operacyjnych procesu oraz w części zamienne dla systemów AWOS.

Niezmiernie prowadzimy działalność edukacyjną i informacyjną, czego wyrazem jest chociażby tegoroczna I Konferencja Meteorologii Lotniczej „IMGW-PIB w służbach ATM/ANS”, na której eksperci Instytutu opowiedzieli m.in. o systemach pomiarowych, najnowszych urządzeniach oraz produktach meteorologicznych dla lotnictwa, możliwościach wykorzystywania danych satelitarnych, naziemnych i radarowych w osłonie lotniczej, a także wyzwaniach, oczekiwaniach, planach modernizacyjnych, szkoleniowych i rozwojowych na najbliższe lata.

Jesteśmy jedynym zespołem w Polsce posiadającym niezbędną i odpowiednio rozbudowaną infrastrukturę, bogate doświadczenie i kompetencje respektowane na całym świecie. Zatrudniamy wysoko wykwalifikowaną kadrę zawodową, która nieprzerwanie doskonali swój warsztat poprzez ciągły



foto: Alex Azabache | iangetash.com

proces szkolenia. Nasi pracownicy posiadają profesjonalne przygotowanie merytoryczne do realizacji powierzonych zadań. W procesie MOLC świadczymy usługi dla Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej, zarządzających portami lotniczymi w Polsce, Państwowej Komisji Badania Wypadków Lotniczych oraz szeregu innych odbiorców produktów lotniczych. ◀



© M. Asthoff | unsplash.com



# Bezpieczne niebo – Instytut w chmurach

Izabela Zabłocka, Jadwiga Michalska, Lidia Kolasa

**Lotnictwo cywilne pozostaje od wielu lat jedną z najważniejszych branż transportu. Latamy coraz szybciej i wygodniej, a najnowsze rozwiązania technologiczne pokazują, że wkrótce ten rodzaj przemieszczania się może być również bardziej przyjazny środowisku. To co się nie zmienia, to zapotrzebowanie na dobrą prognozę i właściwie prowadzony bieżący monitoring warunków atmosferycznych, ponieważ pogoda jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na jakość usług lotniczych. Nad bezpieczeństwem podróży czuwa szereg instytucji, które pracują 24 godziny na dobę przez cały rok. W Polsce jedną z nich jest Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy.**

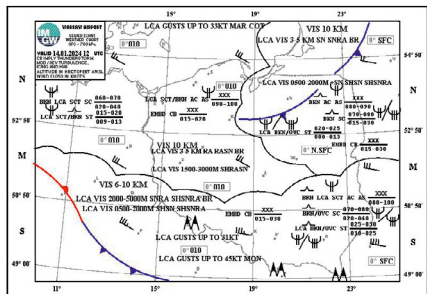
Służba MET, realizowana w IMGW-PIB w ramach Centrum Meteorologicznej Osłony Lotnictwa Cywilnego (CMOLC), to przede wszystkim nieprzerwane obserwacje i pomiary parametrów meteorologicznych nad obszarem lotniska i w jego bezpośrednim sąsiedztwie. Zadania te realizuje personel Lotniskowej Stacji Meteorologicznej<sup>1</sup> (LSM), wykorzystując w tym celu zestaw urządzeń i czujników<sup>2</sup> – wraz z komputerem centralnym i terminalami użytkowników – które mierzą, przetwarzają, prezentują i archiwizują określone wielkości fizyczne. Wśród monitorowanych parametrów są: kierunek i prędkość wiatru, widzialność przeważająca i minimalna oraz widzialność wzdłuż drogi startowej, wysokość podstawy chmur, wielkość zachmurzenia, temperatura powietrza i punktu rosy oraz ciśnienie atmosferyczne. Ważną funkcję w stacjach LSM pełni personel dokonujący obserwacji charakterystyk, które nie są mierzone przez AWOS lub gdy system ten nie pracuje poprawnie. Odpowiednio przeszkoleni pracownicy określają:

widzialność, zjawiska pogodowe i ich natężenie, pokrycie nieba przez chmury, wysokość podstawy chmur i widzialności pionowe oraz widzialność wzdłuż drogi startowej na życzenie kontrolera. Niezwykle istotna dla bezpieczeństwa ruchu lotniczego jest współpraca załogi Lotniskowej Stacji Meteorologicznej z kontrolerami oraz personelem operacyjnym lotniska. Pracownicy LSM otrzymują od nich m.in. dane na temat uskoków wiatru i turbulencji, które zgłasza załoga dolatujących i odlatujących samolotów. Kontrolerzy przekazują również specjalne meldunki z powietrza (ang. special aircraft observations) dotyczące groźnych zjawisk zaobserwowanych przez załogę statku powietrznego.

Na podstawie wykonanych obserwacji i pomiarów opracowywane i rozpowszechniane są trzy rodzaje komunikatów: MET REPORT, SPECIAL i METAR. Dwa pierwsze, wydawane w różnych odstępach czasowych, przeznaczone są dla lotniska macierzystego. Komunikaty te przekazuje się określonym służbom ruchu lotniczego (tzw.

<sup>1</sup> IMGW-PIB dysponuje dwunastoma stacjami LSM: Kraków–Balice, Łódź, Poznań–Ławica, Rzeszów–Jasionka, Warszawa, Wrocław–Strachowice, Gdańsk, Katowice–Pyrzowice, Lublin, Szczecin–Goleniów, Warszawa–Modlin, Zielona Góra–Babimost.

<sup>2</sup> Pomiary są realizowane za pomocą automatycznych systemów pomiarowych parametrów meteorologicznych (AWOS).



Przykład prognozy SIGNIFICANT dla Polski – SIGWX.

TWR i APP) poprzez system automatycznego rozgłaszania informacji lotniskowej ATIS. Z kolei komunikaty METAR udostępniane są na wymianę międzynarodową. Poza obserwacją bieżących warunków pogodowych na lotnisku, zadaniem IMGW-PIB - w ramach zapewniania służb MET - jest przygotowywanie prognoz lotniczych.

**Prognozy i ostrzeżenia.** Aby móc prognozować pogodę, konieczna jest właściwa diagnoza i szczegółowa analiza warunków atmosferycznych, czego nie sposób wykonać bez szczegółowych danych dostarczanych zarówno z lotnisk, jak i z systemów pomiarowych IMGW-PIB (depesze SYNOP, STORM, AVIO, dane z posterunków telemetrycznych, sondże aerologiczne, zdjęcia radarowe czy też system lokalizacji wyładowań atmosferycznych). Niezbędne jest również wykorzystywanie danych obserwacyjnych o pogodzie w krajach sąsiednich i tych na trasie lotu. Coraz częściej sięga się również po obrazy satelitarne. W procesie prognozowania ważną rolę odgrywają modele numeryczne, które są cały czas ulepszone - poprawiane są ich kody, zwiększa się ilość danych asymilowanych oraz rozdzielczość przestrzenna i trafność generowanych prognoz. Jednak mimo zastosowania coraz szybszych i mocniejszych superkomputerów oraz udoskonalania algorytmów modele nie zawsze są jednoznaczne. Czasem dają wyniki zbieżne, a niekiedy wręcz odwrotne. Dlatego tak ważnym ogniwem w procesie prognozowania pozostaje synoptyk, który co prawda opiera się na modelu, ale równocześnie - dzięki swojej wiedzy i doświadczeniu - koryguje jego wyniki i podejmuje ostateczną decyzję o treści komunikatu.

Do podstawowych prognoz w lotnictwie należy zaliczyć prognozę TAF (ang. termi-

nal aerodrome forecast) zgodną z unijnymi dyrektywami i certyfikatami. Zawiera ona szereg informacji o różnych elementach pogody. Szczególnie istotne są dane na temat widzialności i podstawy chmur, wiatru, zjawisk oraz możliwości pojawienia się chmur konwekcyjnych. Prognoza TAF jest wykorzystywana m.in. przez centra operacyjne linii lotniczych w celu planowania lotów, jak również wybierania lotnisk zapasowych. Obowiązkowo zapoznają się z nią również piloci przed wykonaniem lotu. IMGW-PIB wystawia ponadto ostrzeżenia na osłaniane lotniska na potrzeby PAŻP i części Portów Lotniczych. Dzięki temu kontrolerzy mogą odpowiednio planować operacje w przestrzeni powietrznej, a Dyżurni Portów Lotniczych planować działania, mając na uwadze prognozowane warunki pogodowe oraz utrudnienia z nich wynikające. Lotniska są wyposażone w odpowiednie systemy nawigacyjne wspomagające lądowanie statków powietrznych w warunkach ograniczonej widzialności. Ten system to ILS (ang. instrument landing system). Określa on kategorie warunków do lądowania na podstawie prognozy synoptycznej.

Zmiany kierunku i prędkości wiatru, jak również jego porywy, mają znaczący wpływ na to, który pas startowy jest w użyciu. Na lotniskach, gdzie odbywa się duży ruch, np. na Lotnisku Chopina w Warszawie, jedną z kluczowych jest informacja o tym, kiedy nastąpi zmiana kierunku wiatru. Na tej podstawie kontrolerzy ruchu lotniczego mogą odpowiednio zaplanować start i lądowanie, aby warunki wietrzne jak najmniej wpływały na płynność ruchu lotniczego i terminowe wykonywanie operacji lotniczych. Dla lotnictwa groźne są też rozbudowane chmury konwekcyjne typu Towering Cumulus oraz Cumulonimbus, w które pilotom nie wolno wlatywać. Informacja o możliwościach pojawienia się tych chmur jest kluczowa nie tylko dla pilotów, ale również dla kontrolerów ruchu lotniczego. Jeśli burza rozwinie się nad lotniskiem, zarządzający portem lotniczym muszą w odpowiedni sposób zabezpieczyć zarówno infrastrukturę, jak i pasażerów oraz pracowników przed ewentualnymi skutkami. W lotnictwie przyjmuje się zasadę, że bezpieczeństwo zawsze jest na pierwszym miejscu.

Inne ważne dla funkcjonowania lotnisk i wykonywania lotów informacje to ostrzeżenia o opadach śniegu, śniegu z deszczem i intensywnych opadach deszczu, które

oprócz ograniczenia widzialności mają wpływ na stan pasa startowego i na hamowanie. W przypadku występowania opadów marnących oprócz odpowiedniego przygotowania pasów startowych i dróg kołowania, konieczne jest odladanie samolotów specjalnymi mieszankami płynów. Uskok wiatru, mróz, upał, silny wiatr, porywy wiatru, grad czy też zamiecie i zawieje śnieżne również wpływają na pracę lotnisk i wykonywane operacje powietrzne. O wszystkich tych zjawiskach odpowiednie służby są informowane za pomocą prognoz lub ostrzeżeń lotniskowych - dokumentów przygotowanych przez synoptyków lotniczych.

Kolejnym produktem są komunikaty SIGMET o prognozowanych lub obserwowanych groźnych zjawiskach. W Polsce informacja SIMET najczęściej wydawana jest na silną turbulencję, oblodzenie i burze, bardzo rzadko dotyczy prognozy fali górskiej i chmury pyłu wulkanicznego (komunikat SIGMET wydaje się również dla chmury pyłu radioaktywnego). Z informacji tych korzystają nie tylko kontrolerzy ruchu lotniczego, ale również piloci. Jednym z głównych powodów zmiany trasy, poziomu lotu czy też konieczności zapięcia pasów jest właśnie wydana informacja SIGMET. Piloci mają także do dyspozycji tzw. meldunki z powietrza (AIREP), które informują o obserwowanych przez inne statki powietrzne umiarkowanych i silnych lub też groźnych zjawiskach w powietrzu.

**Wsparcie dla General Aviation.** Instytut wydaje prognozy również dla lotnictwa ogólnego. Podstawową jest prognoza graficzna SIGNIFICANT dla Polski. Zaznaczone są na niej strefy pogodowe z opisem chmur i widzialności wraz z ograniczającymi ją zjawiskami, wysokość izotermy 0 st. Celsjusza w określonych miejscach oraz kierunek i prędkość wiatru na wysokości około 1500 m. Na mapie mogą być również naniesione fronty atmosferyczne, ośrodki baryczne, turbulencja, oblodzenie, fala górską, porywy wiatru czy też informacja o przykryciu wierzchołków gór przez chmury. Szczegółowy opis zarówno tej prognozy, jak i pozostałych znajduje się na stronie [awiacja.imgw.pl](http://awiacja.imgw.pl).

Drugą prognozą dla General Aviation jest GAMET. To prognoza tekstowa napisana przy użyciu znormalizowanych skrótów. W związku z tym, że zarówno ta, jak i wszystkie wyżej wymienione prognozy

są opracowywane zgodnie z odpowiednimi dokumentami, każdy pilot – zarówno w Polsce, jak i zagranicą – jest w stanie ją poprawnie odczytać.

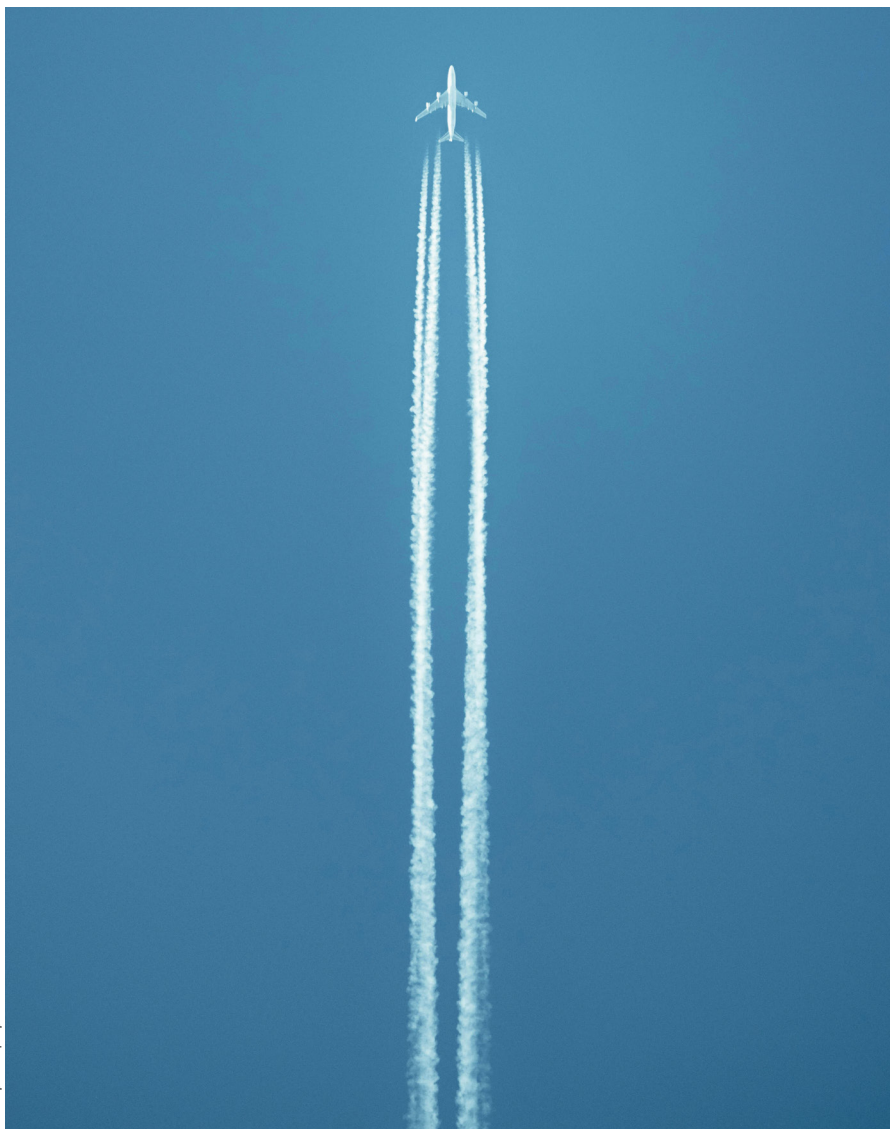
**Certyfikaty, umowy i procedury.** Zapewnianie służb MET w żegludzie powietrznej nie jest możliwe bez spełnienia szeregu wymagań formalnych. Aby im sprostać, IMGW-PIB wdrożył wewnętrzne procedury zapisane m.in. w dokumentacji systemu zarządzania jakością i bezpieczeństwem. Dzięki nim nasze produkty są zgodne z wymaganiami norm ISO, a Instytut otrzymał stosowne certyfikaty. Jednym z najważniejszych jest certyfikat instytucji zapewniającej służby żeglugi powietrznej wydany przez Urząd Lotnictwa Cywilnego. Dokument ten potwierdza zdolność IMGW-PIB do prowadzenia meteorologicznej osłony lotnictwa cywilnego zgodnie ze stawianymi wymaganiami. Ponadto Instytut otrzymał certyfikat służby żeglugi powietrznej wydany przez prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego oraz został wyznaczony przez Ministra Infrastruktury jako instytucja zapewniająca służbę meteorologiczną do dostarczania danych i informacji meteo. Zapewnianie służb MET w ramach Centrum Meteorologicznej Osłony Lotnictwa Cywilnego regulowane jest również podpisanymi umowami i porozumieniami, zarówno krajowymi, jak i międzynarodowymi, do których należy zaliczyć m.in. rozporządzenie Unii Europejskiej nr 373 wraz z późniejszymi zmianami, czy też Załącznik 3 ICAO do konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym.

Podstawową umową, na której bazuje działalność CMOLC, jest porozumienie zawarte pomiędzy IMGW-PIB a Polską Agencją Żeglugi Powietrznej. To w nim wymienione są produkty, zakresy usług, wymagane terminy, operacyjnie pożądane wskaźniki dotyczące dostarczanych produktów i usług. Umowa opisuje też zasady współpracy pomiędzy obiema instytucjami, obejmuje kwestie dotyczące zarówno sposobu dostarczania danych, jak i postępowania np. w sytuacjach awaryjnych. Porozumienie to jest kluczowe dla bezpieczeństwa ruchu lotniczego – krajowego i międzynarodowego. Gdy w najbliższych dniach wsiądziemy na pokład samolotu, pamiętajmy, że może on oderwać się od ziemi, wykonać przelot i bezpiecznie wylądować dzięki pracy wielu ludzi. W tym synoptyków i ekspertów z IMGW-PIB. ◀

**IZABELA ZABŁOCKA.** Absolwentka Uniwersytetu Warszawskiego. Z IMGW-PIB związana od 2008 roku, początkowo jako synoptyk ogólny, a od 2009 jako synoptyk lotniczy. Zaangażowana w działalność szkoleniową, zarówno jako osoba szkoląca, a z czasem również jako organizator szkoleń wewnętrznych i zewnętrznych, m.in. Szkoły Meteorologii Lotniczej. W 2015 roku odbyła półroczny staż w departamencie User Support and Climate Services w EUMETSAT. Od 2017 roku Kierownik CBPL-MBN. Na przestrzeni lat zaangażowana w prace różnych grup roboczych EUMETNET, a ostatnio również przedstawiciel CMOLC na spotkaniach METG w ICAO.

**JADWIKA MICHALSKA.** Pracowała w IMGW w okresie 1976-2020 jako obserwator i informator lotniczo-meteorologiczny na stacji w Łodzi. Przez osiem ostatnich lat pracy obejmowała stanowisko Inspektora Lotniskowych Stacji Meteorologicznych. Całym sercem oddana CMOLC i podopiecznym, do których miała anielską cierpliwość.

**LIDIA KOLASA.** Absolwentka Uniwersytetu Łódzkiego. Od 1998 roku obserwator meteorologiczny, później również informator lotniczo-meteorologiczny. Od 2021 roku pełni funkcję Inspektora Lotniskowych Stacji Meteorologicznych i sprawuje nad nimi nadzór merytoryczny w imieniu Dyrektora Centrum MOLC. W ramach swoich zadań organizuje Warsztaty dla informatorów LSM, prowadzi uzgodnienia operacyjne z przedstawicielami PAŻP, Zarządzającymi Portami w zakresie zapewniania służb meteorologicznych dla lotnictwa cywilnego na poszczególnych lotniskach.



Źródło: iStockphoto.com

# Historia „wspólnego kożucha”, czyli o pracy informatora meteorologicznego dawniej i dziś

Małgorzata Bartoszek, Paulina Skrońska, Urszula Umińska

**Lotniskowa Stacja Meteorologiczna LSM Warszawa, obecnie znajdująca się w dzielnicy Włochy, została oficjalnie uruchomiona w 1945 roku. Od tego czasu prowadzi się tam nieprzerwanie obserwacje meteorologiczne na potrzeby lotnictwa, a zebrane dane wykorzystuje do opracowania prognoz oraz badań klimatycznych. Przez kolejne lata praca informatorów meteorologicznych ewoluowała – zmieniały się sprzęt pomiarowy, technologie, a w konsekwencji również zakres i jakość pracy meteorologa. Co ciekawe, jeszcze na początku lat 90. niezbędnym „wyposażeniem” na punkcie obserwacyjnym stacji był... kożuch.**





Pierwsze wzmianki o funkcjonowaniu Lotniskowego Biura Meteorologicznego w Warszawie sięgają 1918 roku. W czasie II wojny światowej kierownikiem obiektu był Niemiec, pan Limkman, który nadzorował pracę stacji do czerwca 1944 roku. Po zakończeniu działań wojennych na reaktywowany posterunku obserwacje wykonywano tylko w głównych terminach (godz. 00, 06, 12, 18 UTC), a na wyposażeniu znajdowały się klatka z kompletem termometrów, wiatromierz Wilda i deszczomierz Hellmana oraz barometr rtęciowy (od 1946 r.). W październiku 1946 roku rozpoczęto zapisy w dzienniku klimatologicznym i przygotowywanie miesięcznych wykazów spostrzeżeń meteorologicznych.

Przełomowym rokiem okazał się 1949, kiedy Państwowy Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny przejął zakres obowiązków świadczenia osłony meteorologicznej od Państwowych Portów Lotniczych PPL „LOT”. Stacja warszawska została zlokalizowana na terenie Krajowego Portu, a w Lotniskowym Biurze Meteorologicznym wydzielono dwie służby - lotniskową oraz synoptyczną. Pracownicy zobowiązani byli do przekazywania pilotom aktualnej pogody na lotnisku, zgodnie z kluczem obowiązującym w meteorologii lotniczej, tzw. Klucz Q, gdzie każda, trzyliterowa sekwencja odpowiadała poszczególnym parametrom meteorologicznym, np. QMU - temperatura powietrza i punktu rosy. Przekazywane dane meteorologiczne zawierały podobne parametry jak obecnie, z wyjątkiem ciśnienia atmosferycznego na poziomie lotniska, które podawano w milimetrach, metrach bieżących i calach angielskich. Ponadto, służba meteorologiczna wykonywała obserwacje synoptyczne, ostrzegawcze, obserwacje klimatu i pilotaże.

W latach 1918-1955 stację wielokrotnie przenoszono, a w 1955 roku - w związku z rozbudową portu - zlokalizowano ją na południu lotniska, w budynku „Goniometr”. Pomieszczenie stacji znajdowało się na podejściu progu RWY 33. O specyficze pracy w tym miejscu świadczy wymowny wpis na kartach kroniki Historii Stacji Meteorologicznej Okęcie:

„Było to jednak bardzo niebezpieczne miejsce dla pracowników stacji, a to dlatego, że z tego kierunku nad budynkiem samoloty wychodziły z chmur przy złej pogodzie i podchodziły do lądowania. Z braku

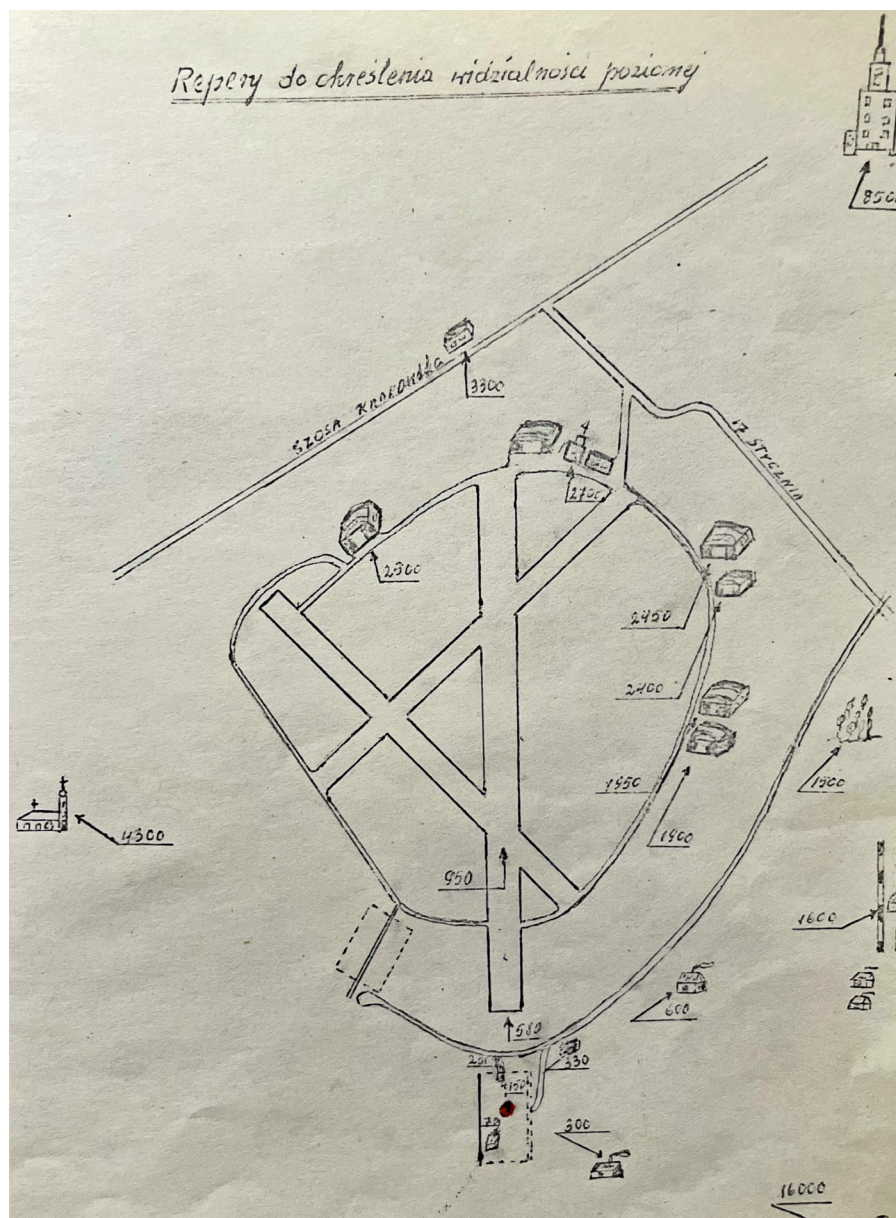


Informator podczas pomiaru górnych wiatrów przy pomocy teodolitu na tle budynku „Goniometr” (źródło: archiwum LSM Warszawa).

urządzeń naprowadzających, jak radary, pomagano sobie radiem na fonię, gdy ujrzało samolot. Wprowadzało to zamęt wśród pracowników stacji, którzy uciekali z budynku przy lądujących samolotach.”

W 1968 roku oddano do użytku operacyjnego Centrum Kontroli Ruchu Lotniczego (CKRL), do którego zostało przeniesione

Lotniskowe Biuro Meteorologiczne. Obiekt funkcjonuje w tym miejscu do dzisiaj. Od tego momentu wprowadzone zostały kryteria zmian istotnych elementów pogody w komunikatach lokalnych, opracowane przy współpracy informatorów, kontrolerów i pilotów. W związku z wysokim poziomem wyposażenia technologicznego CKRL, na



Lokalizacja Goniometru (źródło: archiwum LSM Warszawa).

stacji zainstalowano telewizję przemysłową, tzw. ATIS, obrazującą aktualnie panujące warunki meteorologiczne na lotnisku. Informacje te były widoczne dla służb operacyjnych, a piloci byli powiadamiani przez radio. Od lat 90. Polska Agencja Żeglugi Powietrznej stopniowo wprowadzała modernizacje sprzętu meteorologicznego. Na bazie systemu ATIS stację wyposażono m.in. w komputer, na którym ręcznie wprowadzano wszelkie zmiany elementów meteorologicznych. Na zobrazowaniu poprawki mogli

nanosić zarówno meteorolodzy, jak i kontrolerzy. Informacje te - w postaci nagranych przez pracowników odpowiedniej komórki PAŻP komunikatów - były odsłuchiwane przez pilotów podczas lotu.

Zanim Polska Agencja Żeglugi Powietrznej (PAŻP) zakupiła pierwszy automatyczny system pomiarowy parametrów meteorologicznych, najbardziej wymagającym w pracy informatora był pomiar zasięgu widzialności wzdłuż drogi startowej (tzw. RVR). W okresie jesienno-zimowym - gdy

rosło ryzyko i częstotliwość występowania mgieł - pracownicy pełnili dodatkowy „dyżur pasowy”. Przy pogarszającej się widzialności, na prośbę kontrolera „Pasowy” wyjeżdżał na pas, który był w użyciu i stamtąd prowadził pomiary RVR. W związku z tym, że lotnisko Warszawa od początku swojego funkcjonowania ma dwie krzyżujące się drogi startowe, „Pasowy” był zobowiązany wykonywać pomiar widzialności poziomej na pasie startowym RVR z progu operacyjnego będącego w użyciu dla samolotów lądujących. Najczęściej był to próg RWY 33 lub RWY 11. Obecni pracownicy stacji znają historię „wspólnego kożucha”, który był niezbędnym „wyposażeniem” na punkcie obserwacyjnym:

„W mroźne dni i noce pracownicy przebywającym w tzw. „kiosku” na progu RWY 11 ogrzewali się farelką oraz otulali wcześniej wspomnianym, jedynym, dyżurnym kożuchem”.

Z biegiem lat na lotnisku pojawiały się kolejne nowoczesne przyrządy wspomagające prace Informatora. W 1991 roku Polska Agencja Żeglugi Powietrznej, jako właściciel systemu pomiarowego, zakupiła pierwszy Automatyczny System Pomiarowy MIDAS 200, w skład którego oprócz podstawowych przyrządów meteorologicznych, tj. barometru i czujnika temperatury, wchodziły trzy widzialnościomierze umieszczone wzdłuż głównej drogi startowej, zainstalowane w pobliżu TDZ 33, MID, END 15, oraz dwa ceilometry na progu RWY 33 i RWY 11. W 1996 roku system pomiarowy został wymieniony na MIDAS 600, w którym wszystkie progi zostały jednakowo oprzyrządowane w ceilometry, wiatromierze oraz widzialnościomierze. Ponadto na progu 33 zainstalowano czujnik pogody bieżącej i deszczomierz.

Aktualnie stacja korzysta z danych meteorologicznych pochodzących z Automatycznego Systemu Pomiarowego Parametrów Meteorologicznych (AWOS). W jego skład wchodzi: ceilometr, widzialnościomierz oraz wiatromierz na każdym z progów. W punkcie skrzyżowania dwóch pasów umieszczone są: widzialnościomierz, wiatromierz, sonda temperatury i wilgotności względnej, czujnik ciśnienia, detektor wyładowań atmosferycznych oraz detektor pogody bieżącej, który dodatkowo znajduje się na progu RWY15 i RWY33. Pozyskiwane z systemu AWOS dane meteorologiczne

służą do opracowywania komunikatów METAR, a także komunikatów lokalnych MET REPORT i SPECIAL. Lotnisko EPWA jest jedynym obiektem w Polsce, dla którego opracowywane są komunikaty lokalne dla samolotów przylatujący i odlatujących.

W maju 2021 roku został także uruchomiony smartATIS. System ten obsługuje dwa kanały, ATIS ARR (dla lądujących), gdzie dane meteorologiczne podawane są z progu operacyjnego oraz ATIS DEP (dla startujących), gdzie dane dotyczące wiatru przekazywane są ze środka (strefa MID) a podstawa chmur ze strefy wznoszenia (strefa END). Dodatkowo do wszystkich komunikatów lokalnych dołączana jest, opracowywana przez synoptyków z Centralnego Biura Prognoz Lotniczych, Meteorologicznego Biura Nadzoru - prognoza na lądowanie TREND, ważna na następne 2 godziny.

Obecnie na Lotniskowej Stacji Meteorologicznej Warszawa pracuje jedenaścioro Informatorów i Informatek Lotniczo-Meteorologicznych, którzy stale szkolą się i podnoszą swoje kwalifikacje w celu zapewnienia jak najlepszej osłony meteorologicznej lotniska. Historie jakie przekażą z całodobowych dyżurów kolejnemu pokoleniu obserwatorów zapewne nie będą dotyczyć „wspólnego kożucha”, ale z pewnością zasługują na pamięć i nasz szacunek. Ponieważ to dzięki ich pracy możemy bezpiecznie podróżować do najbardziej odległych zakątków Ziemi. ◀

**MAŁGORZATA BARTOSZUK.** Magister geografii, absolwentka Uniwersytetu Marii Curie-Skłodowskiej w Lublinie. W IMGW-PIB pracuje od 2019 roku. Informator lotniczo-meteorologiczny na Lotniskowej Stacji Meteorologicznej Warszawa.

**AULINA SKROŃSKA.** Absolwentka Wydziału Geografii i Studiów Regionalnych Uniwersytetu Warszawskiego. Z IMGW-PIB związana od 2020 roku. Informator lotniczo-meteorologiczny na Lotniskowej Stacji Meteorologicznej Warszawa.

**URSZULA UMIŃSKA.** Absolwentka Technikum Gospodarki Wodnej ze specjalizacją meteorologia i Uniwersytetu Kardynała S. Wyszyńskiego na kierunku pedagogika. Z IMGW-PIB związana od 1995 roku, zatrudniona na Lotniskowej Stacji Meteorologicznej w Warszawie, z uprawnieniami Starszego Informatora Lotniczo-Meteorologicznego. Zwolenniczka chmur Cumulonimbus i towarzyszącym im wyładowaniom atmosferycznym oraz obserwatora przestrzeni miejskiej, natury oraz relacji i interakcji międzyludzkich.



Lokalizacja Goniometru (źródło: archiwum LSM Warszawa).



Zespół Informatorów i Informatek Lotniskowej Stacji Meteorologicznej Warszawa (źródło: archiwum LSM Warszawa).



# Misja dla ludzi z powołaniem

Grzegorz Kolodziej

**Spośród milionów pasażerów, którzy przez 11 lat mijali pomieszczenie, gdzie jako informator lotniczo-meteorologiczny wykonywałem swoje obowiązki, zapewne niewielka tylko część miała świadomość, jak bardzo komfort ich podróżowania zależy od podejmowanych przeze mnie decyzji. Opisane tutaj sytuacje i problemy są rzeczywiste i typowe dla specyfiki obowiązków, zadań i odpowiedzialności informatorów lotniczo-meteorologicznych. Nie można jednak zapominać, że za każdą z nich stoi człowiek – jego potrzeby, obawy, trudności oraz emocje, jakie mu towarzyszą, gdy w codziennej rutynie niejednokrotnie musi samodzielnie podejmować nietatwe działania w skrajnie trudnych dla operacji lotniczych warunkach pogodowych.**

Słownik Języka Polskiego określa misję jako „posłannictwo, ważne odpowiedzialne zadanie do spełnienia”, inne słowniki definiują ją jako „funkcję, zadanie, cel, który dana osoba musi spełnić”. To określenie znalazło się również w Kodeksie Etycznym pracowników IMGW-PIB, gdzie wprost zapisano, że misją Instytutu jest „Profesjonalnie monitorować, prognozować oraz ostrzegać przed niebezpiecznymi zjawiskami zachodzącymi w atmosferze i hydrosferze; skrupulatnie badać zachodzące zmiany klimatu oraz tworzyć rzetelne badania i opracowania dotyczące w szczególności meteorologii, klimatologii, hydrologii i gospodarki wodnej”. Praca informatorów lotniczo-meteorologicznych stanowi istotny wkład w złożony i wieloaspektowy proces realizacji tej misji, jednocześnie będąc przykładem „najwyższego profesjonalnego poziomu, zgodności z przepisami zawartymi w ustawach, skuteczności, kompetencji, fachowości, doświadczenia i kultury osobistej”, o których mówi polityka IMGW-PIB w zakresie bezpieczeństwa i jakości. Ta misja realizuje się również, a może przede wszystkim, w wymiarze osobistym, którego kilka aspektów chciałbym przybliżyć.

**Między nocą a dniem.** Źródłem informacji o stanie pogody na lotnisku, w tym również w Porcie Lotniczym Lublin, gdzie od ponad dekady pracuję jako informator lotniczo-meteorologiczny, są pomiary i obserwacje. Współcześnie zadania te częściowo „wykonuje” automatyczny lotniskowy system pomiarowy AWOS, który zbiera na bieżąco dane o ciśnieniu, temperaturze i wilgotności powietrza oraz prędkości i kierunku wiatru. Mimo technologicznego zaawansowania system AWOS musi być ciągle monitorowany, ponieważ jego działanie i poprawność wskazań zależą od pogody, poziomu technicznego i sprawności czujników, jakości transmisji, środowiskowych czynników przygodnych charakterystycznych dla pory roku i położenia lotniska.

AWOS jest w stanie również określić wielkość zachmurzenia, ale doświadczenie dzielone z pracownikami innych LSM uczy, że do oceny tego parametru przez system należy podchodzić z dużym dystansem i z reguły potrzebna jest tu dodatkowa ocena informatora. Podobnie rzecz ma się z koniecznością określenia (wyliczenia) wysokości podstawy chmur, gdy nie ma ich bezpośrednio nad wysokościomierzem, co przy zachmurzeniu w przedziale FEW-SCT zdarza się dość często. Sytuacje, które w naszej szerokości

geograficznej w chłodnej porze roku nie należą do rzadkości, czyli chmury St nebulosus o podstawach poniżej 200-300 ft, też nie są sprzymierzeńcami obserwatorów. Nie zawsze można wtedy precyzyjnie określić czy mamy do czynienia z widzialnością pionową, czy zachmurzeniem całkowitym o określonej podstawie. Decyzję podejmuje informator, co przy określonej i słabej widzialności, poniżej pewnego progu, skutkuje wprowadzeniem w życie procedur, które w rezultacie powodują przekierowanie samolotu na inne lotnisko. Jest to bardzo uciążliwe i wiąże się z kosztami dla pasażerów i przewoźnika.

O ile za dnia można dość precyzyjnie wzrokowo określić stopień ograniczenia widzialności w poszczególnych częściach lotniska i zidentyfikować zjawiska powodujące te ograniczenia, a także stopień pokrycia nieba przez chmury, o tyle po zmroku wzrasta poziom bezradności informatora, zwłaszcza w sytuacjach widzialności ograniczonej przez mgłę, opady śniegu lub gwałtowne opady przelotnego deszczu. Przy zachmurzeniu przez chmury inne niż Stratus (St), zwłaszcza gdy świeci księżyc, stopień pokrycia nieba daje się ocenić w miarę precyzyjnie. Jak jednak sobie radzić w innych sytuacjach? Pomocne mogą być dane z teledetekcji (przy chmurach warstwowych tylko zdjęcia satelitarne) i śledzenie zachodzących w atmosferze procesów, które związane są z dobowym przebiegiem parametrów meteorologicznych czy nadchodzącymi frontami. Informacje te są szczególnie cenne w nocy, w sytuacji zróżnicowanej widzialności kierunkowej, występowania opadów mieszanych, braku w pobliżu obserwacji miejsca sztucznego oświetlenia, które byłoby odpowiednim tłem, pozwalającym na właściwą identyfikację opadów i określenie ich intensywności. O brzasku następuje chwila prawdy, dzięki której możemy ocenić wiarygodność nocnych obserwacji. Wschód słońca obnaża nasze wyobrażenia o stanie zachmurzenia i zjawiskach (podstawa chmur na prog 25 okazuje się być górną granicą inwersji przyziemnej lub mgły), które w umyśle zbudowane są na podstawie danych z systemu pomiarowego, danych teledetekcyjnych i własnych doświadczeń. Noc nie jest też sprzymierzeńcem w ocenie stopnia dominacji poszczególnych zjawisk, kiedy występują dwa lub trzy równocześnie. Gdy ciemność i mgła pochłaniają wszystko, pozostaje zaufać wskazaniom przyrządów, wszak jedyna możliwa weryfikacja danych z pomiarów i obserwacji,

w odniesieniu do widzialności, możliwa jest u nas tylko kilkaset metrów od punktu referencyjnego lotniska (ARP) w kierunku południowym i to tylko do odległości około 300-400 m od terminalu.

**Czy na lotnisku jest burza?** Lato też ma swoje uroki. Mgły, poza nielicznymi wyjątkami, pojawiają się tuż nad ranem, a pierwsze słoneczne promienie na tyle skutecznie podgrzewają powierzchnię ziemi, że obserwator jest świadkiem dynamicznego zanikania przesłony lasu i widocznych na horyzoncie zabudowań pobliskiej wioski. Czasami ma też okazję zaobserwować cienką warstwę St, która zawieszona w połowie koron drzew nie daje się co prawda uchwycić czujnikom przyrządów, ale jest uczta dla oczu. W tej porze roku sen z meteorologicznych powiek spędzają zjawiska konwekcyjne, czyli chmury wypiętrzone typu CB i TCU, i towarzyszące im intensywne gwałtowne opady deszczu, porywy wiatru, nagle zmiany jego kierunku i wyładowania atmosferyczne. Te ostatnie, choć bardziej intensywne i częstsze w dzień, nie dają aż tak spektakularnych efektów, jak w nocy. Zalecenia, które sugerują, że każdy zauważalny błysk powinien znaleźć odzwierciedlenie w depeszy, nie są zbyt praktyczne, ponieważ błyskawice mogą być obserwowane nawet z odległości kilkudziesięciu kilometrów. Wtedy wskazana jest większa czujność, ponieważ aktywność operacyjna, tuż po wyładowaniu lub przed startem statku powietrznego, przejawia się w pracy wielu lotniskowych pojazdów, które mrugają różnokolorowymi światłami i głośno hałasują, skutecznie uniemożliwiając usłyszenie grzmotu. W takiej sytuacji warto wsłuchiwać się w skaner częstotliwości radiowych, który umożliwia podsłuch korespondencji na lotnisku i reagować, gdy DOPL (dyżurny operacyjny lotniska) zezwoli na tankowanie, ponieważ wczuwając się w rolę informatora sam decyduje, jak daleko od lotniska są wyładowania. Nieocenionym narzędziem wspierającym naszą wiedzę o wędrówce CB i TCU i ich elektrycznych związkach pomiędzy sobą, ziemią i atmosferą są systemy radarowe diagnozujące wyładowania i śledzące wodno-lodowe struktury ich wnętrza. Zdarza się wtedy, że nawet przez kilka godzin z rzędu nie można spuścić z oczu wzajemnych relacji przesuwających się za oknem ciemnych chmur, opadów i błyskawic z ich obrazami na monitorach komputerów. Każda minuta staje się wtedy bezcenna. Jednak dla pewności nie pozostaje nic innego,



Cumulonimbus capillatus na kierunku SE.



Intensywny opad deszczu przelotnego poza obszarem lotniska.

jak przeniesienie swojego miejsca obserwacji nieba przed terminal, aby precyzyjnie policzyć czy od ostatniego grzmotu minęło już 10 minut i aby identyfikacji tej nie zaburzył warkot agregatu czy błysk koguta na dachu któregoś z lotniskowych pojazdów.

**Co z tą widzialnością?** Jej prognozowanie wymyka się prostemu modelowaniu ze względu na złożoność zachodzących w atmosferze procesów, ale również z uwagi na to, że warunki lokalne danego lotniska i jego topoklimat

w znacznym stopniu determinują pojawianie się i rozwój w czasie zjawisk pogarszających widzialność, takich jak przelotne opady śniegu i mgła. Jednak dla informatora, który obserwuje procesy zachodzące w przyziemnej warstwie atmosfery, z reguły, pomiędzy lasem a osiedlem domów jednorodzinnych lub blokowiskiem, ważnych jest te kilka minut, które upłynie od momentu rozpoczęcia kołowania statku pasażerskiego do momentu oderwania się jego kół od płaszczyzny pasa startowego. W ciągu zaledwie tych kilku chwil widzialność może

pogorszyć się poniżej minimalnej wymaganej do startu. Trudność polega na tym, że proces zmian widzialności opisywany jest swoistą histerezą. Oznacza to, że jej poprawa przebiega zgoła inaczej, niż jej pogorszenie i wymaga więcej czasu, szczególnie w porze jesienno-zimowej, w sytuacjach tworzenia się grubej warstwy zachmurzenia podinwersyjnego, przy słabym wietrze, w słabo gradientowym polu barycznym. To falowanie wartości widzialności, niezadko od kilkuset do kilkudziesięciu metrów, odbywa się przy osłupieniu informatorów, gdyż parametry opisujące fizyczny stan atmosfery pozostają nadzwyczaj stabilne, czyli temperatura punktu rosy równa jest temperaturze termometru suchego, a wilgotność jest równa lub bliska sto procent przy słabej prędkości wiatru. Warto wtedy pamiętać, że nawet przy ciszy następuje powolny ruch powietrza, który odbywa się poniżej progu czułości systemów pomiarowych - wystarczy 30 cm/s, by w ciągu 10 godzin zanieczyszczenia przemieściły się z nad Lublina na obszar lotniska. Zestaw konfiguracji określonej mianem mgła na lotnisku wydaje się nieograniczony, a na dodatek, to co ważne, nie podlega prognozom.

**Prognozy lotniskowe TAF a rzeczywiste potrzeby użytkowników.** Prognozy lotniskowe, które są swoistym wglądem w przyszłość, nie obejmują tego, co ważne w wymiarze przestrzennym - widzialności wzdłuż drogi startowej (RVR), widzialności kierunkowej, mgły w płatach lub częściowo pokrywającej lotnisko - a także w wymiarze czasowym, np.: kilkukrotnych kilkuminutowych fluktuacji widzialności w różnych częściach obszaru lotniska, w krótkich odstępach czasu. Jeśli istnieje - wynikająca z sytuacji synoptycznej - potencjalna możliwość pogarszania się widzialności poniżej określonych kryteriami wartości, potwierdzona stosownym ostrzeżeniem lotniskowym (widzialność poniżej 1500 m), a przyczyną tej sytuacji jest mgła, to nie znajdzie to odzwierciedlenia w opisie pogody ubiegłej (nie istnieje w depeszy METAR skrót REFG), a fluktuacja widzialności przeważającej lub RVR w ciągu 30 minut pomiędzy obserwacjami, mimo że nie ma o niej żadnej informacji, może mieć znaczenie operacyjne. Synoptyk w prognozie dla lotniska określa przedział czasowy i prawdopodobieństwo wystąpienia zjawisk istotnych operacyjnie, a lotnik i informator doświadczają tego stanu warunków atmosferycznych w konkretnym punkcie tego przedziału czasowego.

Podobnie rzecz ma się z prędkością i kierunkiem wiatru. Z zasady zmiany kierunku przy prędkości poniżej 10 kt nie są istotne operacyjnie. Jednak dużo zależy od specyfiki operacji realizowanych na lotnisku i chwilowych, często trudnych do przewidzenia, potrzeb. Przyjmijmy scenariusz, w którym następuje awaria systemu do wypychania samolotu ze stanowiska, co powoduje, że maszyna musi zostać ustawiona do samodzielnego wykołowania. Jeżeli kadłub, a więc i silniki samolotu będą ustawione równoległe do kierunku wiatru, to podczas ich uruchamiania silniejszy (8 kt) podmuch może cofnąć płomień w kierunku sprężarki i ją uszkodzić. W tej sytuacji obserwator musiał zdecydować czy prędkość wiatru w określonym czasie może przekroczyć założoną wartość, podczas gdy nie było to przedmiotem troski opracowującego prognozę synoptyka, ponieważ siła wiatru nie przekraczała stosownego kryterium. Biorąc powyższe pod uwagę, to informator określa (a przynajmniej jest o to często pytany) czy burza dotrze na lotnisko w momencie lądowania samolotu, jaka będzie intensywność opadów i czy za godzinę, czyli w momencie startu samolotu, można spodziewać się widzialności powyżej 500 m i podstawy chmur (widzialności pionowej) powyżej 200 ft. Od tego często zależy organizacja pracy na lotnisku i realizacja stosownych procedur (tankowanie, odladanie, konieczność ograniczenia ruchu w polu operacyjnym).

**Dlaczego nie odleciał - intensywne opady śniegu.** Informator ma zrobić swoje, ale niejednokrotnie może być zaskoczony skutkami podjętych przez siebie decyzji - wszak, skądinąd sympatycznie wyglądający i na ogół dobrze kojarzący się, znak „+” może spowodować poważne perturbacje lub zamieszanie w życiu wielu ludzi, pasażerów i obsługi naziemnej. Otóż weterani służb operacyjnych są świadomi faktu, jak niewielka jest granica pomiędzy zjawiskami opisanymi w grupach 1000 +SN BR a 0900 SN FG; jak trudno określić czy mamy do czynienia z 1200 SN BR czy 1200 +SN BR, a przecież wcale nierzadkie są sytuacje typu 1500 +SN BR vs. 1200 SN BR (liczby wyrażają widzialność poziomą w metrach, SN oznacza jednostajne opady śniegu, a znak plus wskazuje, że są one silne, BR oznacza zamglenie, FG mgłę). Subiektywnej ocenie podlega bowiem stopień wpływu poszczególnych zjawisk na ograniczenie widzialności czy określenie przewagi odpowiedniej fazy



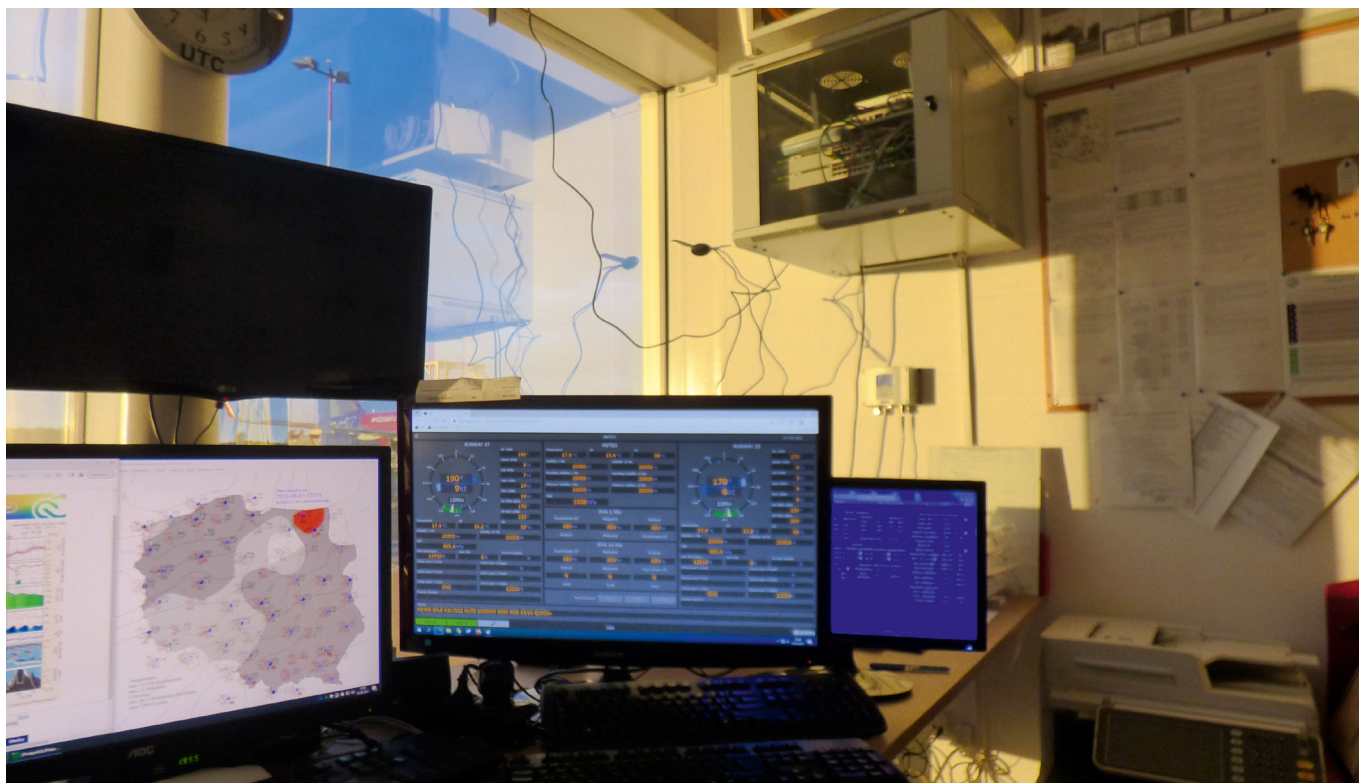
Akcja zima. Odśnieżanie płaszczyzny postojowej.



Letni zachód słońca. Chmury nieistotne operacyjnie.



Krótkotrwałe efekty startu samolotu w opadach deszczu.



Stanowisko pracy informatora lotniczo-meteorologicznego.

w przypadku opadów mieszanych (RASN czy SNRA - deszcz ze śniegiem). Wydaje się, że kreatywności natury w zakresie tworzenia równocześnie występujących zjawisk nikt nie ogranicza, a inwencja informatorów w ich opisie przekracza zawartość istniejących przepisów, bowiem ta sama kompozycja zjawisk może być różnie opisana przez jednego obserwatora. Niemniej jednak, ostatecznie jakąś decyzję odnośnie do określenia istniejących na lotnisku warunków pogodowych trzeba podjąć. Wspomniane już intensywne opady śniegu odbierają możliwość startu wielu statkom powietrznym, a przynajmniej dowódcom ich załóg. Przykładowo, jeśli synoptyk w prognozie określił, że pomiędzy godziną 18:00 a 22:00 wystąpić mogą silne przelotne opady śniegu, ograniczające chwilami widzialność do 600 m, to informator musiał zdecydować ile potrwa opad, który się rozpoczął o godzinie 20:30; to informator musiał ocenić czy przy widzialności 1200 m jest przewaga silnego zamglenia przy umiarkowanym - umożliwiającym start - opadzie śniegu, czy opad jest intensywny, a zamglenie niezbyt silne. Na podstawie takiej niekorzystnej decyzji informatora wieczorny lot z naszego lotniska

został odwołany i przełożony na dzień następny, na godziny przedpołudniowe. Kolejnego dnia, gdy pasażerowie zajęli już swoje miejsca, informator, a w konsekwencji kapitan statku powietrznego i kontroler stanęli przed dylematem z dnia poprzedniego. Skutkiem czego pasażerowie spędzili kilka godzin w samolocie, który odleciał ostatecznie z kilkunastogodzinnym opóźnieniem. Niestety, a może i dobrze, informator nie wiedział, że pilot nie ma uprawnień do startu przy intensywnych opadach śniegu, gdy proces odladania jest bardziej wymagający i trwa dłużej. Jednak nie wszyscy są świadomi tych proceduralnych niuansów, nawet informatorzy.

**To jaka jest w końcu pogoda na tym lotnisku.** Zdarzało mi się słyszeć, na niektórych konferencjach czy spotkaniach organizowanych w gronach naukowców, że fałszujemy informacje o stanie warunków atmosferycznych na lotnisku lub mamy braki w edukacji meteorologicznej w zakresie obserwacji chmur i zjawisk pogody. Broniąc dobrego imienia obserwatorów wyjaśniałem, że nie jesteśmy zainteresowani chmurami, które nie są istotne operacyjnie, ani nie przymykamy oczu na

chmury wypiętrzone typu Cb i Cu congestus oraz towarzyszące im gwałtowne zjawiska wysyłane ze stacji 12495, gdyż Lublin-Radawiec - zlokalizowany głównie na terenie Gminy Świdnik - Port Lotniczy dzieli w prostej linii 22 km. Niby niewiele, ale Aeroklub Lubelski, na terenie którego położona jest stacja synoptyczna, leży poza rejonem naszego lotniska. Z tej odległości można już dostrzec i usłyszeć zbliżające się burze i nawet, gdy nie znajdzie się ich w depe-szach METAR i komunikatach lokalnych, to informacje o nich krążą w sieciach wewnętrznych lotniskowych służb operacyjnych. Wtajemniczeni w arkana pracy służby meteorologicznej mają świadomość, że kontroler dostaje - prawie zawsze - inny pakiet informacji o stanie warunków pogodowych niż ten ogólnodostępny w postaci depe-szy METAR, gdyż dotyczy on danych bardziej aktualnych, czyli średnich jedno- lub dwuminutowych z kierunku operacyjnego (podstawa chmur, prędkość i kierunek wiatru), zakresu widzialności wzdłuż drogi startowej i aktualnych zjawisk na lotnisku. A więc pogoda na obszarze lotniska i w jego okolicach zależy od tego kto pyta, co ma na myśli i czym jest zainteresowany. Ważna jest precyzja pytań i odpowiedzi, aby uniknąć wzajemnych roz-



czarowań i posądzeń o brak wiedzy. Poza tym warto poruszać się w obszarze posiadanych kompetencji, wszak na lotnisku jesteśmy przede wszystkim informatorami, a synoptykami bywają tylko niektórzy pracownicy.

**Prawa Murphy'ego - jeśli może się coś zdarzyć, to się zdarzy, czyli pogodowe figle.** Każdy z informatorów posiada pewien niezbędny zasób wiedzy, będącym rezultatem procesu przygotowania do zdawania egzaminów, a potem potwierdzania swoich kompetencji zawodowych, udziału w warsztatach i szkoleniach. Wiedza ta pozwala czytać mapy prognoz niebezpiecznych dla lotnictwa zjawisk pogody, prognozy GAMET, TAF, informacje AIRMET lub SIGMET, korzystać z danych z systemów teledetekcyjnych, obserwować dynamikę procesów dziejących się od horyzontu po punkt ARP. Na tej podstawie - stosując zasady logiki oraz dzięki przynajmniej ogólnej znajomości praw przyrody - możemy wyciągać właściwe wnioski. Niemniej kilka razy do roku zdarzają się sytuacje, gdy do nagłego pogorszenia pogody dochodzi nad lotniskiem dokładnie w momencie podejścia samolotu do lądowania lub podczas startu.

**Współpraca z krl TWR i DOPL (kontrolerem i dyżurnym operacyjnym).** Z powyższych rozważań wynika, zawarta w instrukcji, hierarchia aktywności operacyjnej informatora, eksponująca współpracę z personelem PAŻP w wieży kontroli lotów. Chodzi nie tylko o zapewnienie dostępu do informacji o aktualnych warunkach pogody na lotnisku. Wszyscy uczestnicy procesu muszą mieć pewność, że wspólnie wykorzystywany sprzęt pomiarowy pokazuje wiarygodne dane, a proces meteorologicznego zabezpieczenia jest możliwy i realizowany na bieżąco. Informator ma za zadanie wspomóc personel w zrozumieniu dynamiki zachodzących na lotnisku zmian, aby ten był świadomy zbliżających się zagrożeń, a także właściwie wspierać komunikację z załogami samolotów, informując o sytuacjach, które mogą wpływać na ich bezpieczeństwo nie tylko w rejonie lotniska, ale również przy wchodzeniu na pułap.

Wiedza o niekorzystnych zmianach warunków pogodowych nie może być przez informatora zatrzymana dla siebie, gdyż jest on jedyną kompetentną osobą, która jest w stanie ten wpływ ocenić i przewidzieć według przyjętych kryteriów zmian, prognozowania i ostrzegania. Nie wszystko da się zawrzeć

w przepisach, umowach i procedurach. Są one fundamentem określającym zasady wzajemnej współpracy stosownie do posiadanych kompetencji i obowiązków, ale nie wyczerpują bogactwa możliwych sytuacji. Doświadczenie uczy, że wiedza o stanie warunków atmosferycznych i prognozowanych tendencjach ich zmian jest ważna nie tylko dla procesu startu i lądowania, ale także bezpiecznego tankowania, skutecznego odladzania, oczyszczania pasa startowego oraz dla komfortu pasażerów. Przejście z samolotu do terminalu w ulewym deszczu, silnym wietrze, zamieci śnieżnej lub wielogodzinne pozostawanie we wnętrzu samolotu, którego start został opóźniony z powodu nagłego pogorszenia warunków atmosferycznych lub wyczekiwania na ich poprawę w kręgu w pobliżu lotniska - wszystkie te sytuacje powodują czasami skrajne emocje i zaburzają normalny tryb pracy lotniska. Ranga i kompetencje personelu LSM są na tyle ważne, że wszelka wymiana informacji powinna odbywać się w atmosferze życzliwości, wzajemnego poszanowania i poczucia służby.

**Konieczność samodzielności/ znikąd pomocy.** Pracownicy LSM Lublin, podobnie jak i niektórych innych LSM-ów, pełnią dyżury w pojedynkę, a to oznacza konieczność samodzielnego podejmowania decyzji dużej wagi, nierzadko w sytuacjach krytycznych, np. gdy nagle zmieniające się warunki pogodowe wpływają na sprawność czujników systemu pomiarowego AWOS (brak wskazań w momencie, gdy one są najbardziej istotne i potrzebne, podczas intensywnych opadów śniegi, zamieci wysokiej i przy silnym wietrze, albo podczas bardzo silnych przelotnych opadów deszczu). Gdy przyrządom nie można zaufać, autorytet informatora i jego kompetencje, także te miękkie, nabierają szczególnego znaczenia. Konieczność podejmowania szybkich, zdecydowanych, ale równocześnie mądrych i kompetentnych decyzji, bez wsparcia, możliwości konsultacji czy długich konstatacji, wymaga od przedstawicieli tego zawodu szczególnej odporności psychicznej, ale też daje poczucie ogromnej satysfakcji i zawodowego spełnienia.

**A jednak człowiek.** W dobie rozwoju sztucznej inteligencji (AI) również w obszarze bezpieczeństwa lotniczego pojawiają się pytania o rolę i przyszłość informatorów lotniczo-meteorologicznych, którzy od dekad zajmują się obserwacją pogody, określają rodzaj chmur i wielkość zachmurzenia, oceniają widzial-

ność wzdluz drogi startowej i poprawność danych z automatycznych systemów pomiarowych, a także wspierają merytorycznie personel operacyjny w czasie oceny i prognozy dynamiki niebezpiecznych zjawisk atmosferycznych. Odpowiedź zależy od gotowości personelu operacyjnego PAŻP do opierania swoich decyzji wyłącznie na podstawie danych z „automatów” i własnych obserwacji oraz usankcjonowań prawnych tego stanu rzeczy. Należy jednak rozważyć, jak się sprawy będą miały w sytuacji chwilowej „niedyspozycji” sprzętu, w przypadku konieczności oceny tendencji zachodzących procesów czy tak zwanych prognoz natychmiastowych zjawisk i wartości parametrów meteorologicznych istotnych z punktu widzenia możliwości realizacji operacji powietrznych? We wszystkich tych sytuacjach człowiek wydaje się być niemożliwy do zastąpienia.

Po czterdziestu latach pracy w zawodach związanych z pogodą, w tym kilku latach pracy na lotnisku w charakterze informatora lotniczo-meteorologicznego, gotów jestem stwierdzić, że personel operacyjny stanowi jeden żywy organizm, którego wszystkie członki muszą być sprawne i współpracować ze sobą, aby był zdolny do realizacji służby dla drugiego człowieka. Jest to swego rodzaju misja i powołanie. Tylko człowiek - nie automat, model czy algorytm - jest zdolny do empatii, moralnej i prawnej odpowiedzialności za swoje czyny. Ale jest też świadomy własnej ułomności, ograniczonych kompetencji i konieczności współpracy z bliźnimi. Ufam, że wszelkie potencjalne zmiany odnośnie do charakteru służby meteorologicznej odbywać się będą po szerokich konsultacjach wszystkich zainteresowanych. ◀

**GRZEGORZ KOŁODZIEJ.** W latach 1979-1984 student WAT. Od 1984 do 1991 roku kierownik wojskowej stacji meteorologicznej na lotnisku w Bydgoszczy. Do 2002 roku zatrudniony jako synoptyk w Regionalnym Biurze Meteorologicznym w Bydgoszczy. W latach 2002-2007 specjalista w Dowództwie 2KOP, w okresie 2005-2006 pełni również funkcję szefa międzynarodowej komórki w KFOR w Prisztinie. Od 2007 do 2009 roku szef sekcji klimatologicznej w Centrum Hydrometeorologii SZ RP. W okresie 2009-2010 był starszym specjalistą w Wielonarodowym Korpusie Północ-Wschód w Szczecinie. W latach 2013-2019 wykładowca i specjalista inżynierijno-techniczny na Wydziale Nauk o Ziemi i Gospodarki Przestrzennej UMCS w Lublinie. Od 2012 roku jest informatorem lotniczo-meteorologicznym LSM Lublin.

# Gdy pogodę na pasie startowym „psuje” okolica



Izabela Guzik, Katarzyna Stefaniuk

**Nie ma jednego sposobu i uniwersalnej „recepty” na prognozę pogody dla danego lotniska. Każdy port ma swoje określone charakterystyki, które w różny sposób mogą wpływać na kształtowanie się lokalnych warunków atmosferycznych. Ich dokładne i bieżące prognozowanie jest możliwe dzięki doświadczeniu synoptyków, dostępowi do danych z systemów AWOS, obrazów satelitarnych czy radarowych i coraz dokładniejszym modelom numerycznym oraz nieocenionej współpracy z obserwatorami na Lotniskowych Stacjach Meteorologicznych, którzy są „oczami” synoptyków.**

Choć modele numeryczne coraz lepiej prognozują pogodę, również w zakresie potrzeb lotnictwa, to nie są nieomyślne. Warunki lokalne - zwłaszcza ukształtowanie terenu, bliskość zbiorników wodnych, lasów czy miast - mogą powodować „zakłócenia” i wymagają właściwego ujęcia w obliczeniach modeli prognostycznych. W dalszej części opracowania prześledzimy w jaki sposób specyfika danego regionu Polski wpływa na przebieg pogody i pojawianie się zjawisk istotnych dla bezpieczeństwa i płynności ruchu lotniczego.

**Wietrzna i mglista północ.** Dla lotnisk położonych w północnej Polsce - Szczecin-Goleniów<sup>1</sup> i Gdańsk - niezwykle ważnym istotną rolę w kształtowaniu warunków at-

mosferycznych odgrywa bliskość Morza Bałtyckiego. W dużym uproszczeniu Bałtyk, jako duży zbiornik wodny o większej pojemności cieplnej niż ląd, latem będzie na ogół chłodniejszy od lądu i powietrza, a zimą - cieplejszy. Skutkować to może tworzeniem się nad jego powierzchnią mgieł i niskich chmur oraz chmur konwekcyjnych z opadami i burzami, które bardzo często są spychane przez wiatr nad ląd i zlokalizowane tam lotniska. Innym istotnym dla tego regionu zjawiskiem jest bryza. W ciepłej porze roku, wiejąca w ciągu dnia od morza bryza będzie powodowała skręt wiatru na kierunki z sektora północnego, co może skutkować powstaniem lokalnych linii zbieżności, zwiększeniem ogólnego zachmurzenia nad lądem oraz roz-

wojem chmur konwekcyjnych i burz. Zjawisko to w okolicach Gdańska może być jeszcze potęgowane zróżnicowaniem ukształtowania terenu, które stanowić będzie dodatkowy czynnik wywołujący konwekcję. Bliskość Morza Bałtyckiego przyczynia się też do wyższych prędkości wiatru na lotniskach nadmorskich, częstszych porywów i uskoków. W Szczecinie-Goleniów te niedogodności są nieco niwelowane przez ląd, który osłania port przy napływie mas powietrza z zachodu. Z kolei lotnisko w Gdańsku, ze względu na położenie na wysoczyźnie, jest bardziej narażone na duże prędkości wiatru.

Innym czynnikiem wpływającym na lokalne warunki pogodowe są powierzchnie leśne. W Gdańsku las i ogrody działkowe ciągną się

<sup>1</sup> Każdorazowo, gdy w tekście pojawia się nazwa własna, jeżeli nie zaznaczono tego inaczej, autorki mają na myśli lotnisko, nie obszar administracyjny miasta: Bydgoszcz (EPBY), Gdańsk (EPGD), Katowice-Pyrzowice (EPKT), Kraków-Balice (EPKK), Lublin (EPLB), Łódź (EPLL), Olsztyn-Mazury (EPSY), Poznań-Lawica (EPPO), Rzeszów-Jasionka (EPRZ), Szczecin-Goleniów (Epsc), Warszawa-Modlin (EPMO), Warszawa-Chopin (EPWA), Warszawa-Radom (EPRA), Wrocław-Strachowice (EPWR), Zielona Góra-Babimost (EPZG).

wzdłuż pasa startowego po jego południowej stronie, z przerwą wzdłuż ul. Budowlanych, mniej więcej naprzeciwko terminala T1. Przy wietrze południowo-wschodnim lotnisko znajduje się w cieniu lasu, co może skutkować różnymi wskazaniami wiatromierzy na progach i środku pasa - te „progowe” będą jakby „zasłonięte” przed wiatrem. Istnieje też ryzyko wystąpienia uskoku wiatru w związku z innym przepływem powietrza ponad powierzchnią leśną.

Las stanowi również źródło wilgoci sprzyjające powstawaniu mgieł. W Szczecinie-Goleniowie obszar leśny znajduje się na wschód od lotniska i przy sprzyjających warunkach można obserwować „wychodzenie” mgieł i mgieł przyziemnych na pas. W Gdańsku, oprócz lasu po południowej stronie oraz na północ od progu pasa 29, występuje obniżenie terenu ku progowi 11. Stanowi ono duży rezerwuár wilgoci i przyczynia się do częstego powstawania mgieł przyziemnych w północno-zachodniej części lotniska.

#### **Na nizinach wszystkiego po trochu.**

Na lotniskach Polski nizinnej kluczowym czynnikiem warunkującym lokalne warunki pogodowe jest obecność zbiorników wodnych, rzek i lasów - nie jest to jednak obowiązująca dla każdego przypadku zasada. Przykładowo dla portu Warszawa-Radom bardziej istotne znaczenie ma zlokalizowane po zachodniej stronie miasto, które z jednej strony stanowi dodatkowe źródło jąder kondensacji i przyczynia się do powstawania częstszych mgieł i zachmurzenia chmurami Stratus, a z drugiej - obniża poziom wilgotności i podwyższa temperaturę powietrza. Podobnie niewielki wpływ lasu obserwuje się w Lublinie, gdzie tereny leśne znajdują się jedynie na północ od progu pasa 25; pozostałe obszary to pola, łąki i zabudowa miejska.

Zbiorniki wodne i obszary leśne zdecydowanie warunkują funkcjonowanie lotnisk Olsztyn-Mazury, Bydgoszcz i Łódź. Na zachód od portu Olsztyn-Mazury znajdują się liczne jeziora wpływające na zwiększoną częstość mgieł i chmur Stratus, a lasy otaczające lotnisko mogą stanowić dodatkową barierę przed szybszym ustępowaniem mgieł. Lokalne warunki atmosferyczne są mocno uzależnione od obecności lasów i rzek również na lotnisku Bydgoszcz. Na zachód od portu znajduje się wieś o nazwie Białe Błota, której nazwa właściwie sugeruje duży poziom wilgotności tych terenów.



Czujnik pogody bieżącej i widzialnościomierz na lotnisku w Gdańsku, maj 2017 r.



Rękaw wiatrowy.



Przyrządy pomiarowe systemu AWOS na lotnisku w Gdańsku, maj 2017 r.

W Łodzi bardzo często pojawiają się mgły i mgły przyziemne. Lotnisko sąsiaduje od południa z rzeką Ner, a po zachodniej stronie biegnie kanał do oczyszczalni ścieków, który prowadzi cieplejsze wody. Dodatkowo pas startowy obniża się na zachód w stronę progu 07, za którym znajdują się tereny podmokłe. Wzniesienie i miasto od wschodu stanowi barierę przed ustępowaniem mgieł i niskiego zachmurzenia. Na zachód od lotniska została zbudowana droga ekspresowa, która jest źródłem jąder kondensacji potrzebnych do rozpoczęcia tworzenia się mgieł.

Port Warszawa-Modlin również cechuje się częstszym występowaniem mgieł. Przyczyniają się do tego położone na południe od lotniska Wisła i Narew. Mgły i niskie chmury zalegają tu znacznie częściej i dłużej niż na terenach bardziej oddalonych od rzek. Brak w okolicy barier orograficznych - lasów, miast czy wzniesień - na ogół przyczynia się do wyższych średnich prędkości wiatru niż na lotnisku Warszawa-Chopina, za to wpływa na rzadsze występowanie porywów.

Położony niemalże w mieście port Warszawa-Chopina również narażony jest na wpływ warunków lokalnych. Co prawda Stawy Raszyńskie zlokalizowane są w znacznej odległości od lotniska, to jednak zwiększają ryzyko tworzenia się mgieł przy wietrze z sektora południowo-zachodniego. Przy napływie powietrza z północy, od strony miasta, częstość mgieł jest niższa, wilgotność mniejsza, a temperatura wyższa. Z kolei zróżnicowana zabudowa miejska wpływa na turbulentny przepływ i może potęgować częstość porywów wiatru.

Kolejne lotnisko, na którym istotnie zauważalny jest wpływ warunków lokalnych na pogodę, to Zielona Góra-Babimost, położone około 30 km na północny wschód od miasta Zielona Góra, w otoczeniu lasów, jezior i terenów podmokłych. Z tego powodu port lotniczy jest często narażony na niskie podstawy chmur Stratus i ograniczoną widzialność z powodu zamglenia lub mgły. Mgły radiacyjne najczęściej tworzą się w południowej i wschodniej części lotniska. Jednak największe prawdopodobieństwo zakrycia całego obszaru przez mgły występuje przy słabym wietrze z kierunku północno-wschodniego i południowo-zachodniego, czyli zgodnych z kierunkiem przebiegu osi pasa. Otoczenie lasów wpływa także na odchylenie kierunku wiatru o 10-30° w stosunku do obserwowanego na okolicznych stacjach pomiarowych,

a także zwiększenie jego średniej prędkości przy kierunkach wschodnich i zachodnich. Ponadto piaszczyste podłoże powoduje większe wahania temperatury - temperatura szybciej wzrasta i spada niż na okolicznych stacjach, co w okresie jesienno-zimowym również może sprzyjać pojawieniu się zamglenia lub mgły już w godzinach popołudniowych.

Nieco innymi warunkami lokalnymi charakteryzuje się lotnisko Poznań-Ławica, które jest położone około 7 km na zachód od centrum miasta, w otoczeniu osiedli domów jednorodzinnych. Jak powszechnie wiadomo, miasto jest źródłem dymów i jąder kondensacji, z drugiej strony wpływa na wzrost temperatury powietrza na lotnisku, w tym przypadku przy wietrze wschodnim. Położenie portu lotniczego na zachodnim brzegu Warty powoduje, że burze wewnątrzmasowe, przemieszczające się od północy i wschodu przy słabym gradiencie ciśnienia, mogą słabnąć lub omijać lotnisko. Z kolei podczas adwekcji z zachodu i południowego zachodu, mogą być bardziej intensywne lub nawet zatrzymywać się nad portem.

**Silny wiatr i gwałtowne zjawiska na południu.** Tak jak na północy Polski istotne znaczenie na kształtowanie warunków meteorologicznych ma bliskość Morza Bałtyckiego, tak na południu kraju szczególnie wpływ na pogodę ma urozmaicona rzeźba terenu, a zwłaszcza bliskie sąsiedztwo pasm górskich - Karpat i Sudetów. Oddziaływanie obszarów górskich i wyżynnych zaznacza się niemal we wszystkich elementach pogody, jednak w przypadku lotnisk położonych na południu kraju w największym stopniu będą one modyfikować warunki wietrzne, termiczne i wilgotnościowe.

Lotnisko Wrocław-Strachowice jest położone około 12 km na zachód od centrum miasta, a od południowej i zachodniej strony otoczone lasem i polami uprawnymi. Znajduje się również w bliskim sąsiedztwie rzek Bystrzycy i Strzegomki. Taka lokalizacja powoduje, że mgły radiacyjne i silne zamglenia tworzą się zwykle w zachodniej i południowo-zachodniej części portu, skąd mogą rozprzestrzeniać się na cały jego obszar. Chociaż lotnisko jest położone w centrum Niziny Śląskiej, to bardzo istotną rolę dla warunków meteorologicznych Wrocławia odgrywa urozmaicona rzeźba terenu Sudetów i ich Pogórza. Sudety generują strumienie wiatru o zróżnicowanej prę-

dkości, które nie pozwalają na utworzenie się stabilnej inwersji przyziemnej. Dlatego podczas adwekcji powietrza z południa i południowego zachodu duży wpływ na proces tworzenia się mgieł na lotnisku ma prędkość i kierunek wiatru na kilkuset metrach (950 hPa). Wówczas widzialność znacznie się waha i naprzemiennie może występować mgła, mgła przyziemna lub zamglenie. Z kolei przebieg pasma Sudetów wpływa na zmniejszenie prędkości i porywów wiatru z kierunku południowo-zachodniego (cień wiatrowy Sudetów). Warto jednak podkreślić, że latem przy takim spływie powietrza, burze i opady przelotne, które tworzą się nad górami, z dużym prawdopodobieństwem mogą przemieścić się nad lotnisko.

Wysokość nad poziomem morza ma istotne znaczenie dla kształtowania się warunków pogodowych na lotnisku w Pyrzowicach. Jest ono położone na Wyżynie Śląskiej, około 35 km na północ od Katowic, na wysokości 301 m n.p.m., co czyni je najwyższą zlokalizowanym cywilnym portem lotniczym w Polsce. Przemieszczające się tu chmury Stratus mają niższą podstawę niż na okolicznych stacjach synoptycznych. Bliskie sąsiedztwo dużych obszarów leśnych i terenów podmokłych sprzyja częstemu tworzeniu się i długiemu zaleganiu mgieł. Ponadto dość urozmaicona rzeźba terenu, zwłaszcza wzniesienia Wyżyny Woźnicko-Wieluńskiej na północ i północny zachód od lotniska, może wpływać na bardziej intensywne opady przelotne i burze przemieszczające się z kierunków zachodnich i północnych. Warto zauważyć, że istotne znaczenie dla warunków wiatrowych na tym lotnisku ma Brama Morawska - wąskie zapadlisko między łańcuchami Sudetów i Karpat. Podczas adwekcji powietrza z kierunków południowych Brama Morawska powoduje zwiększanie się średnich prędkości i porywów, a także sprzyja występowaniu uskoku wiatru.

Bardzo wyraźny wpływ ukształtowania terenu na warunki meteorologiczne można zaobserwować w Krakowie. Lotnisko Kraków-Balice jest zlokalizowane w wąskiej dolinie Wisły, około 11 km od centrum miasta w kierunku zachodnim i około 95 km na północ od łańcucha Tatr. Takie położenie portu wpływa na znaczną modyfikację kierunku i prędkości wiatru - dominuje wiatr z kierunków zachodnich i wschodnich, czyli zgodnych z równoleżnikowym przebiegiem osi doliny Wisły, natomiast od północy i po-

łudnia dopływ powietrza jest ograniczony przez wzniesienia. Poza wiatrem fenowym, bardzo często warunki meteorologiczne w regionie kształtuje spływ chłodnego powietrza ze stoków otaczających Kraków podczas bezchmurnych nocy. Bezpośrednim tego rezultatem są inwersje temperatury, zastoiska chłodnego powietrza oraz długo utrzymujące mgły i chmury Stratus, co w zimie dodatkowo może sprzyjać oblodzeniu lub występowaniu opadów marznięcych.

Jak powszechnie wiadomo, charakterystyczny dla obszarów południowej Polski jest wiatr typu fenowego - ciepły i porywisty, z kierunków południowych, zwany także halnym. Oddziaływanie tego typu wiatru najczęściej można zauważyć na lotnisku Rzeszów-Jasionka, kiedy średnie prędkości i porywy wiatru (prostopadłe do osi pasa) są zwykle większe niż na innych lotniskach południowej Polski. Warto zaznaczyć, że na tym lotnisku wiatr fenowy może również sprzyjać występowaniu uskoku wiatru.

Zrozumienie wpływu warunków lokalnych na pogodę w różnych sytuacjach meteorologicznych jest wręcz niezbędne w pracy operacyjnej synoptyka. Taka wiedza ma znaczenie zwłaszcza przy pisaniu prognoz i ostrzeżeń, a co za tym idzie, bezpośrednio wpływa na bezpieczeństwo w ruchu lotniczym. Informacji na ten temat nie można znaleźć w podstawowych podręcznikach meteorologii, lecz są wynikiem wieloletnich obserwacji i doświadczenia zawodowego nabywanego wraz długością stażu pracy na tym stanowisku. ◀

**IZABELA GUZIK.** Doktor w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych w dyscyplinie nauki o Ziemi i środowisku. Absolwentka Uniwersytetu Jagiellońskiego. Z IMGW-PIB związana od 2019 roku jako synoptyk prognoz meteorologicznych ogólnych i lotniczych w Biurze Prognoz Meteorologicznych w Krakowie. Jej zainteresowania naukowe dotyczą meteorologii górskiej i lotniczej oraz zmian klimatu. Pasjonatka turystyki pieszej, muzyki, fotografii i grafiki komputerowej.

**KATARZYNA STEFANIUK.** Magister Geografii w specjalności Geografa Fizyczna, absolwentka Uniwersytetu Warszawskiego. Z IMGW-PIB związana od 2016 roku jako synoptyk lotniczy w Centralnym Biurze Prognoz Lotniczych – Meteorologicznym Biurze Nadzoru. Zaangażowana w rozwój prognoz lotniczych. Wcześniej związana z gospodarką wodną, zagadnieniami związanymi ze zmianami klimatu i przeciwdziałaniu skutkom suszy. Żeglarka, pasjonatka turystyki, wspinaczki i gór oraz mama.



ft. Andriej Dulimont / unsplash.com



# Szanowni pasażerowie, *lot zostanie przekierowany do...*

Krzysztof Piasecki

**Pogoda nieustannie kształtuje bieżący ruch lotniczy. Procesy zachodzące w atmosferze wpływają na czasy przelotu, ilość spalanego paliwa, stabilność lotu i wreszcie na to, czy samolot może w ogóle dotrzeć do planowanego miejsca. Często decydują o tym warunki w dolnej, granicznej warstwie atmosfery (do 1500 m), a nierzadko kluczowe znaczenie ma to, co dzieje się bezpośrednio przy powierzchni ziemi – np. do 200 m, czyli w zaledwie 2 proc. troposfery. Z powodu tego zróżnicowania przygotowanie prognozy dla portu lotniczego – w postaci prognoz TAF czy ostrzeżeń – jest dla każdego synoptyka dużym wyzwaniem. Pogoda to trudny przeciwnik.**

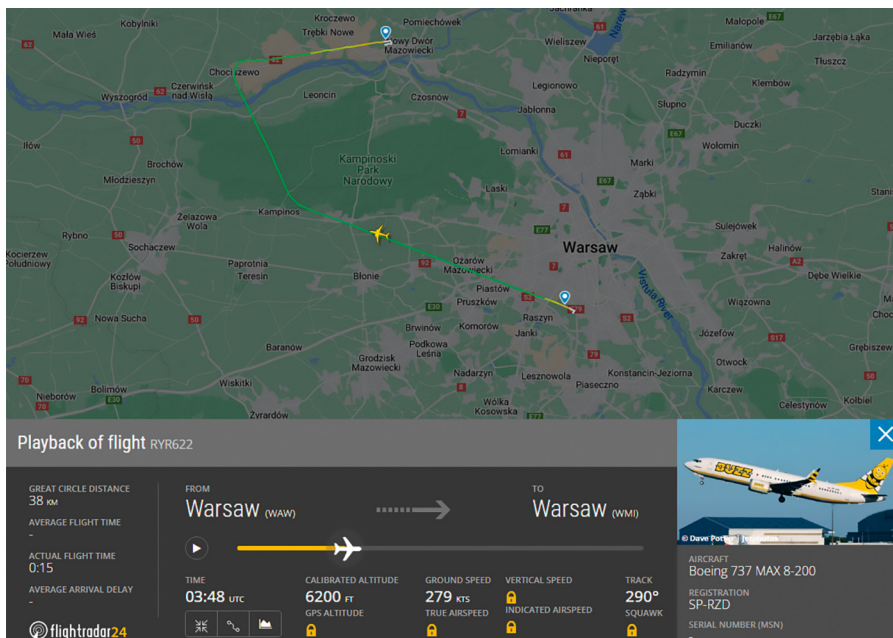


Zjawisk, które mogą sprawić problemy z terminową realizacją operacji lotniczych, jest wiele, chociaż ich częstota nie jest równomierna w ciągu roku. Znaczna część z nich występuje przeważnie w chłodnym półroczu, a związane z nimi utrudnienia mogą utrzymywać się przez wiele godzin. Są to zjawiska ograniczające widzialność (m.in. mgły oraz opady), niski pułap chmur czy silne porywy wiatru (zwłaszcza prostopadłego do osi pasa, tzw. crosswind). Szczególnie połączenie mgły i bardzo niskich chmur, jeśli utrzymuje się przez

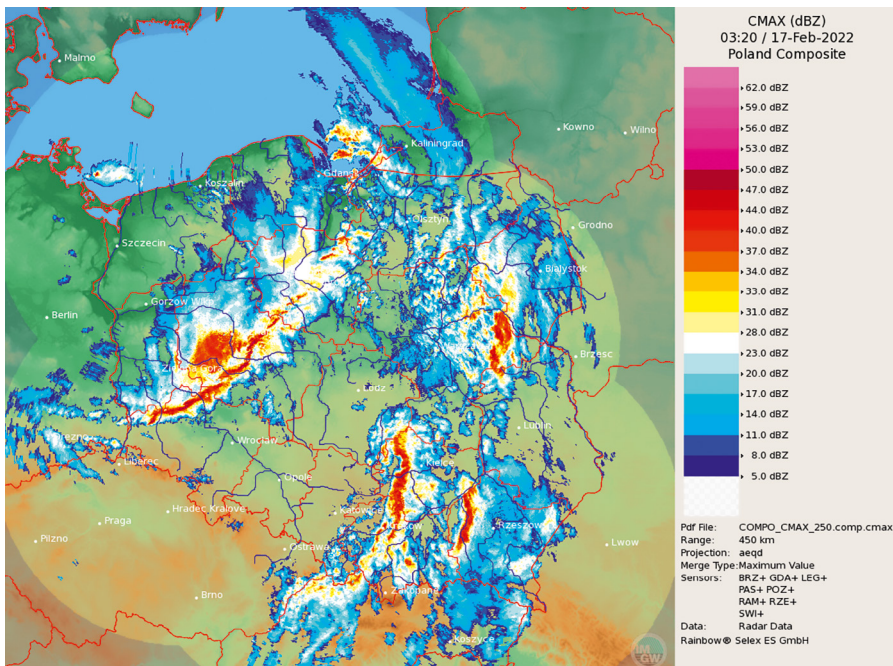
wiele godzin, potrafi skutecznie uniemożliwić wykonywanie operacji startów i lądowań. Drugą grupę stanowią zjawiska wymuszające wzmożone działania obsługi naziemnej. W warunkach zimowych są to głównie intensywne opady śniegu i opady marznące. Z ich wystąpieniem związana jest konieczność odśnieżania dróg startowych i płyt postojowych oraz odladzania samolotów. Jak duży wpływ mogą mieć opady śniegu, pokazuje niedawna sytuacja z Monachium – jedno z największych europejskich lotnisk było zamknięte przez

kilkadziesiąt godzin z powodu zasypania śniegiem, którego na początku grudnia 2023 roku spadło aż 44 cm. Z kolei w ciepłej połowie roku wiele zagrożeń dla pracy portów lotniczych oraz statków powietrznych związanych jest z burzami (choć należy pamiętać, że burze mogą występować również w zimie<sup>1</sup>) i zjawiskami im towarzyszącymi, tj. silnymi opadami i spadkiem widzialności, silnymi porywami wiatru, uskokami wiatru i turbulencją oraz oblodzeniem w chmurach burzowych (Cumulonimbus).

<sup>1</sup> <https://obserwatorimgw.pl/2024/01/22/burza-w-zimie-fakty-i-mity/>.



Przebazowanie samolotu z Okęcia do Modlina o poranku 22.10.2023 roku, po wcześniejszym przekierowaniu na skutek bardzo gęstej mgły. Źródło: portal Flightradar24.com.



Linia szkwału związana z frontem chłodnym nad Wielkopolską. 17.02.2022 04:20 czasu lokalnego. Źródło: IMGW-PIB.

**Gdy krajobraz znika.** Mgła, okresowo marznąca, była powodem przekierowania rejsów zmierzających do gdańskiego

lotniska 11 grudnia 2023 roku. Zgodnie z informacjami medialnymi, „po tym, jak kapitanowie dowiedzieli się, że nie mogą

wylądować w Gdańsku, trzech z nich skierowano na Lotnisko Chopina w Warszawie, dwóch na lotnisko w Modlinie, a jednego aż do Kopenhagi<sup>2</sup>”. Warto zaznaczyć, że lotnisko w Gdańsku jest wyposażone w systemy nawigacji umożliwiającej lądowanie w skrajnie niekorzystnej widzialności, jednak nie zawsze wyposażone są w nie samoloty bądź piloci nie mają stosownych uprawnień. Jakie warunki panowały na lotnisku? Zgodnie z danymi ze stacji lotniskowej (METAR z godziny 22:30Z) sytuacja była trudna - widoczność spadła od zaledwie 250 m, przy podstawie chmur na wysokości 100 ft (czyli około 30 m). Mgły rozwinęły się w tylnej części zokludowanego niżu, po opadach deszczu, gdy powietrze było nasycone parą wodną i panował słaby przepływ powietrza (prędkość wiatru zaledwie 3 kt, ok. 6 km/h). Tym razem złe warunki nie trwały na szczęście długo - mgła mogłaby się utrzymać znacznie dłużej w warunkach rozwoju klina wyżowego bądź całego układu wyżowego, który tu nie był jednak wyraźnie zaznaczony.

Mglista pogoda spowodowała też duże zakłócenia w ruchu 21 października 2023 roku - a to przecież właśnie z jesienią mgły nieodłącznie się kojarzą. Spadek prędkości wiatru, zaleganie wilgotnej i ciepłej masy powietrza oraz pojawienie się rozpodzeń po opadach to właściwie idealny przepis na ich rozwój. W tym przypadku na obu warszawskich lotniskach gęste mgły ograniczały widzialność do zaledwie 200-250 metrów, a loty z Modlina były kierowane do innych portów - w większości na Lotnisko Chopina, ale również do Pyrzowic. Mgła zalegała przez kilka godzin, aż do pojawienia się opadów deszczu (okresowo silnych) oraz wzrostu prędkości wiatru, co nastąpiło w godzinach porannych. Tym samym rano samoloty mogły być przebazowane z Lotniska Chopina do Modlina, a najkrótszy lot trwał tylko 13 minut. Zdarzają się jednak przekierowania dość ekstremalne z punktu widzenia pasażera. Taka sytuacja miała miejsce w czasie wichury 17 lutego 2022 roku. Przejściu głębokiego niżu towarzyszyły wówczas liczne zjawiska burzowe, z tornadami włącznie, natomiast głównym zagrożeniem na terenie całego kraju było silne porywy wiatru. Na warszawskim Lotnisku Chopina porywy wiatru w godzinach

<sup>2</sup> <https://podroze.wprost.pl/turystyka/11510281/az-6-samolotow-nie-moglo-wyladowac-w-gdansk-piloci-nie-mieli-uprawien.html>

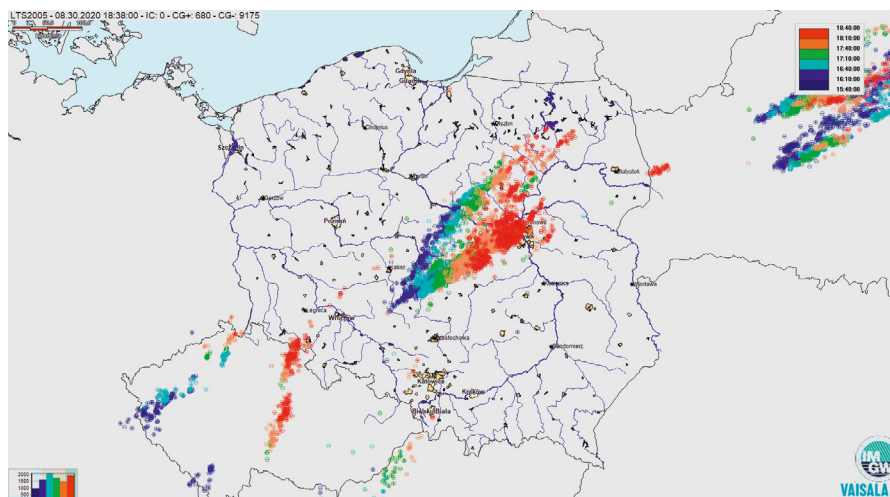


porannych sięgały 40 KT. Zdecydowano wtedy o przekierowaniu dwóch porannych lotów z Bydgoszczy oraz z Krakowa, a pasażerowie dotarli do... Budapesztu. Było to najbliższe lotnisko gotowe przyjmując samoloty, na którym panowały znacznie spokojniejsze warunki pogodowe - a po zantankowaniu oba loty ostatecznie dotarły do Warszawy. W Polsce silny wiatr jest jednak dość rzadką przyczyną przekierowań lotów - najczęściej kończy się na odejściu na drugi krąg i ponownym podejściu. Inna sytuacja panuje natomiast np. na zachodzie Europy - tam bardzo silny wiatr związany z głębokimi niżami jest znacznie częstszy niż u nas.

**Ciemne chmury na horyzoncie.** Problematyczną pogodę zawsze stanowią opady śniegu oraz burze, a gdy oba zjawiska pojawiają się wspólnie, znaczne utrudnienia na lotnisku - szczególnie dużym - są wręcz pewne. Taką sytuację, z intensywnym, chociaż krótkim opadem, mieliśmy na Lotnisku Chopina 22 grudnia 2023 roku, a zarejestrowane wówczas warunki można prześledzić w tabeli. Chociaż wylądowań nie było dużo, to przejściowo uniemożliwiły one np. tankowanie samolotów. Intensywny opad śniegu spowodował natomiast zasypanie pasów startowych, a w rezultacie konieczność oczekiwania wielu rejsów na odsnieżenie pasów i lądowanie, jak i przekierowanie jednego z lotów na krakowskie lotnisko. Sytuację komplikował też silny wiatr wraz z uskokiem w warstwie do kilkuset metrów nad gruntem, więc sytuacja sprzyjała opóźnieniom. Było to jednak chwilowe załamanie pogody.

Burze są głównym czynnikiem powodującym opóźnienia i odwołania lotów w półroczu ciepłym. Najczęściej dają się we znaki duże układy burzowe, w formie mezoskalowych układów konwekcyjnych (przechodzących przez port lotniczy nawet kilka godzin), bądź superkomórki burzowe z bardzo dużym natężeniem zjawisk im towarzyszących, choć o krótszym czasie trwania. Takim przykładem była burza z 13 czerwca 2022 roku, która przetoczyła się przez lubelskie lotnisko w Świdniku i uniemożliwiła lądowanie jednemu z samolotów. Oprócz wspomnianej burzy, superkomórce towarzyszyły intensywne opady gradu o średnicy nawet kilku centymetrów oraz spadek widzialności do 300 metrów. Znaczne

Zapis w depeszy	Znaczenie
METAR EPWA	Depesza METAR (obserwacja) z Lotniska Chopina w Warszawie
221030Z	Z dnia 22 danego miesiąca (22.12.2023) z godziny 10:30 UTC (11:30 czasu lokalnego)
27025G35KT	Kierunek wiatru 270 stopni (wiatr zachodni) o prędkości 25 KT (46 km/h), poryw 35 KT (65 km/h)
0600 R33/0650D	Widzialność przeważająca 600 m, na progu 33 – 650 m, z tendencją spadkową
+SHSN VCTS	Silne przelotne opady śniegu oraz burza w pobliżu lotniska Q(w promieniu od 8 km do 16 km)
SCT007 BKN020CB	Chmury o pokryciu 3-4/8 i wysokości podstaw 700 ft (ok. 213 m) oraz chmury Cumulonimbus o pokryciu 5-7/8 i podstawach 2000 FT (ok. 610 m)
MO0/MO1	Temperatura powietrza –0°C i temperatura punktu rosy –1°C
Q0981	Ciśnienie na lotnisku zredukowane do poziomu morza 981 HPA
BECMG 9999 NSW	Prognoza na najbliższe 2 h: poprawa widzialności do 10 km i więcej oraz brak istotnych zjawisk



Układ burzowy z wbudowaną superkomórką nad Warszawą, 30.08.2020, 20:53 czasu lokalnego. Dane: IMGW-PIB.

utrudnienia panowały również 30 sierpnia 2020 roku na Lotnisku Chopina, gdy przechodził układ burzowy z wbudowaną superkomórką - natężenie zjawisk spowodowało wówczas utrudnienia nie tylko na płycie lotniska, ale również w terminalu, który został zalany. Co więcej, burze występowały wówczas ponad chmurami warstwowymi, więc tym bardziej dokładna prognoza była trudniejsza do przygotowania.

Zadaniem synoptyków jest przekazanie możliwie dokładnych prognoz, aby pozostałe służby mogły zaplanować działania związane z niekorzystną aurą. Powyższe sytuacje to zaledwie kilka scenariuszy pogodowych, prowadzących z jednej strony do niezadowolenia pasażerów, a z drugiej strony do wyczerpanej pracy wszystkich służb dbających o stan lotniska, jak i kontrolujących ruch, a są takich dziesiątki w roku.

Warto pamiętać, że wszelkie opóźnienia czy przekierowania są dyktowane dbałością o bezpieczeństwo, które jest nadrzędnym celem procedur stosowanych w przypadku jakichkolwiek zagrożeń meteorologicznych dla lotu.

**KRZYSZTOF PIASECKI.** Absolwent Uniwersytetu Warszawskiego, doktorant oraz wykładowca Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu w dziedzinie nauk o ziemi i środowisku, popularyzator nauki. Realizuje pracę z zakresu detekcji i prognozowania burz superkomórkowych. Pasjonat meteorologii od kilkunastu lat, szczególnie z zakresu zjawisk ekstremalnych i nietypowych sytuacji meteorologicznych – dziesiątki godzin spędził na obserwacjach terenowych i dokumentacjach burz oraz ich skutków. W IMGW-PIB pracuje w Centralnym Biurze Prognoz Lotniczych – Meteorologicznym Biurze Nadzoru w Warszawie od 2020 roku.

# Spójrzmy w soczewkę – fala górską

Lukasz Kiełt

**W połowie grudnia ubiegłego roku media obiegły zdjęcia łańcucha Tatr z zawieszonymi nad nim chmurami w kształcie soczewek, spektakularnie oświetlonymi przez zachodzące Słońce. Spektakl, który przyroda zafundowała tego wieczoru, to objaw fali górskiej – zjawiska wyczekiwanego przez wyznawców szybowania w przestworzach, a omijanego przez pozostałych użytkowników przestrzeni powietrznej.**

Fala górską powstaje, gdy płynące powietrze – napotykać na przeszkodę górską – wznosi się, a następnie po stronie zawietrznej faluje. Na grzbietach fali, po osiągnięciu przez wznoszące się powietrze stanu nasycenia parą wodną, tworzą się chmury przypominające soczewkę lub latający spodek. Do falowania powietrza za górami konieczny jest przepływ mniej więcej prostopadły do pasma górskiego oraz prędkość wiatru na tyle duża, aby powietrze mogło przekroczyć przeszkodę. W warunkach polskich Sudetów czy Karpat są to zwykle kierunki wiatru z południa lub południowego zachodu. Beskid Śląski czy pasma otaczające Kotlinę Kłodzką lokalnie wzbudzają falę również przy wietrze zachodnim. Kierunek i prędkość wiatru to jednak nie wszystko, ważny jest również stan równowagi – stabilność masy powietrza wynikająca z rozkładu temperatury w troposferze. W dużym uproszczeniu, jeżeli temperatura powoli spada lub wręcz odwrotnie rośnie (inwersja) wraz z wysokością, mówimy o powietrzu stabilnym. I to właśnie taki charakter masy powietrza jest konieczny do powstania fali. Dlaczego? Wyobraźmy sobie niewielką porcję powietrza o określonej temperaturze i gęstości, która pędząc z wiatrem w stronę pasma górskiego znajduje się w równowadze z otaczającym powietrzem. Gdy przekracza masyw górski zostaje niejako na siłę przemieszczona do góry. Podczas wymuszonego wznoszenia ochładza się w wyniku rozprężania – tzw. adiabatycznie. I tu wkracza do gry rozkład temperatury w otaczającym powietrzu. Jeśli spadek temperatury powietrza w troposferze jest wolniejszy od tempa ochładzania się naszej porcji (tak będzie w przypadku równowagi stałej), trafia ona w obszar, gdzie jest względnie wyższa temperatura i mniejsza gęstość. Ma więc tendencję do powrotu na „swoje miejsce”, do punktu równowagi, tam gdzie jej temperatura i gęstość wy-

równa się z otoczeniem. Powracając faluje. W naszych górach powyższe warunki spotkamy najczęściej w jesieni i zimie, gdy przed zbliżającym się z zachodu frontem chłodnym napływa z południa ciepłe, stabilne powietrze. Ośrodek niżowy zlokalizowany jest wtedy na północny zachód od Polski, np. w rejonie Morza Norweskiego, Morza Północnego lub Cieśnin Duńskich. Wyż natomiast na południowy wschód od kraju.

W literaturze wyróżnia się dwa podstawowe rodzaje fali górskiej – gdy fala rozwija się wysoko w pionie, czasem osiągając i falując również tropopauzą, lub gdy jej pionowy zasięg ogranicza się do niższych warstw troposfery, lecz sięga dalej w poziomie. To jak zafaluje powietrze, zależy od rozkładu temperatury, prędkości i kierunku wiatru w profilu troposfery oraz rzeźby terenu.

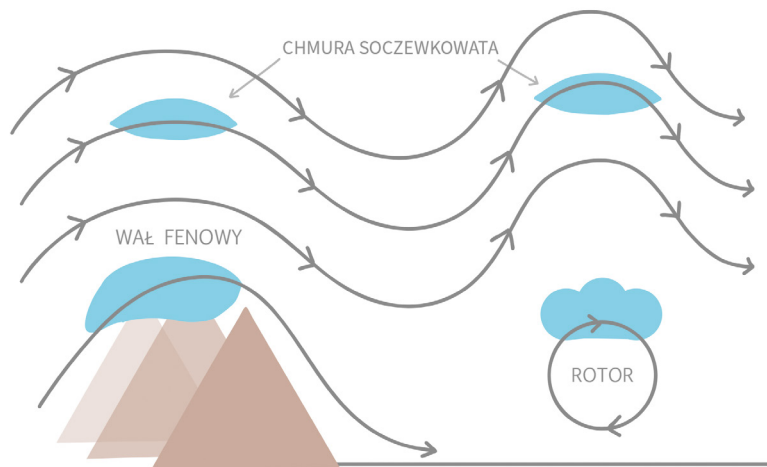
Fala może wiązać się z przepływem spokojnym, prawie laminarnym i niewielkimi prędkościami pionowymi. Nie stanowi wtedy zagrożenia dla statków powietrznych, a dla szybowników jest windą do nieba. Bywa jednak, że amplituda fali jest ogromna – wiatr jest bardzo silny, a przepływ turbulentny. Fala wymaga wtedy uwzględnienia w depešach wysyłanych przez biura prognoz. Informacja o obserwowanej lub prognozowanej fali górskiej, kryjącej się pod skrótem MTW (z ang. mountain wave), zawarte są w SIGMET, AIRMET, GAMET oraz w prognozie graficznej Significant, gdzie ujrzymy symbol chmury soczewkowatej. Wszystkie powyższe produkty publikowane są na stronie awiacja.imgw.pl.

Fali mogą towarzyszyć groźne dla użytkowników przestrzeni powietrznej zjawiska, takie jak rotory i silny wiatr spływający z gór. Rotory to poziome rolki powietrza tworzące się pod grzbietami fali. Są obszarem, w którym pilot musi liczyć się z turbulencją oraz uskokami wiatru czyli zmianami prędkości i kierunku wiatru w niewielkiej

© J. Łuszyńska, Zyczenie - Rogus | IMGW/PiB | WDM | Kasprzyk | Wierch







Fala górską powstaje, gdy płynące powietrze – napotykając na przeszkodę górską – wznosi się, a następnie po stronie zawietrznej faluje. Na grzbietach fali, po osiągnięciu stanu nasycenia parą wodną, tworzą się chmury soczewkowate. Pod grzbietami fali mogą powstawać rotory - poziome rolki powietrza. Pasma górskie często przykryte jest, zanikającą po stronie zawietrznej, chmurą piętra niskiego – tzw. wałem fenowym. Opracowanie własne.

przestrzeni. Silny wiatr spływowy to zagrożenie duszeniem statku powietrznego. Duża prędkość i porywistość takiego wiatru, na Podhalu zwanego halnym, bywa przyczyną zniszczeń; w zimie powoduje zanikanie pokrywy śnieżnej ze względu na związane z nim ocieplenie.

Prognozując falę, prócz analizy dolnych map rozkładu ciśnienia oraz wiatru na różnych wysokościach, w celu oceny stabilności masy powietrza synoptyk korzysta z diagramów obserwacyjnych i prognostycznych. Pomocne są, wyliczone z modeli numerycznych, prędkości pionowe zwizualizowane na przekrojach i mapach, jak również dane obserwacyjne dające możliwość potwierdzenia wcześniejszej prognozy - szyfrowane przez stacje synoptyczne chmury soczewkowate (*Alto cumulus lenticularis*) czy oznaki chmur orograficznych na obrazach satelitarnych. Podczas prognozowania synoptyk musi sobie odpowiedzieć na kilka pytań. Czy w danej sytuacji, w konkretnym rejonie górskim powstanie ruch falowy powietrza? Jaka może być intensywność, zasięg pionowy i poziomy zjawiska? Czy i w jakiej warstwie fala może się załamać? Czy przepływ będzie turbulenty?

Choć nasze góry nie należą do najwyższych ani najrozleglejszych, to tutejsze fale zapisały się na kartach historii. Nowotarski pilot szybowcowy Stanisław Józefczak 5 listopada 1966 roku wzbił się na wysokość absolutną 12560 m, co przez kilkadziesiąt lat było nieosiągniętym przez nikogo na świecie rekordem. Z kolei

kolebką badania fali górskiej, a także szybowcowych lotów falowych były Karkonosze. Zjawisko zostało odkryte przez niemieckich szybowców w latach 30. XX wieku. Nie mogąc otwarcie rozwijać lotnictwa silnikowego, z racji zobowiązań traktatu wersalskiego, wynieśli oni na bardzo wysoki poziom właśnie szybownictwo. Latając w górach, odczuwali i wykorzystywali wznoszenia niewytłumaczalne ówczesną wiedzą meteorologiczną. Jako falę górską opisał je po raz pierwsze inżynier i pilot Wolf Hirth na podstawie swoich doświadczeń i spostrzeżeń z Karkonoszy. Dziś na najwyższym szczycie tego pasma - Śnieżce - stoi jeden z najbardziej charakterystycznych i rozpoznawalnych budynków w kraju, czyli Wysokogórskie Obserwatorium Meteorologiczne IMGW-PIB. I choć jako inspirację dla futurystycznych kształtów budowli architekt Witold Lipiński wskazywał karkonoskie formy skalne lub statki tajemniczych Marsjan, to drogi czytelniku spójrz na nie uważnie jeszcze raz. Czy aby nie przypominają zastygłych nad górskim szczytem soczewkowatych chmur falowych? ◀

**ŁUKASZ KIEŁT.** Synoptyk meteorolog prognoz ogólnych i lotniczych. Od 2009 roku pracuje w Biurze Prognoz Meteorologicznych IMGW-PIB w Krakowie. Szczególnie zainteresowany meteorologią górską. Przewodnik tatrzański i instruktor rekreacji ruchowej ze specjalnością narciarstwo zjazdowe.





# Nowcasting turbulencji – przyszłość osłony meteorologicznej lotnictwa

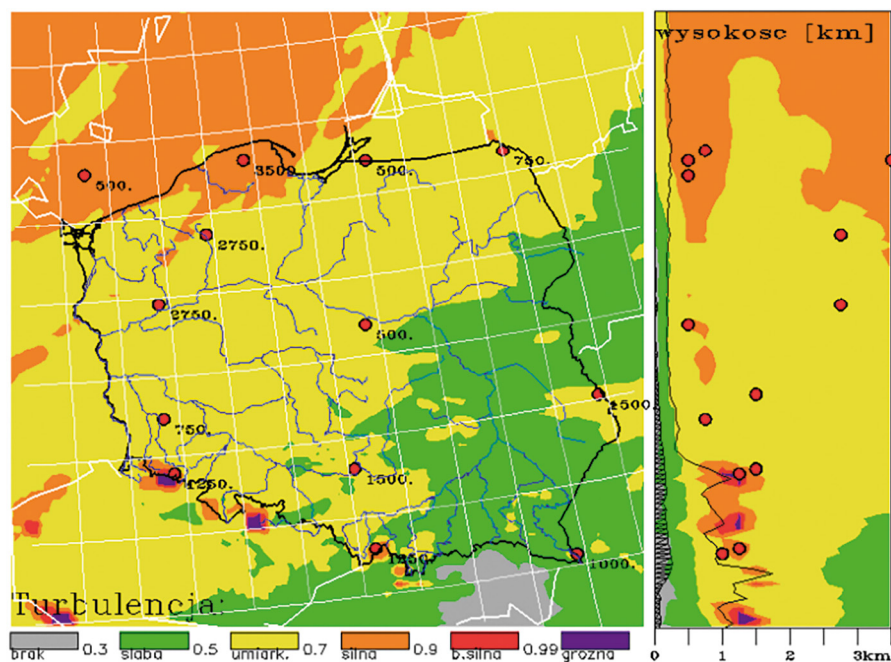
Bogna Buta

**Rozwój technologii odgrywa kluczową rolę w poprawie bezpieczeństwa i efektywności w lotnictwie. Jednym z fascynujących kierunków jest nowcasting – technika koncentrująca się na prognozach krótkoterminowych, zazwyczaj od kilku minut do kilku godzin do przodu. Dlaczego zależy nam na tak krótkich prognozach? Kluczem jest wysoka precyzja w sytuacjach zmiennej pogody oraz intensywnych zjawisk, np. opadów deszczu, śnieżyc czy silnego wiatru, które wpływają na bezpieczeństwo i komfort lotu. Dostarczanie prognoz na krótki przedział czasowy umożliwia monitorowanie oraz szybką reakcję na zmienne warunki atmosferyczne. Analiza danych w czasie rzeczywistym z wielu źródeł (radary, satelity, stacje meteorologiczne i modele numeryczne) pozwala dostosować prognozę do aktualnych warunków i stanowi istotę nowcastingu.**

Meteorologia lotnicza ma fundamentalne znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa i niezawodności operacji lotniczych. Istotnym wyzwaniem w tym obszarze jest prognozowanie turbulencji, która znacząco wpływa na przebieg i komfort podróżujących. Duża liczba incydentów lotniczych związanych z warunkami atmosferycznymi ma miejsce dla turbulencji oraz intensywnych wahań prędkości wiatru. Prognozowanie tego zjawiska stanowi wyzwanie, a prace i badania nad nim są prowadzone od wielu lat. Występuje kilka typów turbulencji, tj. turbulencja bezchmurnego nieba (CAT), turbulencja związana z falą górską (MWT) lub turbulencja w chmurze (ICT), które są obecnie dobrze scharakteryzowane i przebadane. Jednak nie zostały one kompleksowo ujęte w numerycznych modelach pogody i wyznacza się je na podstawie szeregu wskaźników obliczanych na etapie postprocessingu (po uzyskaniu wyników z modelu) lub w osobnych modelach. Lokalna skala pojawiania się turbulencji stanowi dodatkową trudność ich uchwycenia

przez globalne modele numeryczne. Nowcasting staje się więc kluczowym narzędziem dla służb meteorologicznych, które umożliwia dostarczenie ważnych informacji dla władz lokalnych, instytucji oraz społeczeństwa. Zmiana trasy lotu w celu uniknięcia turbulencji wymaga wiedzy, gdzie obecnie ona występuje oraz gdzie spodziewamy się jej w perspektywie kilku najbliższych godzin. Szybkie przekazywanie informacji przekłada się na sprawne reagowanie na nagłe zmiany pogodowe i związane z nimi niebezpieczeństwa.

Gwałtowny postęp rozwoju sztucznej inteligencji (AI) oraz uczenia maszynowego (ML) w ostatnich latach wpłynął również na kwestie modelowania i prognozowania meteorologicznego. Kompleksowa analiza danych o stanie atmosfery, pozyskiwanych z różnych źródeł (satelity, radary, stacje meteorologiczne), staje się coraz szybsza, a nowe metody i algorytmy pozwalają na wykrycie istotnych zmian, co daje rzeczywistą szansę dostosowania prognoz. Algorytmy ML umożliwiają optymalizację mo-



Produkt IMGW-PIB Turbulencje – mapa prognozy intensywności turbulencji (potencjał turbulencji, wysokość do 3km). Źródło: CMM, awiacja.imgw.pl.

deli numerycznych, interpretację danych radarowych i satelitarnych, przez automatyczne rozpoznawanie komórek burzowych, chmur, prądów atmosferycznych oraz innych zjawisk. Ważnym wykorzystaniem AI i ML z punktu nowcastingu jest integracja danych w czasie rzeczywistym, pozwalająca na aktualizację prognoz i wcześniejsze reagowanie na potencjalne zagrożenia. Wprowadzenie skomplikowanych algorytmów i modeli numerycznych wymaga zaawansowanej wiedzy, umiejętności i zasobów obliczeniowych. Ponadto, precyzyjność nowcastingu jest mocno uzależniona od jakości i dokładności danych pomiarowych o aktualnym stanie atmosfery oraz możliwości weryfikacji prognoz dostarczanych przez modele numeryczne. Liczy się również czas - skomplikowane interakcje atmosferyczne, szybkie zmiany warunków i ogromna ilość danych wymagają stosowania innowacyjnych metod obliczeniowych, sprawnego przetwarzania danych oraz optymalizacji procesu. Zależy nam, aby algorytmy były w stanie dostarczać prognozy w czasie rzeczywistym. Rozwijana przez IMGW-PIB sieć radarowa POLRAD, udział w przedsięwzięciach międzynarodowych związanych z modelami numerycznymi oraz obrazowaniem satelitarnym dostarczają niezbędnych danych, a prowadzone badania naukowe i doskonalenie stosowanych algorytmów

pozwalają na prezentowanie nowych produktów dla naszych odbiorców.

Prognozowanie turbulencji pozostaje wyzwaniem w XXI wieku ze względu na dużą liczbę czynników powodujących to zjawisko. Nowcasting jest innowacyjnym podejściem do prognozowania krótkoterminowego, wymaga wykorzystania zaawansowanej technologii i analizy danych. Pomimo ograniczeń wynikających z dokładności danych wejściowych oraz kosztów wdrożenia, metody nowcastingowe stają się ważnym narzędziem w meteorologii lotniczej. Dalsze prace i badania w tej dziedzinie, postęp technologiczny oraz rosnąca dostępność danych przełożą się na jeszcze lepsze prognozy, nowe produkty i minimalizację skutków turbulencji w lotnictwie. ◀

**BOGNA BUTA.** Absolwentka Politechniki Wrocławskiej w dziedzinie nauk ścisłych i przyrodniczych, dyscyplinie nauk fizycznych, doktorantka Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu w dziedzinie nauk inżyniersko-technicznych, dyscyplinie inżynieria środowiska, górnictwo i energetyka. Realizuje badania z zakresu modelowania, nowych technologii i jakości wody. Interesuje się rozwojem nauk w interdyscyplinarnym podejściu do bezpieczeństwa oraz sztucznej inteligencji. Aktywnie działała w środowisku samorządowym doktorantów. W IMGW-PIB pracuje w Centrum Meteorologicznej Ochrony Lotnictwa Cywilnego od 2023 roku.

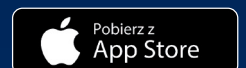
© K. Tom Barnett | unsplash.com





# CHCESZ WIEDZIEĆ CO CZEKA CIĘ W POGODZIE?

ZAINSTALUJ APLIKACJĘ MOBILNĄ  
POGODA DLA POLSKI OD IMGW-PIB



**METEO**  
IMGW-PIB  
meteo.imgw.pl

