



PRZEWODNIK DLA PRYWATNYCH STACJI METEOROLOGICZNYCH

Spis treści

1. Wstęp

str. 3

str. 5

2. Po pierwsze bezpieczeństwo

3. Temperatura powietrza

str. 8

str. 12

4. Opad atmosferyczny

5. Kierunek i prędkość wiatru

str. 17

str. 23

6. Ciśnienie atmosferyczne

7. Uwagi przed zakupem

str. 27

Uwaga. Rozpowszechnianie informacji zawartych w Przewodniku dozwolone jest wyłącznie z podaniem IMGW-PIB jako źródła informacji.

Przewodnik jest skierowany do użytkowników prywatnych stacji meteorologicznych oraz do sprzedawców sprzętu i oprogramowania. Celem jest dostarczenie praktycznych porad dotyczących optymalnego prowadzenia obserwacji i pomiarów pogodowych. Podkreśla znaczenie stosowania standardów jakości, tak aby dane pogodowe były precyzyjne i łatwe do porównania.



Rys. 1. Prywatna stacja meteorologiczna w Będzinie Grodźcu wraz z profesjonalnym deszczomierzem Hellmanna, F. dr Radosław Drożdźoń.

Warto zwrócić uwagę na różnicę w użyciu w przewodniku terminu "prywatne stacje meteorologiczne" w zamian za "amatorskie stacje meteorologiczne". Wyraz "amatorskie" niesie ze sobą pewne negatywne konotacje, sugerując brak profesjonalizmu i fachowości. Słownik języka polskiego definiuje "amatorski" w sposób, który może być odbierany pejoratywnie: "wykonany przez amatora, uprawiany przez amatorów, nieudolny, niefachowy, taki, który może się podobać". Dlatego bardziej odpowiednim terminem jest "prywatne

stacje meteorologiczne". Termin ten jest neutralny i precyzyjnie opisuje stacje meteorologiczne zarządzane przez osoby prywatne, które z pasją i zaangażowaniem zbierają dane pogodowe. W języku angielskim używa się określenia "personal weather station" (PWS), które podkreśla indywidualny charakter takich stacji bez negatywnych skojarzeń. Prywatne stacje meteorologiczne są często prowadzone przez osoby posiadające odpowiednią wiedzę i umiejętności, które wykorzystują zaawansowany sprzęt do monitorowania warunków atmosferycznych. Dzięki nim można uzyskać dokładne i cenne dane, które przyczyniają się do lepszego zrozumienia lokalnych zjawisk pogodowych.

Mimo wyzwań, takich jak nieidealne warunki umieszczenia sprzętu, autorzy podkreślają, że staranne wykorzystanie dostępnych technologii może przybliżyć prywatne obserwacje do poziomu profesjonalnego, co jest kluczowe dla wiarygodności i użyteczności gromadzonych danych w badaniach atmosfery.

Hobby obserwacji i pomiarów meteorologicznych cieszy się dużym zainteresowaniem wśród entuzjastów pogody. Kluczowe jest jednak to, by było ono bezpieczne. W czasie przeprowadzania obserwacji można popełnić błędy, które nie tylko mogą spowodować uszkodzenie sprzętu, ale co ważniejsze, stanowić zagrożenie dla zdrowia i życia. Poniżej prezentowane są najważniejsze zasady bezpiecznego przeprowadzania obserwacji meteorologicznych, czyli na co zwrócić uwagę.

Podczas konfiguracji i obsługi sprzętu prywatnych stacji meteorologicznych należy zachować ostrożność. Szczególną ostrożność należy zachować podczas instalacji masztu wiatromierza (anemometru). Zagrożenia obejmują porażenie prądem elektrycznym, upadek z dachu lub drabiny oraz porażenie piorunem. Należy zwrócić szczególną uwagę na bliskość linii energetycznych. Jeśli linie energetyczne znajdują się w jakimkolwiek punkcie w odległości mniejszej niż długość używanego masztu antenowego lub słupa montażowego, użytkownik znajduje się w szczególnie niebezpiecznej sytuacji. Należy przestrzegać wszystkich procedur instalacyjnych producenta sprzętu, aby zapewnić maksymalną wydajność, poprawność działania i bezpieczeństwo urządzeń. W razie potrzeby, w celu zainstalowania sprzętu, należy skorzystać z usług profesjonalnych wykonawców. Nie wolno zapomnieć o prawidłowym uziemieniu i ochronie odgromowej zgodnie z instrukcjami producenta.

- Nie patrz „gołym okiem” bezpośrednio na Słońce. Spoglądanie bezpośrednio w kierunku Słońca może skutkować nieodwracalnym uszkodzeniem wzroku lub jego utratą. Obserwowanie Słońca przez nieochronione przyrządy optyczne, takie jak aparaty fotograficzne, lunety, czy lornetki bez specjalnych filtrów słonecznych, może spowodować poważne uszkodzenia wzroku. Nie powinno się też oglądać Słońca przez kliszę fotograficzną, rentgenowską, płytę CD, okulary do filmów 3D a nawet okulary przeciwsłoneczne.
- Sprawdź otoczenie wokół siebie zanim zaczniesz wykonywać obserwacje

meteorologiczne. Podczas takich obserwacji często nie zwracamy uwagi na otoczenie. Taka nieuwaga to duży błąd. Możemy się potknąć, przewrócić lub wejść pod jadący ulicą samochód.

- Nie wykonuj obserwacji, gdy chodzisz. Wystarczy małe zagłębienie terenu, kamień czy krawężnik, nie mówiąc już o klifie, by się przewrócić. Gdy chcesz się przemieścić, opuść aparat czy telefon i upewnij się, że zwracasz uwagę na drogę przed sobą. Nie chodź bokiem i tyłem. Gdy wykonujesz obserwacje meteorologiczne i musisz cofnąć się o parę kroków nie rób tego tyłem. Opuść aparat lub telefon, obróć się, wykonaj dwa kroki i obróć się z powrotem.
- Zachowaj stabilną postawę, stojąc pewnie na dwóch nogach. Nie wchodź na drabiny, na mury, nie zbliżaj się do krawędzi urwisk, zachowuj bezpieczną odległość od jadących samochodów.
- Nigdy się nie śpiesz. Pośpiech jest złym doradcą a żadne spostrzeżenia, obserwacje, pomiary, czy piękne zdjęcie nie są warte utraty zdrowia czy życia.
- Przed wyjściem z domu, sprawdź aktualną pogodę oraz prognozę i dopasuj ubranie do warunków atmosferycznych. Nosząc ubranie dopasowane do panującej pogody chronisz organizm przed nadmiernym wychłodzeniem lub przegrzaniem.
- Podczas burzy uważaj wykonując obserwacje. Gdy jesteś poza domem:
 - Jak najszybciej znajdź bezpieczne schronienie.
 - Unikaj przebywania pod drzewami.
 - Unikaj przebywania na otwartej przestrzeni.
 - Jeśli znajdujesz się na otwartej przestrzeni – znajdź, o ile to możliwe, obniżenie terenu (staraj się nie być najwyższym punktem) i kucznij (nie siadaj i nie kładź się) ze złączonymi i podciągniętymi pod siebie nogami. Nogi powinny być złączone, ponieważ w przypadku uderzenia pioruna, na skutek powstania różnicy napięć (tzw. napięcia krokowego) może dojść do przepływu prądu między stopami.
 - Jeśli przebywasz w grupie, na otwartej przestrzeni, grupa powinna się rozproszyć na odległość kilkudziesięciu metrów, aby w przypadku

- uderzenia pioruna część grupy mogła udzielić pomocy porażonym.
- Unikaj dotykania przedmiotów wykonanych z metalu oraz przebywania w ich pobliżu – przedmioty metalowe mogą „przyciągać” pioruny.
 - Jeśli widzisz zwisające przewody elektryczne, natychmiast powiadom odpowiednie służby. Nigdy do nich nie podchodź!

Wszelkie niezbędne informacje dostępne są w serwisie pogodowym IMGW-PIB: meteo.imgw.pl oraz na stronie Centrum Modelowania Meteorologicznego IMGW-PIB: modele.imgw.pl, w aplikacji mobilnej: aplikacja meteo.imgw.pl oraz na profilu facebookowym: Burza-Alert-IMGW. Pamiętaj o alertach RCB, które otrzymujesz bezpośrednio na swoje urządzenie mobilne.

„Znów drobny spór, barometr zjeżdża w dół
Prywatne niebo już mgłą się zasnuwa
Tak bym chciała mieć prognozę naszych serc
Na życie, miesiąc, dzień mapę prognoz
Niech sputnik hen wykona serię zdjęć
Bym mogła wiedzieć jak
Przewidzieć nasz stan pogody
Słońce to my, ciemne chmury to my
Nagłe sztormy, letnie burze
Suche wyże to my, mokre niżej
Taki deszcz, że ulewa aż śpiewa
Słońce to my, ciemne chmury to my
Nagłe sztormy, ranne mgły
Czasem mżawka, czasem grad
Czasem mróz aż strach”

Stan pogody, Anna Jurkaszewicz.



Rys. 2. Prywatna stacja meteorologiczna Ambient Weather WS-2902
(<https://www.fieldandstream.com/>).

Temperatura powietrza to kluczowy element w meteorologii. Ludzie potrzebują informacji o obecnej i prognozowanej temperaturze, aby dobrze organizować swoje działania i aktywności na świeżym powietrzu z dnia na dzień. Znaczenie tych danych jest istotne dla wielu sektorów. Niezależnie od tego, czy ktoś zajmuje się odśnieżaniem, wytwarzaniem energii elektrycznej, czy sprzedażą ubrań, wiedza na temat temperatury powietrza ma decydujące znaczenie dla jego działalności.

Wiele osób mylnie uważa, że precyzyjne mierzenie temperatury powietrza jest proste. Nieprawidłowe procedury mogą prowadzić do błędnych i nieprzydatnych wyników.

Celem pomiaru temperatury powietrza jest określenie ilości energii cieplnej zgromadzonej w powietrzu. Podstawową koncepcją jest to, że pomiar temperatury powietrza w danym punkcie jest reprezentatywny dla danego otoczenia.

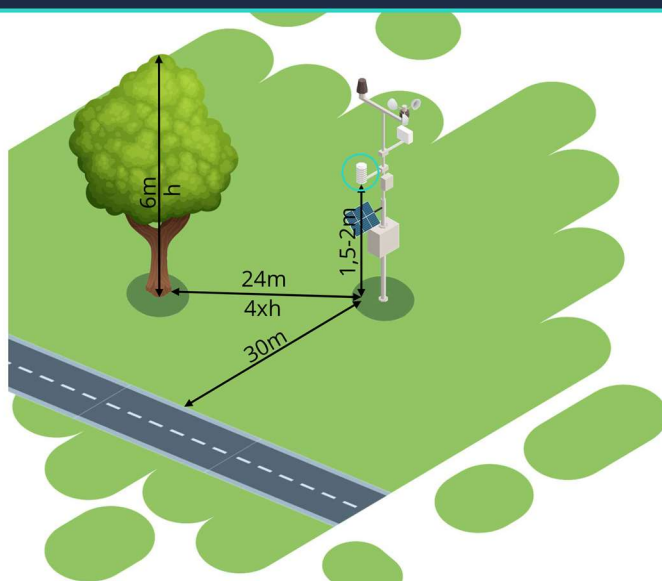
Niektóre warunki mogą wpływać na błędne odczyty temperatury powietrza:

- Bezpośrednie działanie promieni słonecznych na czujnik temperatury może prowadzić do jego przegrzania. Problem ten można rozwiązać przez zastosowanie osłony radiacyjnej, która ogranicza wpływ promieniowania słonecznego. Pozyskanie bardziej dokładnych wyników pomiarów jest możliwe dzięki zastosowaniu osłony z wentylatorem.
- Lokalne źródła ciepła lub zimna mogą fałszować odczyty temperatury. Na przykład ciepło emitowane przez urządzenia klimatyzacyjne, systemy grzewcze, materiały budowlane lub powierzchnie asfaltowe może wpływać na czujnik. Aby uniknąć tych zakłóceń, należy umieścić czujnik w odpowiedniej odległości od tych źródeł.

Usytuowanie

Wydajność systemu pomiarowego można poprawić poprzez kombinację skalibrowanych czujników, odpowiedniej osłony termicznej i optymalnego rozmieszczenia czujników (Rys. 3). Spójne wyniki pomiarów temperatury

powietrza można osiągnąć tylko dzięki odpowiednio osłoniętemu termometrowi, który gwarantuje, że promieniowanie słoneczne nie spowoduje wygenerowania błędnie wysokich temperatur powietrza.



CZUJNIK TEMPERATURY POWIETRZA

- Na równej, dobrze wentylowanej, otwartej przestrzeni.
- Osłona przed promieniowaniem słonecznym zamontowana na słupku o wysokości od 1,5m do 2m.
- W odległości co najmniej 30m od drogi, powierzchni betonowej.
- Nie bliżej od jakiegokolwiek przeszkody niż czterokrotność jej wysokości.
- Umieszczenie na naturalnym reprezentatywnym podłożu, takim jak przycięta trawa.
- Z dala od instalacji zraszających.

Rys. 3. Wytyczne dla najlepszej lokalizacji czujnika temperatury powietrza prywatnej stacji meteorologicznej.

Poniżej przedstawiono wytyczne dotyczące rozmieszczenia czujników temperatury powietrza:

- Czujnik należy umieszczać na równej powierzchni i unikać stromych zboczy, chyba że jest to typowe dla danego obszaru.
- Czujnik należy umieszczać na otwartej przestrzeni w celu umożliwienia wentylacji i mieszania się powietrza.
- Należy stosować osłonę przed promieniowaniem słonecznym, zamontowaną na słupku o wysokości 1,5 m do 2 m.
- Czujnik należy umieszczać w odległości co najmniej 30 m od drogi i budowli betonowych.
- Jeśli to możliwe, czujnika nie należy umieszczać bliżej niż czterokrotność

wysokości pobliskich przeszkód.

- Preferowane pokrycie podłoża to trawa, przycięta wystarczająco krótko, aby umożliwić swobodne mieszanie się powietrza między podłożem a czujnikiem. Czujnik temperatury powietrza może być również umieszczony nad ziemią lub inną naturalną pokrywą gruntową, jeżeli jest ona reprezentatywna dla danego regionu (np. w miejscu pól suchym, na polu uprawnym).
- Grunt pod czujnikiem nie powinien być zacieniony przez większość dnia.

Standardy pomiarów

Przy zakupie prywatnej stacji meteorologicznej lub przy ocenie jakości istniejącej stacji meteorologicznej należy skorzystać z następujących wytycznych przedstawionych w tabeli (Tab. 1), dotyczących oceny jakości systemu.

Tab. 1. Standardy pomiaru temperatury powietrza.

Parametr mierzony	Jednostki	Dokładność	Zakres	Rozdzielczość
Temperatura powietrza	(°C)	najlepsza do +/-1,0°C	-50°C do +50°C	0,1°C

„A w Krakowie na Brackiej pada deszcz
Przemęczony i senny zlew przecieka kuchenny
Kaloryfer jak mysz się poci też
Z góry na dół kałuże przepływają po sznurze
Nie od deszczu mokrym, lecz od łez
Bo w Krakowie na Brackiej pada deszcz
Gdy zagadka istnienia zmusza mnie do myślenia
W korytarzu i w kuchni pada też
Przyklejony do ściany zwijam mokre dywany
Nie od deszczu mokre, lecz od łez”

Bracka, Grzegorz Turnau.

Do niedawna powszechnie przyjmowano, że dostęp do czystej wody jest nieograniczony. Jednak zmiany środowiskowe i rosnąca liczba ludności sprawiły, że zaczęto postrzegać wodę jako zasób limitowany. Aby skutecznie zarządzać zasobami słodkowodnymi, niezbędne jest zrozumienie, ile wody napływa do polskich rzek i jezior oraz jakie są poziomy jej zużycia w sektorze rolniczym i w gospodarstwach domowych. Działania wolontariuszy, którzy monitorują opady atmosferyczne, przyczyniają się do poprawy ilości, terminowości i dokładności danych o opadach w zlewniach rzecznych. To z kolei ułatwia zarządzanie wodą i wzmacnia ochronę społeczeństwa w przypadku nagłych powodzi. Monitoring opadów atmosferycznych jest również kluczowy dla jakości prognoz numerycznych.

Celem prywatnych stacji meteorologicznych jest dokładny pomiar skumulowanego opadu atmosferycznego. Upraszczając, pomiar opadu atmosferycznego polega na udokumentowaniu ilości opadu, który spadł w danym punkcie pomiarowym typowo przy pomocy deszczomierza o powierzchni zbierającej równej 200 cm² w określonym czasie. Do czynników utrudniających dokładny pomiar należą:

- Ciężkie opady powodowane przez otaczające przeszkody terenowe, takie jak: drzewa, ściany i okapy dachów, powodujące zaniżanie pomiaru.

- Turbulentny przepływ wiatru powodujący, że deszcz i śnieg padają w sposób chaotyczny, co powoduje niedostateczny wychwyt opadu.
- Rozpryskiwanie lub spływanie opadów atmosferycznych z obszarów spoza punktu obserwacyjnego, powodujące zawyżony wychwyt opadu.
- Prawidłowa konfiguracja deszczomierza do pomiarów opadów zimowych. Sama konfiguracja jest skomplikowana.
- Utrzymywanie deszczomierza w poziomie (prostopadle do siły grawitacji) aby zapewnić jego optymalne działanie. Dokładność technologii korytka wahadłowego (korytkowego), najbardziej powszechnego w deszczomierzach, pogarsza się gwałtownie, gdy jest ono odchylone od poziomu).
- Problemem może okazać się zatykanie otworu deszczomierza korytkowego przez pył roślinny, małe drobinki traw i owadów (nawet w przypadku stosowania sitka na wlocie deszczomierza). Czystość i drożność deszczomierza należy regularnie kontrolować.



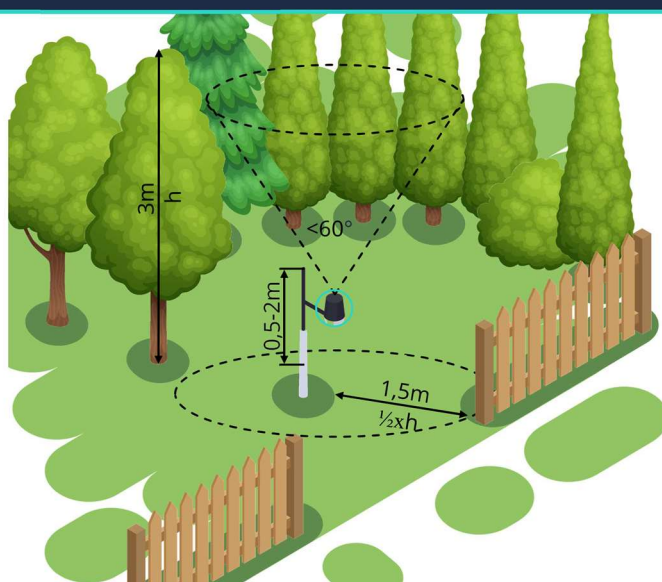
Rys. 4. Prywatna stacja meteorologiczna Davis Vantage Pro2
(<https://www.davisinstruments.com/>).

W przeciwieństwie do ciśnienia atmosferycznego i temperatury powietrza, skumulowany opad może być wysoce zróżnicowany w bardzo krótkim czasie i niewielkiej odległości.

Usytuowanie

Najlepsza lokalizacja dla deszczomierza jest taka, w której jest on osłonięty ze wszystkich kierunków, np. duża przestrzeń w zagajniku drzew (Rys. 5).

Niewidocznym problemem związanym z pomiarem opadu atmosferycznego jest ekspozycja deszczomierza na wiatr o prędkości większej niż 2 m/s (7,2 km/h) na wysokości otworu pomiarowego. Wraz ze wzrostem prędkości wiatru, deszcz jest przenoszony w górę i ponad krawędź czołową deszczomierza, co powoduje całkowity brak pomiaru opadu atmosferycznego lub niedostateczny wychwyt opadu. Szacuje się, że globalnie opady są zaniżone o 11% (z powodu wiatru).



DESZCZOMIERZ

- Deszczomierz zamontowany poziomo na słupku o wysokości od 0,5m do 2m (wysokość należy zwiększyć, aby uniknąć cienia opadowego).
- Osłonięty od silnego wiatru w celu zminimalizowania zaniżonych wartości opadów spowodowanych przepływem turbulentnym
- Nie bliżej od jakiegokolwiek przeszkody niż połowa jej wysokości, aby uniknąć wpływu cienia opadowego (np. odległość 1,5m do przeszkody o wysokości 3m).
- Wszelkie obiekty powinny znajdować się pod kątem mniejszym niż 60° nad urządzeniem pomiarowym, mierzonym od szczytu urządzenia pomiarowego do szczytu otaczających przeszkód.
- Należy zachować wolną przestrzeń u góry i w otoczeniu, aby zminimalizować cień opadowy.

Rys. 5. Wytyczne dla najlepszej lokalizacji deszczomierza amatorskiej stacji meteorologicznej.

Deszczomierz należy usytuować tak, aby ograniczyć efekt „cienia opadowego” lub blokowania opadów przez pobliskie obiekty. Cień opadowy występuje, gdy deszcz, który mógłby wpaść do deszczomierza, jest przechwytywany lub odbijany przez ściany, drzewa, ogrodzenia i inne przeszkody. Deszczomierz nie powinien być umieszczany bliżej niż połowa wysokości obiektów, np. ściana o wysokości 3 m nie powinna znajdować się bliżej niż 1,5 m od wierzchołka deszczomierza do podstawy ściany. Gdy w obszarze usytuowania deszczomierza znajduje się kilka dużych przeszkód, efekt cienia opadowego można zmniejszyć przez podniesienie wysokości deszczomierza do poziomu, w którym osiągnięty zostanie stosunek odległości 1:2. Należy pamiętać, że minimalizując cień opadowy poprzez podwyższenie wysokości deszczomierza, stwarza się ryzyko zaniżonego pomiaru opadu atmosferycznego podczas silnego wiatru.

Deszczomierz należy umiejscowić blisko ziemi. Tym niemniej, umieszczenie deszczomierza poniżej 0,6 m nad ziemią może spowodować problem nadmiernego zlewu spowodowanego rozpryskiwaniem wody z powierzchni poniżej i w pobliżu deszczomierza. Należy zwrócić uwagę również na roślinność pod deszczomierzem. Pozwalając roślinności rosnąć w pobliżu deszczomierza sprzyja się rozpryskiwaniu się wody i przyciąganiu owadów.

Informacje dodatkowe

Większość użytkowników prywatnych stacji meteorologicznych ma do czynienia, kilka razy w roku, z opadem atmosferycznym podczas warunków poniżej 0°C. Użytkownicy, którzy posiadają podgrzewane deszczomierze, powinni pamiętać o podłączeniu elementu grzewczego podczas tej części pory roku, kiedy można spodziewać się takich warunków. Po zakończeniu sezonu zimowego należy pamiętać o odłączeniu grzałki, ponieważ nadmierne ciepło może spowodować uszkodzenie elektroniki deszczomierza podczas upalnego lata.

W przypadku ogrzewanych deszczomierzy należy pamiętać, że zmniejszają one

ilość zebranego opadu atmosferycznego w wyniku parowania. Z tego względu należy odłączyć podgrzewacz, chyba że spodziewamy się opadów stałych lub marznięcych (śnieg, śnieg z deszczem, lód lub marzący deszcz).

Deszczomierz ulokowany w pobliżu drzew narażony jest na zatykanie przez opadające liście. W związku z tym lokalizacja deszczomierza powinna umożliwiać łatwe zajrzenie i oczyszczenie wlotu z owadów, liści, glonów itp.

Standardy pomiarów

Przy zakupie prywatnej stacji meteorologicznej lub przy ocenie jakości istniejącej stacji meteorologicznej należy skorzystać z następujących wytycznych (Tab. 2).

Tab. 2. Standardy pomiaru opadu atmosferycznego.

Parametr mierzony	Jednostki	Dokładność	Zakres	Rozdzielczość
Skumulowany opad	mm	+/-0,5 mm lub 4% ilości godzinowej (w zależności od tego, która wielkość jest większa)	Zdolność do pomiaru do 250 mm na godzinę	0,2 mm

„Chmury wiszą nad miastem
Ciemno i wstać nie mogę
Naciągam głębiej kołdrę
Znikam kulę się w sobie
Powietrze lepkie i gęste
Wilgoć osiada na twarzach
Ptak smętnie siedzi na drzewie
Leniwie pióra wygładza
Poranek przechodzi w południe
Bezwładnie mijają godziny
Czasem zabrzączy mucha
W sidłach pajęczyny
A słońce wysoko, wysoko
Świeci pilotom w oczy
Rozgrzewa niestrudzenie
Zimne niebieskie przestrzenie
Czekam na wiatr co rozgoni
Ciemne skłębione zasłony
Stanę wtedy na raz
Ze słońcem twarzą w twarz”

Krakowski spleen, Maanam.

Interpretacja meteorologicznego znaczenia informacji o wietrze jest trudna i zwykle rozpatrywana wraz z innymi parametrami, takimi jak temperatura powietrza, ciśnienie atmosferyczne. Podobnie jak opady atmosferyczne, prędkość i kierunek wiatru mogą być bardzo zróżnicowane w czasie i przestrzeni.

Prędkość i kierunek wiatru mierzone przy powierzchni ziemi, są głównym wskaźnikiem stabilności atmosfery. Silny wiatr wskazuje na dobrze wymieszaną i niestabilną atmosferę podczas gdy słaby wiatr zazwyczaj wskazuje, iż atmosfera jest stabilna. Informacje o wietrze, w połączeniu

z wilgotnością powietrza, temperaturą powietrza i pomiarami wykonywanymi w ciągu minut lub godzin, wskazują, jak stabilność atmosfery zmienia się w czasie.



Rys. 6. Prywatna stacja meteorologiczna WH-1080 (<https://posts.snowreport.gr/>).

Przykłady zastosowań pomiarów wiatru:

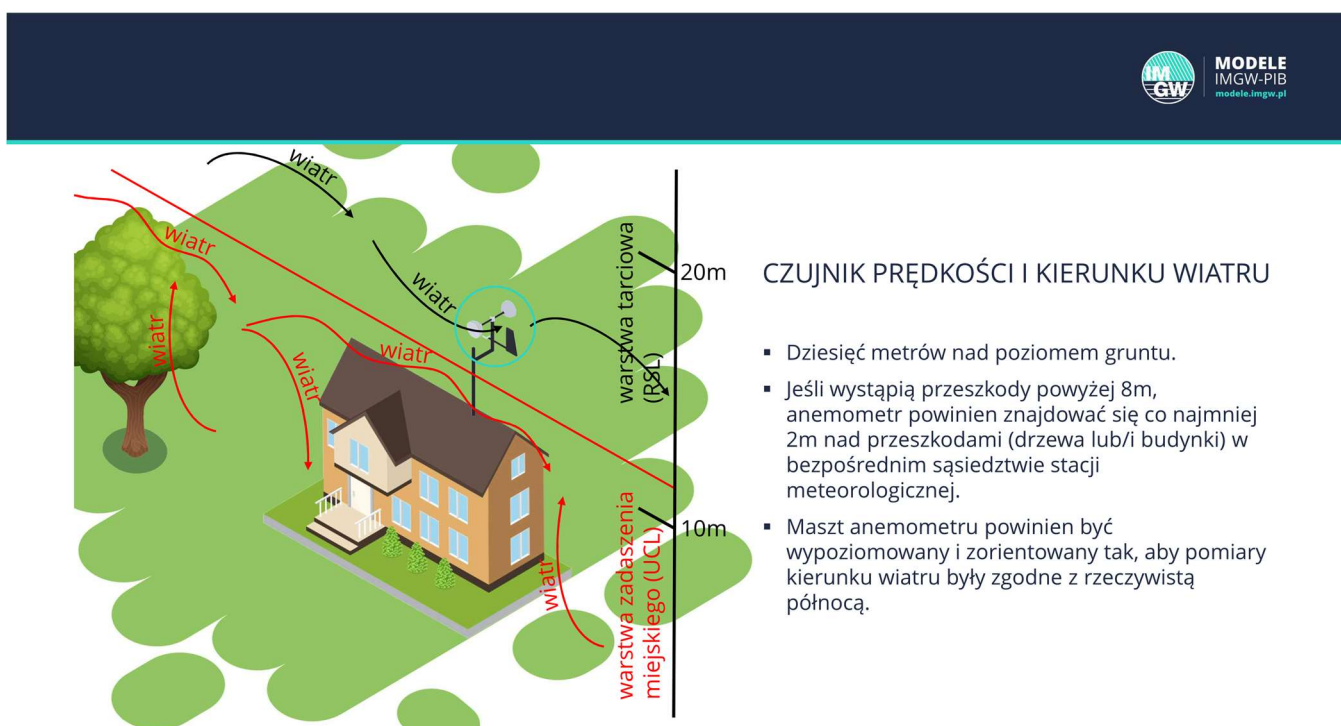
- Jakość powietrza. Stopień wymieszania atmosfery wykorzystywany jest do szacowania ilości zanieczyszczeń niskopoziomowych, które będą uwalniane z obszarów miejskich.
- Kontrola przeciwpożarowa. Prędkość i kierunek wiatru są wykorzystywane do szacowania zachowania się ognia oraz prawdopodobnego przemieszczania się dymu z wiatrem.
- Nawadnianie, parowanie roślin. W połączeniu z opadem atmosferycznym i wilgotnością powietrza, prędkość i kierunek wiatru mogą być wykorzystywane do szacowania poziomu osuszania i nawadniania upraw, koniecznego do utrzymania optymalnej dla wzrostu upraw temperatury i wilgotności gleby.

- Bezpieczeństwo lotnicze. Lotnictwo posiada przepisy dotyczące siły wiatru bocznego lub tylnego dopuszczalnego podczas lądowań i startów. Wiatr na lotnisku ma kluczowe znaczenie dla utrzymania bezpieczeństwa na pasach startowych.
- Produkcja energii. Farmy wiatrowe na całym świecie są budowane w oparciu o dane klimatyczne dotyczące wiatru.

Usytuowanie

Międzynarodowym standardem wysokości wiatromierza nad poziomem gruntu jest 10 metrów. Instytut zachęca obserwatorów stacji meteorologicznych do umieszczania swoich wiatromierzy na tym poziomie, zgodnie z zasadami bezpieczeństwa, jeśli żadne przeszkody nie znajdują się na tej wysokości lub bezpośrednio pod nią.

Podstawowe standardy dla usytuowania wiatromierza są następujące (Rys. 7).



Rys. 7. Wytyczne dla najlepszej lokalizacji wiatromierza (anemometru) prywatnej stacji meteorologicznej.

- 10 metrów nad poziomem gruntu.
- Jeśli występują przeszkody wyższe niż 8 metrów, wiatromierz powinien znajdować się co najmniej 2 metry nad przeszkodami (drzewa lub budynki) znajdującymi się w bezpośrednim sąsiedztwie stacji meteorologicznej (w horyzontalnej odległości 20 m).
- Maszt wiatromierza powinien być ustawiony dokładnie pionowo.
- Wiatromierz powinien być zorientowany tak, aby wskazywał wartości kierunku z „prawdziwej północy”.

Przed instalacją masztu należy wziąć pod uwagę lokalne przepisy, ograniczenia wspólnot mieszkaniowych oraz zgodę sąsiadów, aby mieć pewność, że po instalacji masztu nie trzeba będzie go usuwać.

Podczas transportu, stawiania masztu należy zwrócić szczególną uwagę na bliskość linii energetycznych i trakcyjnych będących pod napięciem. Grozi porażeniem prądem elektrycznym.

Niestety większość właścicieli prywatnej stacji meteorologicznych mieszka na terenach miejskich, gdzie znajdują się budynki z dwoma lub więcej piętrami oraz wysokie drzewa (niejednokrotnie wyższe niż 20 metrów). W takich trudnych warunkach lokalizacyjnych umiejscowienie wiatromierza wymaga kompromisu.

Jeśli przeszkody znajdują się powyżej poziomu 10 metrów, można rozważyć podniesienie wysokości wiatromierza, aby znalazł się on powyżej miejskiej warstwy dachowej UCL (Rys. 7). Jednakże stabilność masztów i trójnogów montowanych na dachach zmniejsza się szybko wraz z ich długością. Dlatego nie zachęca się użytkowników do instalowania masztów powyżej 5 metrów, jeśli są montowane na trójnogach, lub 10 metrów, jeśli są to maszty naziemne połączone z budynkiem lub wsparte za pomocą przewodów odciągowych. W przypadku masztów wyższych niż 10 metrów, należy zwrócić się o profesjonalną pomoc w instalacji (można zwrócić się do instalatora polecanego np. przez miejscowy klub krótkofalarski). Wiatromierze

umieszczone na dachach powinny wystawać co najmniej 3 metry ponad dach, aby unikać wiatru spowodowanego przez sam dach. Należy zwrócić uwagę, aby umieszczanie i instalacja statywu lub masztu nie naruszała integralności dachu.

Inne uwagi dotyczące instalacji wiatromierza. Należy upewnić się, że wiatromierz i jego maszt są uziemione zgodnie z zaleceniami producenta. W przypadku niewłaściwego uziemienia wyładowanie atmosferyczne będzie przenoszone z wiatromierzy przewodowych do konsoli stacji meteorologicznej i w końcu do komputera, potencjalnie powodując całkowite zniszczenie wszystkich elementów. Innym zagrożeniem związanym z niewłaściwym uziemieniem jest uderzenie pioruna przechodzące przez budynek, powodując pożar, uszkodzenie sprzętu elektronicznego, a nawet porażenie prądem elektrycznym skutkujące obrażeniami ciała. W przypadku wątpliwości podczas instalacji stacji meteorologicznej należy skontaktować się z elektrykiem.

Podczas instalacji masztu wiatromierza należy zachować ostrożność. Należy poprosić znajomych o pomoc przy instalacji masztu. Dłuższe maszty mogą przyczynić się do utraty równowagi przy instalacji i upadku. Instalacja masztu przez dwie lub więcej osób będzie łatwiejsza i bezpieczniejsza. Nie należy podejmować prac przy maszcie podczas opadu atmosferycznego lub przy silnym wietrze. Należy upewnić się, że w przypadku przewrócenia się masztu w jakimkolwiek kierunku nie dojdzie do kontaktu z liniami energetycznymi.

Maszt należy zamontować w sposób solidny, aby nie został uszkodzony przez wiatr i oblodzenie. Maszt powinien być mocno zabezpieczony, aby po zamontowaniu nie obracał się.

Sposób mocowania masztu powinien umożliwić okresowy dostęp do wiatromierza w celu przeprowadzenia rutynowej konserwacji i wymiany części. Należy rozważyć coroczne czyszczenie łożysk wiatromierza i ustalić ewentualny harmonogram smarowania wiatromierza (szczegóły w instrukcji obsługi urządzeń meteorologicznych – nie wszystkie wiatromierze należy smarować!). Maszt należy zawsze montować dokładnie poziomo, używając poziomicy.

Niewypoziomowane maszty powodują, że kierunek wiatru nie będzie reprezentatywny dla rzeczywistych warunków. W przypadku wiatromierza przewodowego, do podtrzymania ciężaru przewodu, należy użyć plastikowych opasek zaciskowych w kilku punktach od szczytu do jego podstawy, aby unikać strzępienia się przewodu i późniejszego przerwania sygnału.

Wymagane jest wykonywanie pomiaru kierunku wiatru w stopniach względem rzeczywistej północy. Konieczne jest zlokalizowanie kierunku północy magnetycznej za pomocą kompasu oraz obrócenie i zablokowanie maszty według procedur instalacyjnych. Przed instalacją maszty należy znać deklinację magnetyczną, aby skorygować ją do rzeczywistej północy. Do określenia dokładnej szerokości i długości geograficznej bardzo pomocne może być wykorzystanie systemu GPS.

Standardy pomiarów

Tab. 3. Standardy pomiaru kierunku i prędkości wiatru.

Parametr mierzony	Jednostki	Dokładność	Zakres	Rozdzielczość
Kierunek wiatru	(°)	+/- 5°	1 do 360°	10°
Prędkość wiatru	m/s lub km/h	5%	1 do 70 m/s lub 1 do 252 km/h	0,1 m/s lub 1km/h

„A czy przyroda, kolebka
Myślała kiedyś dokładnie
Na co jej wielkie mamuty?
Ani wygląda to ładnie
I ani z nich skóra na buty
Nie ma co pytać, koledzy
Robiła i tak jej wyszło
Nikt nie wymyślał specjalnie
Tego z czym żyć nam przyszło
Uprzedzam o tym lojalnie
Jeden jest rytm
Jeden rytm
Jeden wydech i wdech
Nasyć się równym oddechem
Nasyć się dzisiaj za trzech, bo
Raz tylko dany Ci czas
Ani on Twój ani czyj
Z czasem się wszystko ustoi
Więc żyj na huśtawce, żyj”
Huśtawki, Kwiat Jabłoni.

Ciśnienie atmosferyczne to siła wywierana na dany punkt przez atmosferę ziemską. Przyjmuje się, że większość pomiarów ciśnienia atmosferycznego jest statyczna. Ciśnienie atmosferyczne spada wraz ze wzrostem wysokości, zmieniając się o 1,0 hPa na średnio 8,5 metra.

Prywatny barometr powinien zostać skalibrowany względem referencyjnego źródła pomiaru, np. profesjonalnie prowadzonego przyrządu do pomiaru ciśnienia atmosferycznego. Bez kalibracji, pomiary ciśnienia atmosferycznego z prywatnych stacji meteorologicznych mają niewielką wartość – poza identyfikacją trendów. Większość czujników ciśnienia atmosferycznego prywatnych stacji meteorologicznych może być skalibrowana w stosunkowo

łatwy sposób.

Zalecana jest następująca procedura kalibracji:

Należy wybrać pobliską (w promieniu 30 km) synoptyczną lub lotniskową stację meteorologiczną IMGW-PIB w celu zapewnienia ciśnienia referencyjnego (kalibracyjnego). Następnie należy poczekać na optymalne warunki pogodowe, aby przeprowadzić serię porównań. Warunki te to:

- Wysokie ciśnienie atmosferyczne (stwierdzono, że przy takim ciśnieniu atmosferycznym kalibracja jest łatwiejsza).
- Wiatr słabszy niż 3 m/s, najlepiej okres bezwietrzny.
- Temperatura powietrza na zewnątrz względnie stabilna lub wolno zmieniająca się.



Rys. 8. Konsola prywatnej stacji meteorologicznej (<https://www.davisinstruments.com/>).

Należy przeprowadzić serię minimum czterech jednoczesnych pomiarów ciśnienia atmosferycznego, wykorzystując do tego celu wartości ciśnienia zredukowanego do poziomu morza (na prywatnych stacjach

meteorologicznych używane jest określenie ciśnienie względne) z depeesz stacji synoptycznych lub raportów METAR lotniska oraz własnego barometru.

Uwagi:

Stacje synoptyczne przekazują depeesze o pełnej godzinie, natomiast stacje lotniskowe co pół godziny (25 minut i 55 minut po pełnej godzinie) (METAR GG00, METAR GG30). Należy wykonać 4 porównania godzinne lub 8 porównań półgodzinnych.

- Po wykonaniu porównań należy zanotować ciśnienie względne (zredukowane do poziomu morza) oraz ciśnienie na stacji synoptycznej lub lotnisku. Następnie zsumować różnice pomiędzy porównaniami i podzielić przez ilość porównań, aby otrzymać średnią różnicę.
- Jeśli średnia różnica między prywatną stacją użytkownika a stacją odniesienia jest większa niż $\pm 1,0$ hPa należy odpowiednio dodać lub odjąć tę różnicę. Następnie należy pozwolić ciśnieniu ustabilizować się przez co najmniej 15 minut i spróbować kolejnej serii porównań, aby sprawdzić, czy osiągnie się wynik w granicach $\pm 1,0$ hPa. Procedurę należy powtarzać aż do osiągnięcia celu, jakim jest różnica ciśnień mniejsza niż $\pm 1,0$ hPa.
- Zakończyć serię porównań, gdy średnia różnica jest mniejsza lub równa $\pm 1,0$ hPa.
- Barometry czasem „dryfują” i wymagają ponownej kalibracji. Z tego względu należy przeprowadzać ponowne porównania barometrów co najmniej raz w roku.

Dane godzinowe ciśnienia atmosferycznego ze stacji synoptycznych można przeglądać na stronie Centrum Modelowania Meteorologicznego IMGW-PIB pod adresem https://cmm.imgw.pl/cmm/?page_id=7624. Raporty METAR można uzyskać ze strony serwisu pogodowego, jak strona Awiacja IMGW-PIB <https://awiacja.imgw.pl/>.

Usytuowanie

Większość prywatnych stacji meteorologicznych posiada czujnik ciśnienia atmosferycznego umieszczony w konsoli głównej stacji pogodowej. Z tego

powodu otoczenie fizyczne konsoli głównej będzie miało wpływ na odczyt. Jeśli to możliwe, należy więc zainstalować urządzenie w pomieszczeniu zamkniętym, w miejscu o najmniejszym wpływie przeciągów, ciepła i słońca (w miejscu, gdzie temperatura jest możliwie stała).

Standardy pomiarów

Ciśnienie względne (zredukowane do poziomu morza) jest przeliczoną wartością ciśnienia atmosferycznego, która uwzględnia ciśnienie pomiędzy wysokością stacji meteorologicznej a poziomem morza.

Tab. 4. Standardy pomiaru ciśnienia atmosferycznego.

Pomiar	Jednostki	Dokładność	Zakres	Rozdzielczość
Ciśnienie względne	Hektopaskale (hPa)	+/-1 hPa	600 hPa do 1100 hPa	0,1 hPa

Sprzedawcy stacji pogodowych oferują wiele różnych opcji cenowych i eksploatacyjnych. Przed zakupem stacji pogodowej należy wziąć pod uwagę poniższe kwestie.

Wskazówki pomagają także w utrzymaniu stacji meteorologicznej w dobrym stanie technicznym i zapewnieniu dokładności gromadzonych danych.

Stacje przewodowe

Przewodowe stacje meteorologiczne są uznawane za niezawodne i zwykle kosztują mniej niż ich bezprzewodowe odpowiedniki zasilane energią słoneczną. Jednak główną trudnością jest instalacja kabli, które muszą być przeprowadzone z zewnątrz do konsoli wewnątrz budynku, co często wymaga przewiercenia otworów w ścianach. Trzeba być ostrożnym, aby nie uszkodzić istniejącej instalacji elektrycznej podczas wiercenia.

Aby zabezpieczyć kable przed uszkodzeniem mechanicznym, zaleca się stosowanie opasek z tworzywa sztucznego, co zmniejsza ryzyko uszkodzenia przez wiatr lub rozciąganie kabli pod wpływem ich ciężaru.

Zaleca się układanie kabli w wykopie o głębokości co najmniej 10 centymetrów od sensora (najlepiej w peszlu) do miejsca wejścia do budynku, co chroni je przed uszkodzeniami mechanicznymi, jak przecięcie przez narzędzia ogrodnicze lub potknięcie się o nie.

Stacje z czujnikami umieszczonymi na dachach są szczególnie narażone na ryzyko uderzeń pioruna, które mogą przemieszczać się przez system i niszczyć komponenty. Przed zakupem stacji przewodowej warto zasięgnąć informacji u sprzedawcy o zabezpieczeniach takich jak bezpieczniki liniowe i odpowiednie uziemienie, które zmniejszą ryzyko uszkodzeń.

Dodatkowo, sygnał z czujnika może osłabiać się w miarę zwiększania długości kabla do konsoli, więc należy sprawdzić u producenta, jak długość kabla

wpływa na wydajność czujnika.

Stacje bezprzewodowe

Przy zakupie bezprzewodowej stacji meteorologicznej kluczowe są następujące aspekty:

- Umieszczenie konsoli wewnątrz domu, które ma kluczowe znaczenie dla odbioru danych.
- Rozpoznanie możliwych źródeł zakłóceń radiowych, które mogą wpływać na transmisję danych.
- Odpowiednie ulokowanie sensorów w celu zapewnienia optymalnego zbierania danych.
- Zapewnienie, że odległość między sensorami a konsolą nie przekracza maksymalnego zasięgu transmisji podanego przez producenta.

Konieczne jest staranne określenie odległości pomiędzy sensorami a konsolą, które mogą różnić się w zależności od typu czujnika (np. dla pomiarów temperatury, wilgotności, opadów czy prędkości wiatru). Należy również uwzględnić potencjalne utrudnienia w transmisji sygnału spowodowane przez przeszkody fizyczne, takie jak ściany czy urządzenia elektroniczne.

Koszt bezprzewodowych stacji meteorologicznych jest wyższy od przewodowych, zwykle o 10% do 25%. Ponadto, warto sprawdzić częstotliwość transmisji sygnału, by uniknąć zakłóceń z innymi urządzeniami bezprzewodowymi.

Problemy z lokalizacją sensorów, takie jak zacienienie od drzew i budynków, mogą wpływać na efektywność paneli słonecznych, dlatego ważne jest, by ocenić ich wydajność w różnych warunkach oświetlenia.

Stacje zasilane energią słoneczną wykorzystują baterie, zwłaszcza litowe, do zapewnienia ciągłości działania w trudnych warunkach pogodowych i niskich temperaturach.

Zaletą stacji zasilanych energią słoneczną jest ich samowystarczalność w sytuacji awarii sieci energetycznej, lecz należy pamiętać, że bez awaryjnego zasilania (UPS) dla konsoli, komputera i routera, przesyłanie danych może być niemożliwe. Dodatkowo, panele słoneczne czujników wymagają okresowej wymiany ze względu na zużycie.

Stacje „All in One”

Prywatne stacje meteorologiczne „All in One” to urządzenia, w których wszystkie czujniki są ze sobą zintegrowane w jednej obudowie. Zazwyczaj są mniejsze i łatwiejsze do przenoszenia/installacji, co jest korzystne dla użytkowników, którzy chcą szybko i łatwo ustawić stację. Niestety w przypadku takich stacji użytkownik musi wybrać, które pomiary będą dla niego najważniejsze, gdyż nie ma możliwości rozmieszczenia wszystkich czujników w optymalnych lokalizacjach. Nie można tu uzyskać bardziej dokładnych i reprezentatywnych wszystkich pomiarów dla danego obszaru. Nie ma tu możliwości dodawania nowych czujników lub wymiany istniejących (co jest przydatne w przypadku awarii lub potrzeby ulepszenia systemu).

Rejestrator danych

Niektóre prywatne stacje meteorologiczne są wyposażone w rejestratory danych (data logger), które umożliwiają zapisywanie danych meteorologicznych, gdy bezpośrednie połączenie między stacją a komputerem nie jest dostępne. Zapisane informacje można później przesłać do komputera. Pojemność rejestratora danych i częstość zapisu wpływają na to, jak długo dane mogą być przechowywane.

Chociaż ta funkcja wydaje się użyteczna, warto zauważyć, że nie wszystkie systemy mogą akceptować zapisane dane z przeszłości, ze względu na potencjalną niepewność dotyczącą ich czasu rejestracji. Niektóre stacje meteorologiczne umożliwiają bezpośrednie połączenie z komputerem, lecz wymagają stałego połączenia i nie oferują możliwości tymczasowego przechowywania danych na urządzeniu.

Istnieją różnorodne aplikacje, które pozwalają na przesyłanie danych z stacji meteorologicznej do komputera, a następnie do internetowych baz danych lub sieci meteorologicznych. Ważne jest jednak, że nie wszystkie stacje pogodowe są kompatybilne z każdym oprogramowaniem, a niektóre z nich nie oferują funkcji połączenia z komputerem.

Określenie położenia i wysokości

Dokładne ustalenie lokalizacji stacji meteorologicznej, zarówno w poziomie (szerokość i długość geograficzna) jak i pionie (wysokość), jest istotne dla celów meteorologicznych. Dąży się do określenia położenia z dokładnością do 30 metrów w poziomie i 3 metrów w pionie. Dokładne pozycjonowanie jest kluczowe dla analizy i porównywania danych meteorologicznych na różnych obszarach.

Współrzędne geograficzne określają każdy punkt na Ziemi. Podział na półkule szerokości geograficznej (północna i południowa) i długości geograficznej (wschodnia i zachodnia) pozwala na precyzyjne lokalizowanie.

System GPS to efektywny sposób na określenie współrzędnych, wymagający sygnału z co najmniej czterech satelitów. W sytuacjach bez dostępu do GPS, alternatywą są serwisy internetowe jak Geoportal czy Google Maps.

Dla wysokości, precyzję zapewnia system GPS, lecz wymaga to stabilnego odczytu z kilku satelitów i porównania z danymi topograficznymi. Uzyskanie średniej z różnych pomiarów wysokości może zwiększyć dokładność.

Wysokość, tak jak współrzędne poziome, odgrywa ważną rolę w analizie warunków meteorologicznych i ich zmienności w różnych obszarach geograficznych. W tym przypadku autorzy sugerują odczyt wysokości z Geoportalu.

Archiwum danych pomiarowych

Dane zebrane przez prywatne stacje meteorologiczne stają się bezcennym zasobem nie tylko dla bieżącej analizy pogodowej, ale również jako część

długoterminowej bazy danych klimatycznych dla konkretnej lokalizacji. Umożliwiają one gromadzenie ważnych informacji, które mogą przyczynić się do lepszego zrozumienia lokalnych wzorców pogodowych i klimatycznych.

Regionalne inicjatywy na całym świecie zachęcają do dzielenia się danymi klimatycznymi, a w niektórych przypadkach przeprowadzane są szczegółowe analizy tych informacji. Regularne tworzenie kopii zapasowych danych jest kluczowe dla ich ochrony. Zaleca się, by co najmniej raz w miesiącu tworzyć kopie danych, korzystając z takich nośników jak pamięć USB czy przechowywanie w chmurze.

Publikacja danych w czasie rzeczywistym na stronie internetowej jest cennym zasobem, ale warto również rozważyć udostępnianie danych historycznych, które mogą być przydatne dla różnych grup użytkowników, w tym dla edukacji, badań naukowych czy inżynierii hydrologicznej. Decyzja o udostępnianiu tych danych spoczywa na właścicielach stacji, lecz dostarczanie takich informacji może przyczynić się do szerszego zrozumienia i analizy danych meteorologicznych i klimatycznych.

Porady dotyczące obsługi stacji

- Utrzymywanie terenu: regularnie przycinaj trawę i roślinność wokół czujników, aby nie wpływały one negatywnie na pomiary i przepływ powietrza.
- Ochrona przewodów: zakop lub zabezpiecz przewody w rurach PCV, aby uniknąć ich uszkodzenia przez zwierzęta czy urządzenia ogrodnicze.
- Usuwanie śniegu i lodu: czyść osłony termiczne i deszczomierze z zalegającego śniegu czy lodu, aby uniknąć fałszywych odczytów.
- Ochrona przed owadami: stosuj środki owadobójcze z ostrożnością, aby nie uszkodzić plastikowych elementów stacji.
- Kontrola deszczomierza: regularnie sprawdzaj czy w lejku i zbiorniku nie ma obcych materiałów, które mogłyby wpłynąć na dokładność pomiarów.
- Zabezpieczenie kabli: używaj opasek kablowych do stabilizowania

przewodów na maszcie montażowym, zapobiegając ich uszkodzeniom przez wiatr.

- Zarządzanie grzałkami: monitoruj użycie grzałek elektrycznych w urządzeniach, wyłączając je w cieplejsze dni.
- Przestrzeganie instrukcji obsługi: regularnie czyść i konserwuj stację zgodnie z zaleceniami producenta.
- Regularna wymiana baterii: rozważ częstsze niż zalecane wymiany baterii, szczególnie w zdalnych czujnikach, aby zapewnić niezawodność.
- Wybór baterii: używaj baterii litowych w zdalnych czujnikach podczas zimy dla lepszej wydajności.
- Wybór akumulatorów: stosuj akumulatory zalecane przez producenta (np. NiCd lub NiMH).
- Ochrona wiatromierzy: bądź ostrożny przy usuwaniu lodu z wiatromierzy, aby ich nie uszkodzić.

PRZEWODNIK **DLA PRYWATNYCH STACJI METEOROLOGICZNYCH**

Autorzy:

dr Radosław Drożdźioł ¹

Konsultacja merytoryczna:

prof. dr hab. inż. Mariusz Figurski ¹

mgr inż. Krzysztof Adamik ²

mgr inż. Natalia Skibińska ²

mgr Jakub Sawicki ²

mgr Michał Kowalewski ²

mgr Szymon Ogórek ³

Grafika:

dr Radosław Drożdźioł ¹

¹ Centrum Modelowania Meteorologicznego IMGW-PIB

² Centrum Hydrologiczno-Meteorologicznej Sieci Pomiarowo-Obserwacyjnej IMGW-PIB

³ Centrum Meteorologicznej Osłony Kraju IMGW-PIB



MODELE
IMGW-PIB
modele.imgw.pl


Dodatkowe informacje:


Centrum Modelowania Meteorologicznego


E-mail: cmm@imgw.pl


www: modele.imgw.pl

 [IMGW_CMM](https://t.me/IMGW_CMM)

 [imgw_cmm](https://www.tiktok.com/@imgw_cmm)

 [IMGW.CMM](https://www.facebook.com/IMGW.CMM)

 [imgw_cmm](https://www.instagram.com/imgw_cmm)

 [imgw-cmm](https://www.linkedin.com/company/imgw-cmm)



Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy
01-673 Warszawa
ul. Podleśna 61