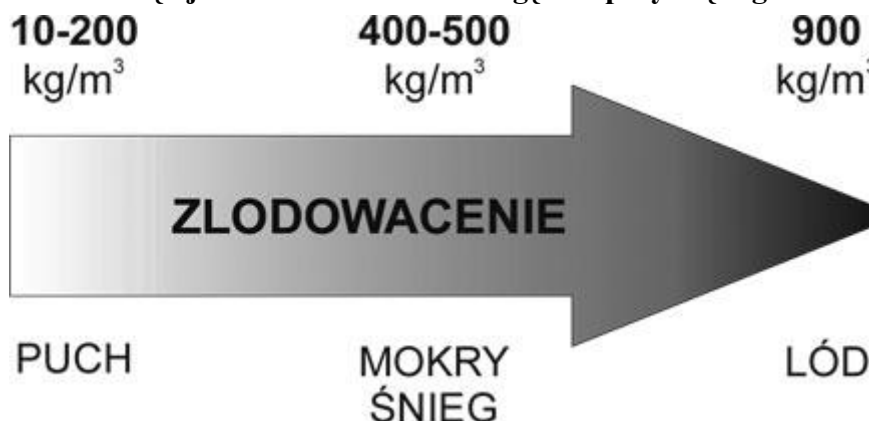


Obciążenie śniegiem obiektów budowlanych, cz. 2

Śnieg jest oddziaływaniem, które dla znacznej liczby obiektów budowlanych, a szczególnie budynków wielkopowierzchniowych (przede wszystkim o konstrukcji stalowej), stanowi główne obciążenie. Oddziaływanie to jest tzw. obciążeniem klimatycznym, zatem mało przewidywalnym. Spostrzeżenie to potwierdza się ostatnio coraz częściej, gdy wsluchamy się w doniesienia medialne o coraz to nowych anomaliach pogodowych. Warto więc jeszcze raz zwrócić uwagę na specyfikę tego oddziaływania.



Rys. 1. Zmiana ciężaru objętościowego śniegu w zależności od jego „stanu”

Metody pomiaru obciążenia śniegiem dachów

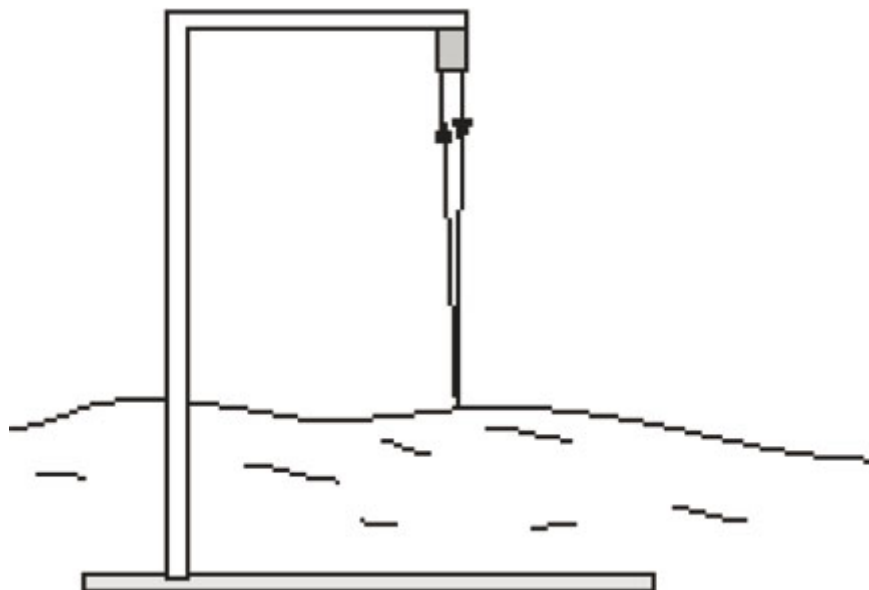
Ciężar objętościowy śniegu zmienia się w czasie na skutek zmian temperaturowych, wilgotności powietrza oraz oczywiście opadów (np. deszczu podczas odwilży) i zależy od zawartości w nim wody. Zmianę tę zobrazowano na rys. 1.

Taka właściwość śniegu powoduje, że określenie obciążenia śniegiem nie jest zadaniem łatwym. Sam pomiar grubości pokrywy śnieżnej w żaden sposób nie odpowiada na pytanie, jaka jest wartość oddziaływania śniegu na powierzchnię przekrycia dachowego.

Powstało wiele urządzeń przeznaczonych do pomiarów parametrów pokrywy śnieżnej, które mogą zostać wykorzystane do wyznaczania ciężaru śniegu zalegającego na konstrukcji dachu. Poniżej zostaną przedstawione wybrane przez autorów przykłady rzeczywistych rozwiązań.

Śniegowskazy

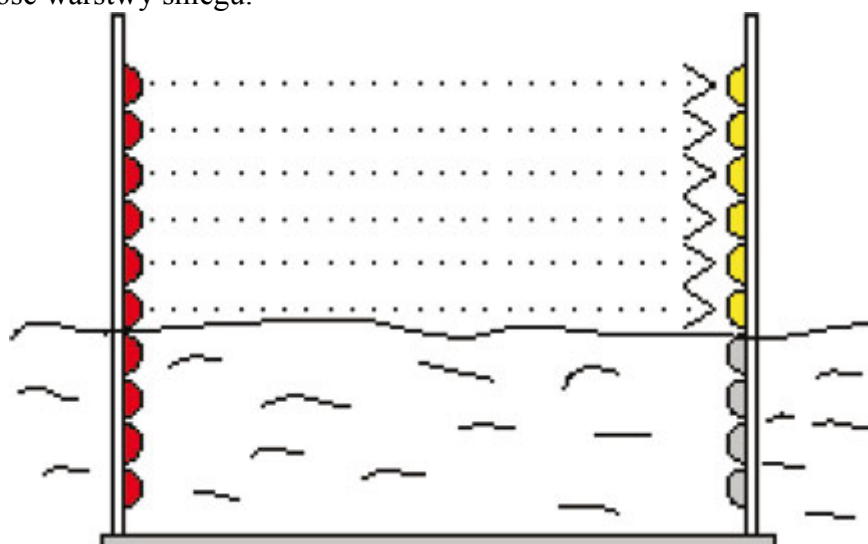
Śniegowskazy są prostymi przyrządami umożliwiającymi określenie grubości pokrywy śnieżnej w danym miejscu dachu. Na podstawie wykonanego pomiaru można jedynie w bardzo przybliżony sposób oszacować rząd wartości obciążenia śniegiem. Śniegowskazy stacjonarne stosuje się w celu obserwacji (np. przy pomocy kamery) zmian grubości pokrywy śnieżnej w poszczególnych częściach dachu.



Rys. 2. Śniegowskaz ultradźwiękowy

Rozwój techniki umożliwił powstanie śniegowskazów ultradźwiękowych i laserowych. Grubość pokrywy śnieżnej określana jest za pomocą wiązki ultradźwięków lub światła laserowego wysyłanej z nadajnika umieszczonego nad pokrywą śnieżną.

Istnieje wiele innych odmian śniegowskazów umożliwiających pomiar grubości pokrywy śnieżnej. Na rys. 3 przedstawiony jest śniegowskaz składający się z szeregu diod nadawczych i odbiorczych. Spadający śnieg przesłania kolejne diody odbiorcze. Liczba zasłoniętych diod określa grubość warstwy śniegu.



Rys. 3. Śniegowskaz działający na zasadzie przesłaniania kolejnych poziomów diod

Ograniczeniem wszystkich śniegowskazów jest pomiar jedynie grubości warstwy zalegającego śniegu. Bez znajomości gęstości objętościowej śniegu nie jest możliwe określenie jego ciężaru.

Urządzenia do pomiaru gęstości śniegu

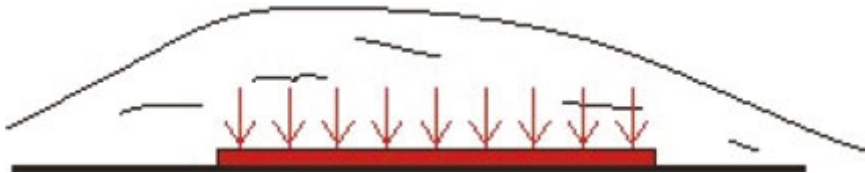
Kolejną grupą urządzeń są śniegomierze przeznaczone do wyznaczania ciężaru objętościowego śniegu.

Rozróżniamy dwa podstawowe rodzaje śniegomierzy. Są to: śniegomierz objętościowy oraz śniegomierz wagowy. Różnica polega na tym, że w śniegomierzu objętościowym pobiera się próbkę o znanej objętości, najczęściej 100 lub 200 cm³, a w śniegomierzu wagowym próbkę o zadanej powierzchni. Znając wagę próbki oraz jej objętość (w przypadku śniegomierza objętościowego) lub grubość pokrywy śnieżnej (w przypadku śniegomierza wagowego) możemy wyznaczyć ciężar objętościowy śniegu. Dokonując następnie odpowiednich przeliczeń można określić ciężar zalegającego śniegu na w przeliczeniu na 1 m² powierzchni dachu.

Ciekawym rozwiązaniem jest przenośne urządzenie do pomiaru właściwości śniegu: gęstości i zawartości wody. Składa się ono z mikroprocesora i „stalowego widelca”. Przyrząd wykorzystuje fale radiowe do pomiaru gęstości cieczy i zawartości wody w śniegu. Dzięki rejestracji parametrów elektrycznych czujnika oraz częstotliwości rezonansowej instrument oblicza stałą dielektryczną oraz gęstość i zawartość wody w śniegu. Aby możliwe było obliczenie ciężaru śniegu zalegającego na połaci dachowej należy wykonać dodatkowy pomiar grubości pokrywy śnieżnej.

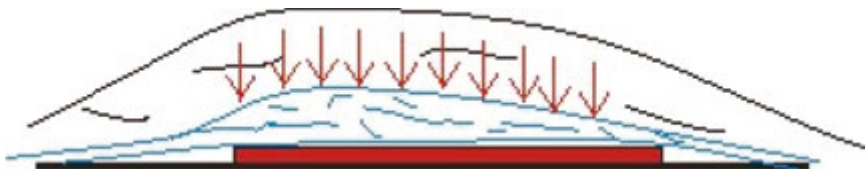
Automatyczna waga śniegowa

Kolejnym urządzeniem służącym do wyznaczania ciężaru śniegu zalegającego na powierzchni dachu jest automatyczna waga śniegowa. Rozwiązanie polega na umieszczeniu na dachu wagi elektronicznej o znanej powierzchni (rys. 4). Zalegający śnieg obciąża wagę, co pozwala na wyznaczenie średniego ciężaru śniegu zalegającego na 1 m² powierzchni.



Rys. 4. Elektroniczna waga śniegowa

Niestety metoda ta może prowadzić do poważnych błędów. Poprawny pomiar wykonywany jest tylko przy pierwszym opadzie śniegu. Potem zmrożony śnieg zalegający na wadze tworzy przesklenie, powodując odciążenie układu pomiarowego. Waga nie będzie poprawnie wskazywała przyrostu ciężaru śniegu z kolejnych opadów. Jedną z metod rozwiązania tego problemu jest stosowanie wag o bardzo dużych rozmiarach (kilka metrów kwadratowych), tzw. poduszek śniegowych.



Rys. 5. Przymrozek i ponowny opad. Zmrożony śnieg tworzy przesklenie odciążające układ pomiarowy

Automatyczny system pomiaru obciążenia dachu

W 2006 roku Naukowcy z Akademii Rolniczej we Wrocławiu (Instytut Budownictwa i Architektury Krajobrazu) połączyli elektroniczny śniegomierz ultradźwiękowy z elektronicznym śniegomierzem wagowym. Równoczesny pomiar grubości pokrywy śnieżnej oraz ciężaru śniegu zgromadzonego w śniegomierzu wagowym pozwala teoretycznie na wyznaczenie ciężaru śniegu zalegającego na powierzchni dachu.

Przy wykorzystaniu tego urządzenia napotkamy niestety na problem z określeniem ciężaru śniegu zalegającego na dachu za pomocą automatycznego śniegomierza wagowego. Podstawowym założeniem jest to, że ilość śniegu znajdująca się w pojemniku śniegomierza wagowego jest taka sama jak ilość śniegu zalegająca na takiej samej powierzchni dachu. W rzeczywistości założenie to jest spełnione tylko dla śniegu padającego pionowo, gdyż podczas zawiei śnieg może w ogóle nie napełnić zbiornika.

Współczesny śniegomierz wagowy

Ciekawym rozwiązaniem jest śniegomierz przeznaczony do szybkiego wyznaczania ciężaru śniegu zalegającego na powierzchni dachu (rys. 6).



Rys. 6. Śniegomierz przeznaczony do wyznaczania obciążenia dachu zalegającym śniegiem. Na zdjęciu zestaw pomiarowy: torba, zasobnik do pobierania próbek śniegu, łopatką, urządzenie odczytowe

Odpowiednio wyskalowana podziałka urządzenia powoduje, że obciążenie śniegiem podawane jest wprost w kg lub kN na 1 m² powierzchni dachu, co umożliwi porównanie wyniku z danymi zawartymi w projekcie budowlanym konstrukcji obiektu lub/i projekcie odśnieżania jego dachu.

Sposób pomiaru obciążenia śniegiem jest prosty i szybki, należy jednak zwrócić szczególną uwagę na staranność jego wykonania. Bardzo ważne jest dokładne pobranie próbki śniegu, aż do powierzchni pokrycia dachowego, inaczej pomiar obarczony będzie błędem.

Metodologia prowadzenia pomiarów

Rozkład obciążenia śniegiem na dachu zależy między innymi od jego geometrii, pochylenia, występowania attyk oraz różnego typu urządzeń, lokalizacji w bezpośrednim sąsiedztwie obiektów wyższych, z których może zsuwać się śnieg i w obrębie których tworzyć się będą zasypy śnieżne. Wszystkie te zjawiska uwzględniane są w analizach statyczno-wytrzymałościowych w postaci modelowych rozkładów obciążeń. Ze względu na specyfikę obciążenia śniegiem dachu bardzo często konstrukcja przekrycia projektowana jest w taki sposób, aby elementy o większej nośności zlokalizowane były w tych miejscach, gdzie spodziewamy się większych obciążeń śniegiem. Z powyższych rozważań wynika zatem, że osoba prowadząca kontrolę obciążenia śniegiem dachu musi znać prognozowany (projektowy) jego rozkład i pomiary wykonywać niezależnie w poszczególnych strefach dachu. Biorąc pod uwagę możliwość popełnienia błędu przez człowieka oraz losowość obciążenia śniegiem, pomiar w danej strefie należy wykonywać min. w trzech miejscach. Informacje na temat miejsc wykonywania pomiarów powinny się znaleźć w projekcie odśnieżania dachu.

Podsumowanie

Dostępne na rynku urządzenia pomiarowe pozwalają w stosunkowo łatwy i szybki sposób oszacować ciężar śniegu zalegającego na połaci dachowej. Nie potrzeba do tego specjalistycznej wiedzy ani dużych nakładów finansowych. Konieczna jest natomiast ciągła edukacja osób odpowiedzialnych za utrzymanie techniczne obiektów. Szkolenia powinny być prowadzone zarówno dla osób zarządzających obiektami, jak i inżynierów sprawujących nadzór techniczny nad nimi.

Z doświadczeń autorów wynika, że wiedza na temat specyfiki obciążenia śniegiem wciąż jest bardzo mała. Wśród wielu projektantów konstrukcji pokutuje pogląd, że obciążenie śniegiem podawane w normie jest wartością, która nigdy nie może zostać przekroczona. Jak wyjaśniono w artykule, oczywiście tak nie jest. Podobnie zresztą jak z trwałością obiektów budowlanych. Patrzymy na nie przez pryzmat elementów wykończeniowych, które wiemy, że będziemy musieli remontować. Mamy w pamięci piramidy w Egipcie oraz Zamek na Wawelu, które w stosunku do naszego życia trwają wiecznie. Wydaje się nam zatem, że konstrukcja każdego obiektu będzie pracować bez żadnych usterek przez bardzo długi czas. Takiemu podejściu zaprzecza oczywiście teoria projektowania oraz występujące awarie i katastrofy budowlane, powodowane zresztą bardzo często przez nadmierne obciążenie śniegiem.

Bibliografia

- [1] Lewicki B., Żurański J. A.: Obciążenie śniegiem w nowych normach polskich, „Wiadomości Projektanta Budownictwa”, nr 1 (192) 2007, str. 18–21;
- [2] Żurański J. A.: O obciążeniu śniegiem w aktualnych normach polskich, „Inżynieria i Budownictwo”, nr 9/2006, str. 510–513;
- [3] Murzewski J.: O wartościach charakterystycznych obciążenia śniegiem, „Inżynieria i Budownictwo”, nr 4/2007, str. 219–222;
- [4] Żurański J., Sobolewski A.: Obciążenie śniegiem w Polsce, ITB Warszawa, 2009;
- [5] Sieńko R.: Ostatnia nowelizacja prawa budowlanego a bezpieczeństwo obiektów budowlanych, Inżynier Budownictwa, nr 10/2007, str. 33–36.

dr inż. Łukasz Bednarski
Akademia Górniczo-Hutnicza
dr inż. Rafał Sieńko
Politechnika Krakowska



Usługi Ciesielskie - domy drewniane - domy szkieletowe - konstrukcje dachowe więźby - www.lech-bud.org