Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Państwowy Instytut Badawczy

Sondowanie atmosfery za pomocą balonów swobodnych

Centrum Hydrologiczno-Meteorologicznej
Służby Pomiarowo-Obserwacyjnej

Grzegorz Zabłocki
grzegorz.zablocki@imgw.pl

ul. Podleśna 61, 01-673 Warszawa
tel.: 22 56 94 390, 503 122 804

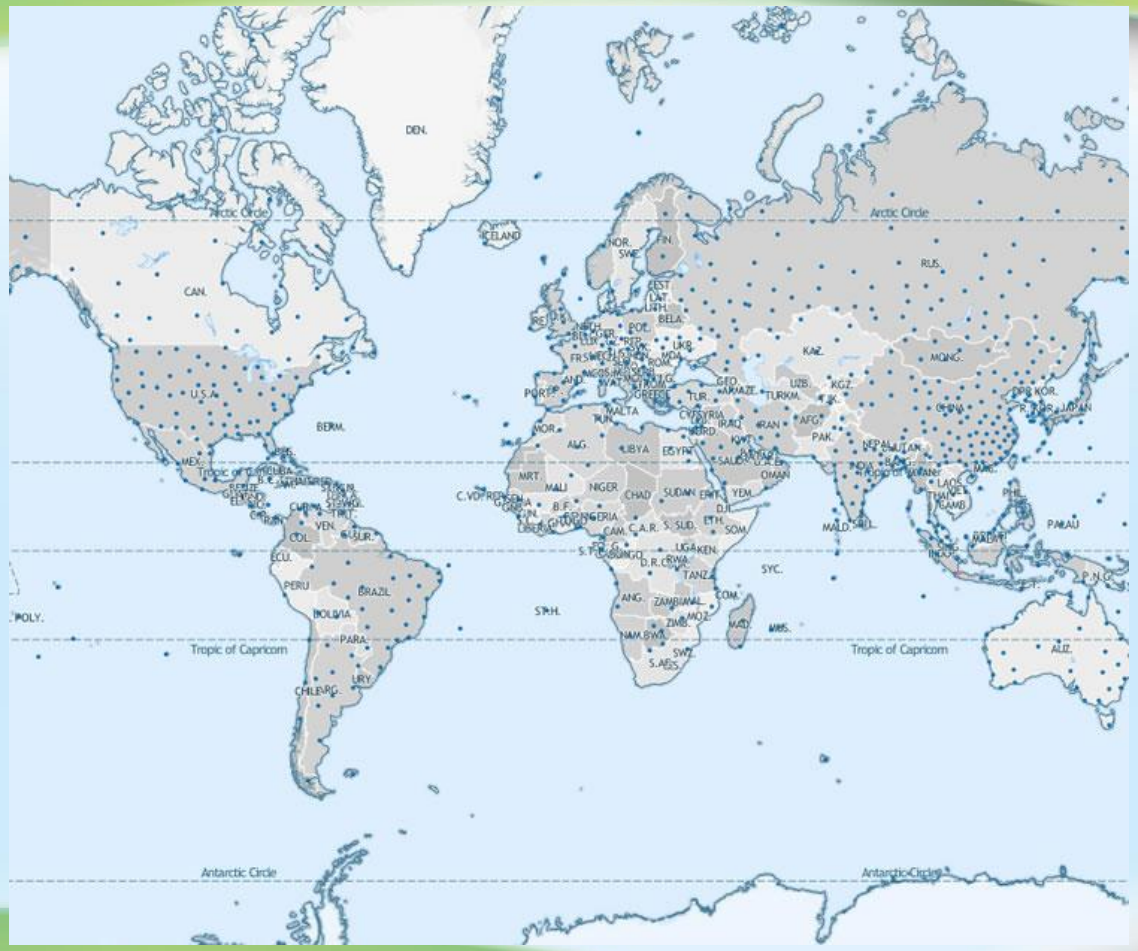
Konferencja Bezpieczeństwa w Lotnictwie Cywilnym

18 - 19 KWIETNIA 2018

POGODYNKA PL

Pomiary aerologiczne

- polegają na wyznaczeniu pionowych profili ciśnienia, temperatury, wilgotności, kierunku i prędkości wiatru poprzez bezpośredni pomiar tych wielkości radiosondą unoszoną swobodnie przez balon meteorologiczny (tzw. sondowanie atmosfery),
- stanowią podstawowe źródło informacji o stanie górnych warstw atmosfery,
- uzyskane informacje są wykorzystywane jako dane wejściowe do meteorologicznych prognostycznych modeli numerycznych,
- stanowią podstawę meteorologicznej osłony lotnictwa,
- są wykorzystywane do badań procesów zachodzących w atmosferze, w tym do śledzenia zmian klimatu,
- prowadzone są na całym świecie przez służby meteorologiczne lub wojsko,
- pomiary są skoordynowane, tj. przeprowadzane na wszystkich stacjach aerologicznych o tej samej godzinie (terminie pomiarowym), tworząc trójwymiarowe „zdjęcie” warunków meteorologicznych panujących w ziemskiej atmosferze od powierzchni ziemi aż do wysokości około 30 km.



Stacje aerologiczne na świecie

około 1300 stacji w tym 15 stacji mobilnych na statkach

Źródło: http://www.wmo.int/pages/prog/www/OSY/Gos-components.html

POGODYNKA PL

Początki pomiarów aerologicznych w Polsce

- pierwsze pomiary dla wojska (meteografy i balony na uwięzi) w latach 20-tych XX w.
- pierwsza stacja aerologiczna została uruchomiona w Legionowie w 1931 roku (na zdjęciu budynek z 60-cio metrową wieżą, w czasie wojny okupowany i w 1944 r. wysadzony w powietrze)
- pomiary wykonywano za pomocą meteografów umieszczonych pod balonami na uwięzi lub pod latawcami (średni pułap 5km),
- w 1938 rozpoczęto pomiary z wykorzystaniem francuskich radiosond firmy Bureau
- po wojnie obudowa budynku stacji trwała do 1952 roku (drugie zdjęcie)

- pod koniec lat 80-tych funkcjonowały 4 stacje aerologiczne: Legionowo, Łeba (przeniesiona z Koszalina w 1971 r.), Poznań (do 1992 r.), Wrocław oraz ponad 20 stacji wykonujących pilotaże (teodolitowy pomiar wiatrów górnych).

POGODYNKA PL

Terminy wykonywania pomiarów aerologicznych (sondaży)

Podstawowe terminy wykonywania sondaży (HH) to 00, 06, 12, 18 UTC.

Wypuszczenie balonu z sondą zgodnie z procedurami wewnętrznymi IMGW-PIB powinno odbyć się w przedziale czasowym od (HH - 45 minut) do (HH - 30 minut) i jak najbliżej (HH - 30).

Sporadycznie zdarzają się przypadki awarii sondy w locie, wówczas sondaż może być jednokrotnie powtórzony, ale start sondy musi nastąpić nie później niż (HH + 60 minut).

UWAGA: wypuszczanie sondy we Wrocławiu ze względu na bliskość lotniska Wrocław – Strachowice jest każdorazowo uzgadniane z wieżą kontroli lotów.

Najbliższe stacje aerologiczne i terminy wykonywania sondaży (czas UTC)

Polska:

- Łeba (00 i 12)
- Legionowo (00 i 12)
- Wrocław (00 i 12)
- Świdwin (stacja wojskowa – pomiary nieregularne)
- Powidz (stacja wojskowa – pomiary nieregularne)

Niemcy:

- Greifswald (00 i 12 + 06 i 18 na żądanie)
- Lindenberg (00, 06, 12, 18)

Najbliższe stacje aerologiczne i terminy wykonywania sondaży (czas UTC)

Czechy:

- Praga (00, 06, 12)
- Prostějově (Prościejów) (00 i 12)

Słowacja:

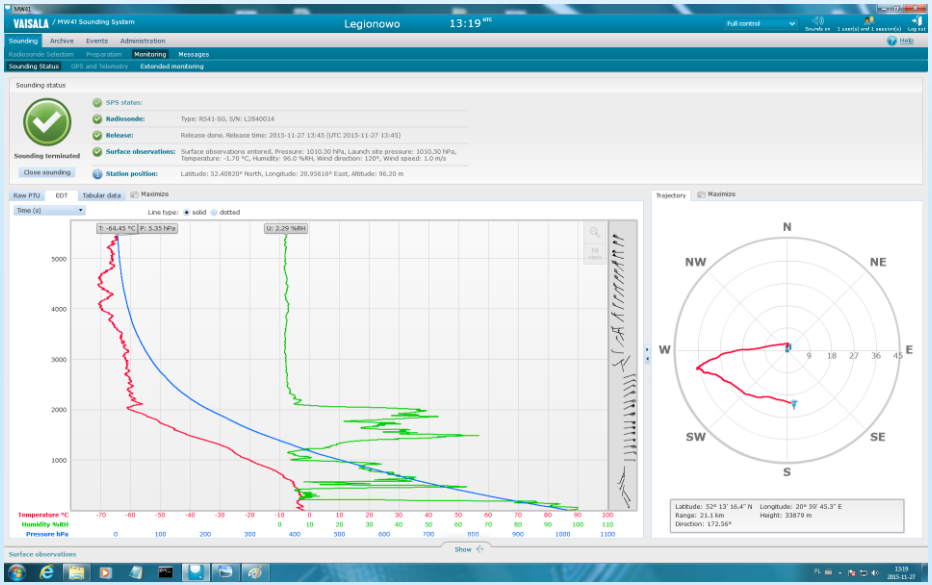
- Poprad - Gánovce (00, 12)

Ukraina:

- Lwów (prawdopodobnie tylko 00)

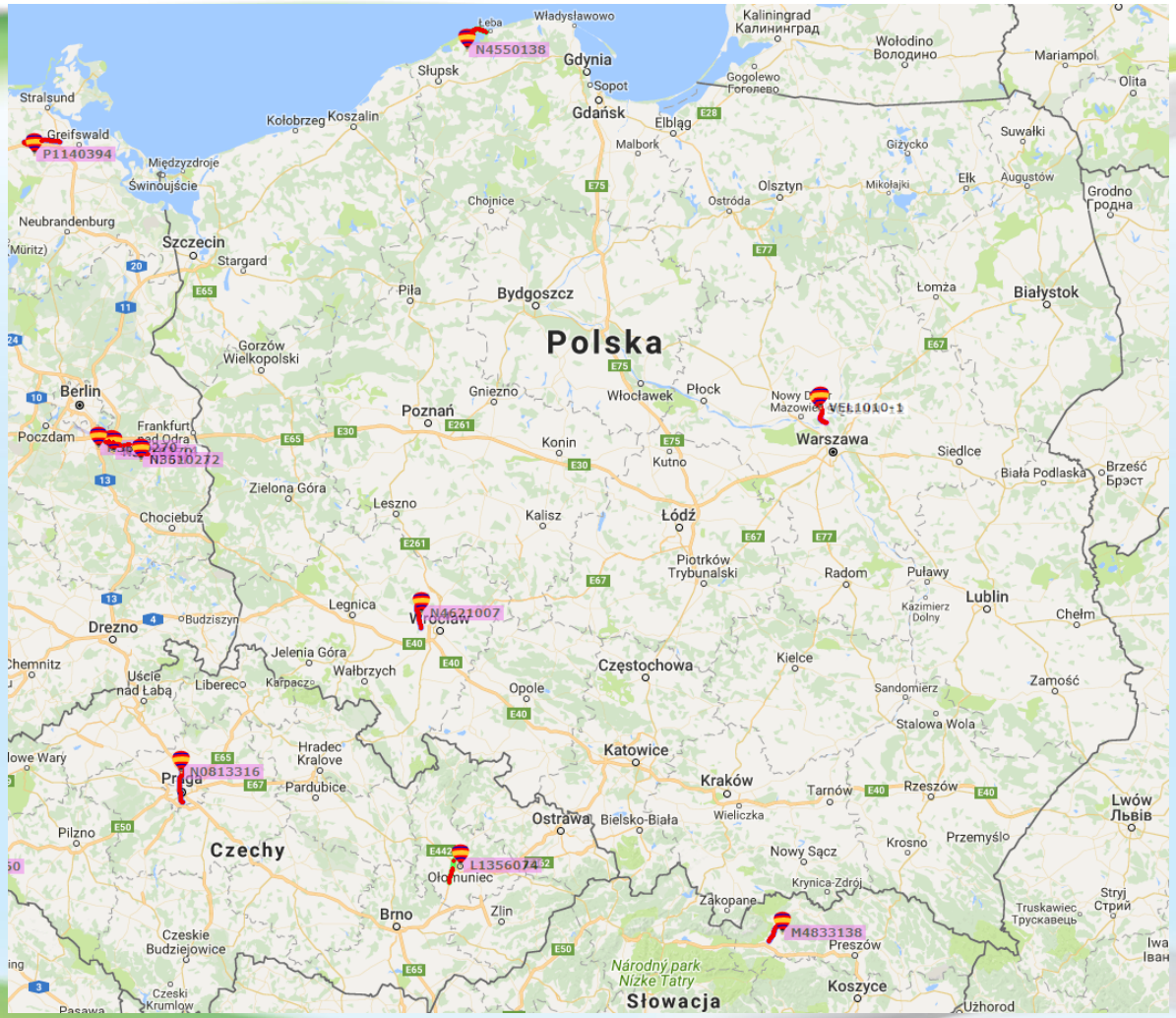
Rosja:

- Kaliningrad (00, 12)

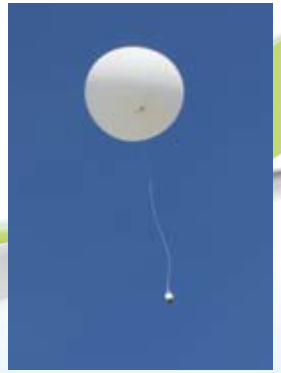


Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej

Państwowy Instytut Badawczy



Źródło: **https://aprs.fi**



Technika wykonywania sondaży atmosfery (balony)

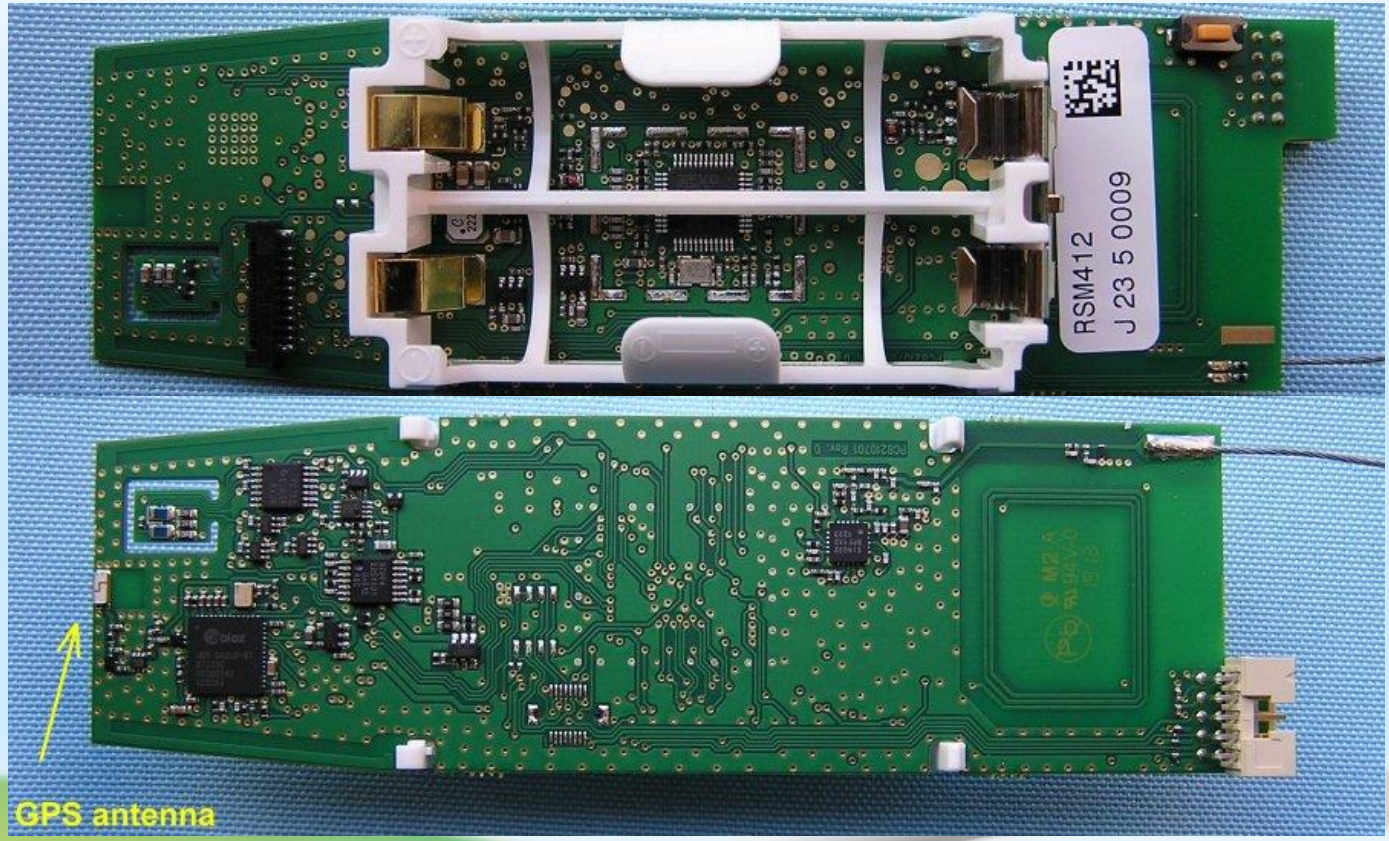
Balloon Weight (gr)	200	300	350	450	500	600	700	800	1000	1200	1500	2000	3000
Diameter at Release (cm)	117	123	125	130	133	142	146	150	157	179	185	195	212
Volume at Release (cu.m)	0.83	0.97	1.03	1.1	1.22	1.5	1.63	1.76	2.01	2.99	3.33	3.89	4.97
Gross Lift (gr)	960	1110	1185	1335	1405	1720	1870	2020	2310	3440	3830	4470	5720
Nozzle Lift (gr)	760	810	835	885	905	1120	1170	1220	1310	2240	2330	2470	2720
Payload (gr)	250	250	250	250	250	250	250	250	250	1050	1050	1050	1050
Recommended Free Lift (gr)	510	560	585	635	655	870	920	970	1060	1190	1280	1420	1670
Rate of Ascent (m/min)	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320	320
Diameter at Burst (cm)	300	378	412	472	499	602	653	700	786	863	944	1054	1300
Volume at Burst (cu m)	14.1	28.3	36.6	55.1	65.1	114.2	145.8	179.6	254.3	336.5	440.5	613.1	1150.3
Bursting Altitude (km)	21.2	24.7	25.9	27.7	28.4	30.8	31.8	32.6	33.9	33.2	34.2	35.4	37.9

Technika wykonywania sondaży atmosfery (radiosonda i osprzęt)

Radiosonda RS 41 SG firmy Vaisala

- obudowa polipropylenowa o wymiarach 155 × 63 × 46 mm i wadze ok. 100 g (1)
- rozwijacz – szpulka z linką dystansową o długości 55 m i wadze ok. 25 g (2)
- czujnik temperatury i wilgotności na wysięgniku o długości ok. 140 mm (3)
- antena nadawcza (4)

Technika wykonywania sondaży atmosfery (wnętrze radiosondy RS 41 SG)



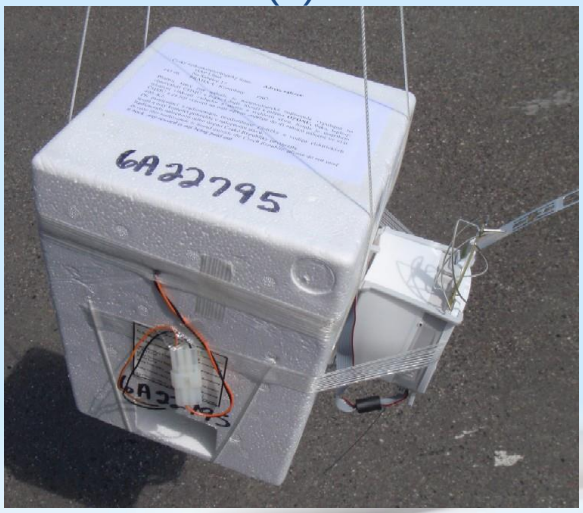
Źródło: http://www.om3bc.com/docs/rs41/rs41_en.html

Technika wykonywania sondaży atmosfery (pomiary specjalne – czujnik ozonu)

- pomiary wykonywane są raz w tygodniu w środę w terminie 12 UTC
- czujnik ozonu ECC 6A firmy SPC o wymiarach 133 x 79 x 76 mm (1)
- styropianowa obudowa o rozmiarach 254 x 191 x 191 mm (2)
- zestaw pomiarowy (czujnik + bateria + styropianowa obudowa + radiosonda) – waga ok. 850 g (2)

(1)

(2)



Foto(2): http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/oa/radiosondy/radiosondy_en.html

POGODYNKA PL

Technika wykonywania sondaży atmosfery (statystyka lotów)

- prędkość wznoszenia: 5-6 m/s
- prędkość opadania: kilkanaście m/s
- średni osiągany pułap: 31 km (maksymalny ok. 40 km)
- maksymalny pokonany dystans: 300 km

Źródło: https://www.youtube.com/watch?v=VpvJNB4jVVA

Sondaże atmosfery, a bezpieczeństwo ruchu lotniczego

• Zestaw pomiarowy złożony z balonu, radiosondy i łączącej je linki zgodnie z kryteriami ICAO Convention on International Civil Aviation - Annex 2 Appendix 4 mieści się w kategorii balonu lekkiego.

• Maksymalna siła zrywająca linkę łączącą radiosondę z balonem wynosi wg producenta **117N** i jest dużo niższa od zawartej w kryteriach ICAO dla balonu lekkiego, wynoszącej 230N.

• Gęstość powierzchniowa radiosondy oraz czujnika ozonu w obudowie nie przekracza **4,2g/cm^2** i również jest niższa od podanej przez ICAO gęstości wynoszącej 13 g/cm^2.

• Sondy nie były testowane w rzeczywistych warunkach kontaktu z samolotem, jednak ze względu na niższą gęstość od np. ptaków, którymi testuje się silniki samolotów, nie powinny uszkodzić silnika.

• Pracownikom IMGW-PIB ani wiodącemu producentowi radiosond (Vaisala) nie są znane przypadki wciągnięcia radiosondy do silnika samolotu, natomiast producent wie o kilku przypadkach uderzenia skrzydłem w radiosondę. Prawdopodobieństwo kolizji sondy z samolotem było analizowane w pracy Reinholda Busena „The release of Dropsondes: A Hazard for Commercial Air Traffic?" - Air Traffic Control Quarterly, Vol. 8(2) 155-171 (2000).

Misje balonowe, balony stratosferyczne, projekty szkolne – warsztaty w IMGW-PIB

- Wzrasta liczba amatorskich sondowań atmosfery
- Grupy, które zgłaszają się do IMGW-PIB na warsztaty związane z sondowaniem atmosfery są pouczane o konieczności zgłaszania tego faktu do PAŻP

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Państwowy Instytut Badawczy
Wypuszczanie balonu stratosferycznego – informacje praktyczne

Wymagane zgłoszenie lotu do Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej (www.pansa.pl)

REZERWACJA PRZESTRZENI POWIETRZNEJ, SONDOWANIA ATMOSFERY, INNE

SONDOWANIE ATMOSFERY
Sondowanie atmosfery należy zgłaszać na co najmniej 10 dni roboczych przed planowanym terminem realizacji przesyłając odpowiedni formularz na adres: asm1@pansa.pl. Informacja o wypuszczeniu balonu wolnego jest przekazywana do wiadomości załóg lotniczych i personelu ATM za pomocą ostrzeżenia zawartego w NOTAM. Szczegółowe przepisy dotyczące lotów balonów wolnych ujęte są w Rozporządzeniu Wykonawczym Komisji (UE) nr 923/2012 z dnia 26 września 2012 r. (tzw. SERA).

http://www.pansa.pl/index.php?menu_lewe=ops&lang=_pl&opis=OPS/ops_rezerwacja

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ

POGODYNKA PL