

# Czy i kiedy odśnieżać dach?

Obciążenie dachów śniegiem jest jednym z podstawowych oddziaływań środowiskowych na budynki i jako obciążenie zmienne ma zazwyczaj decydujące znaczenie w ustalaniu obciążenia statycznego dachów.

Śnieg zalegający na dachu może także ograniczać lub uniemożliwiać działanie urządzeń lub instalacji tam się znajdujących, a przez to uniemożliwiać prawidłową eksploatację budynku. Ponadto śnieg zsuwający się z dachów może powodować uszkodzenie elementów dachowych, wywoływać dodatkowe obciążenie (statyczne i dynamiczne) dachów niżej położonych oraz innych elementów budynku, a także stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa osób pojawiających się w pobliżu i znajdującego się tam mienia. Dużym zagrożeniem dla ludzi i konstrukcji są również sople i nawisy lodowe, a także obmarzające okapy. W czasie odwilży woda ze stopionego śniegu, zbierająca się za tymi przeszkodami, oprócz miejscowego zwiększenia obciążenia może być przyczyną przecieków do wnętrza budynku.

Uzasadnione są zatem pytania: czy odśnieżać dachy, a jeżeli tak, to które i kiedy? W jakiej sytuacji należy przystąpić do odśnieżania, jak je przygotować i jak prowadzić. Artykuł jest próbą odpowiedzi na te pytania.

## Normowe wartości obciążenia śniegiem dachów

Zgodnie z najnowszą normą [6] wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu – podstawowej wielkości odniesienia w ocenie obciążenia śniegiem dachów – ma mieć okres powrotu 50 lat, tzn. może być przewyższana średnio raz na 50 lat. Jest to podejście powszechnie akceptowane w większości norm. Jeżeli przyjąć, że współczynnik bezpieczeństwa (współczynnik częściowy wg [5]) równy 1,5 ma pokryć ewentualne przewyższenia wartości charakterystycznej obciążenia śniegiem gruntu, to okres powrotu wartości obliczeniowej wynosi kilkaset lat, zależnie od miejsca i od strefy obciążenia śniegiem. W Warszawie, w strefie 2 o wartości  $s_k = 0,9 \text{ kN/m}^2$  jest to ok. 900 lat (obliczenia na podstawie danych zawartych w monografii [13]). Jednak są dwa źródła niepokoju o bezpieczeństwo konstrukcji:

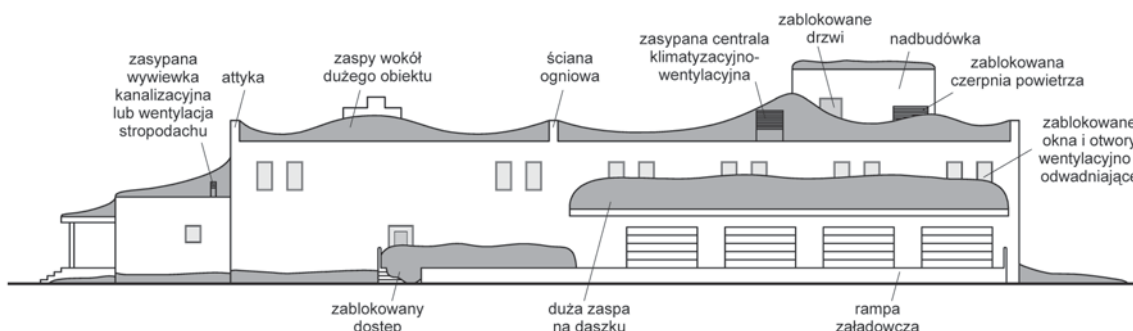
1) dotychczas do obliczeń przyjmowano znacznie mniejsze wartości obciążenia śniegiem niż podane w najnowszej normie,

2) w większości stacji meteorologicznych obserwowane i rejestrowane są pojedyncze przypadki znacznego przekroczenia wartości prognozowanych [13].

Dotyczy to zwłaszcza obiektów o dużej powierzchni dachów, najczęściej stałowych, a więc stosunkowo lekkich, a także płaskich lub o małych spadkach.

Niepokój o bezpieczeństwo budynków i znajdujących się w nich ludzi udziela się urzędowi administracji publicznej, które po intensywnych opadach śniegu nakazują pilne odśnieżanie dachów.

Po drugiej wojnie światowej kilkakrotnie zmniejszono normowe wartości obciążenia śniegiem, co w niektórych regionach kraju doprowadziło do wartości o okresie powrotu ok. 5–15 lat, podanych w normie z 1980 roku [13]. Zmiany wprowadzone przez najnowszą normę spowodowały, że na większości terytorium Polski obciążenie śniegiem wzrosło od ok. 30% do ok. 70%. Uzasadnione jest zatem pytanie o bezpieczeństwo konstrukcji zaprojektowanych i wzniesionych na podstawie dotychczasowej normy obciążenia śniegiem.



▲ Rys. 1. Konsekwencje występowania zasp śnieżnych dla użytkownika budynku [3]

Drugi powód niepokoju – pojawiające się intensywne opady śniegu, w wyniku których następuje niekiedy znaczne przewyższenie wartości charakterystycznych obciążenia śniegiem gruntu – jest cechą warunków klimatycznych Polski [8] i co jakiś czas występuje. Powstaje zatem pytanie, czy uwzględnić je w obliczeniach konstrukcji, a jeżeli tak, to w jaki sposób. Jedną z możliwości byłoby przyjęcie zaleceń podanych w Eurokodzie [6].

Podano tam warunki, zgodnie z którymi wyjątkowe obciążenia śniegiem należy ustalać wtedy, gdy zmierzone ekstremalne wartości obciążenia śniegiem gruntu przekraczają co najmniej dwukrotnie wartości charakterystyczne. Stosując zalecany współczynnik  $C_{esl} = 2,0$  zamiast współczynnika częściowego  $\gamma_f = 1,5$ , należałoby wszystkie konstrukcje projektować na wyjątkowe obciążenie śniegiem. W załączniku krajowym do [6] nie polecono stosowania tego obciążenia, albowiem tylko na dwóch stacjach meteorologicznych wartości ekstremalne przewyższyły ponad dwukrotnie wartości prognozowane o okresie powrotu 50 lat [13].

### Wnioski z awarii i katastrof budowlanych

W rozstrzygnięciu problemu odśnieżania pomocna może być analiza przyczyn katastrof dachów pod obciążeniem od śniegu. Według dostępnych danych w czasie bardzo śnieżnej zimy 1969/1970 ok. 70%, a podczas zimy 1978/1979 ok. 90% katastrof nastąpiło w wyniku błędów ludzkich (przy zaliczeniu do błędów braków materiałowych w nakazowo-rozdzielczym systemie gospodarki, jaki wówczas obowiązywał [13]). Podczas zimy 1978/1979, na licznych stacjach meteorologicznych obciążenie śniegiem przekraczało wartość charakterystyczną ponad dwukrotnie, niekiedy nawet trzykrotnie [13], a nie było nadzwyczajnie dużej liczby katastrof. Być może należy to zawdzięczać podjętej wówczas akcji odśnieżania, zapewne jednak przede wszystkim stosunkowo dużym zapasom nośności i przestrzennej współpracy elementów konstrukcji, jej „krzepkości”. Z pewnością mniej było wówczas obiektów o lekkich dachach dużej rozpiętości,

najbardziej podatnych na zagrożenie katastrofą pod ciężarem śniegu.

### Konstrukcje istniejące i projektowane według nowych norm

Problem odśnieżania występuje przede wszystkim w przypadku obiektów zaprojektowanych według starych norm, zwłaszcza dotychczasowej normy obciążenia śniegiem z roku 1980. W rozdziale 8 normy ISO dotyczącej oceny istniejących konstrukcji [4], zatytułowanym „Ocena oparta na zadawalającym funkcjonowaniu w przeszłości”, napisano: *Konstrukcje zaprojektowane i zbudowane na podstawie wcześniejszych norm, albo zaprojektowane i zbudowane zgodnie z zasadami sztuki budowlanej, kiedy żadne normy nie były stosowane, mogą być uważane za bezpiecznie przenoszące oddziaływania inne niż wyjątkowe (wliczając trzęsienia ziemi) pod warunkiem, że (...) konstrukcja wykazała zadawalającą zdolność funkcjonowania w wystarczająco długim czasie, podczas którego wystąpiły ekstremalne oddziaływania spowodowane użytkowaniem lub wpływem środowiska.* Jest to jeden z wymienionych warunków, odnoszący się do obciążeń, pozostałe dotyczą stanu konstrukcji i sposobu jej użytkowania.

Na podstawie tych wymagań można przedstawić warunki zapewnienia bezpieczeństwa istniejącej konstrukcji, gdy w nowych normach zwiększono wartości obciążeń. Aby ocenić zdolność konstrukcji do przenoszenia nowych obciążeń normowych, a także obciążeń ekstremalnych, które mogą wystąpić, należy dokonać przeglądu oddziaływań klimatycznych w całym okresie użytkowania konstrukcji, wybrać przypadki wystąpienia oddziaływań ekstremalnych i dokonać szczegółowej analizy tych oddziaływań na rozpatrywaną konstrukcję. Należy także wykonać wszystkie kontrole i obliczenia sprawdzające, zalecane w normie ISO. Konieczna jest oczywiście również znajomość norm obciążeń, według których obiekt był projektowany. Zalecenia normy ISO można wykorzystać w regionach, w których w przeszłości wystąpiły ekstremalne wartości obciążenia śniegiem (podane np. w [13]), i można uznać, że rozpatrywana kon-

strukcja przeniosła je bez uszczerbku. Jednakże są regiony, w których takich obciążeń dotychczas nie zmierzono – co nie znaczy, że nie wystąpią w przyszłości. Tam konstrukcje zaprojektowane według starych norm „nie miały okazji”, aby się wykazać zdolnością przenoszenia wyjątkowego obciążenia śniegiem. W takich przypadkach należy konstrukcję wzmocnić (co nie zawsze jest możliwe) albo przygotować się do jej odśnieżania lub wstrzymać użytkowanie (zamknąć dostęp) po obfitych opadach śniegu na czas jego zalegania.

Nowe obiekty należy projektować tak, aby nie było potrzeby odśnieżania. W tym celu należy stosować wartości obciążenia śniegiem według nowej normy [6]. Tak odnosi się do tego zagadnienia jeden z autorów ekspertyzy na temat przyczyn katastrofy hali MTK w Chorzowie [1]: *W trakcie zimy 2005/2006 wystąpiły katastrofy i awarie hal. Śnieg nie był ich przyczyną, lecz ujawnił niedostateczną nośność tych konstrukcji. Dachów nie trzeba odśnieżać (co sugerują władze), lecz bezpiecznie je projektować. Powinno się usuwać przyczyny (niedostateczną nośność obiektów), a nie efekty obciążeń śniegiem. Jeśli przewiduje się odśnieżanie dachu, to konstrukcję należy projektować z uwzględnieniem odpowiednich układów jego obciążeń. Należy wówczas opracować projekt technologii i kolejności odśnieżania dachu. W Polsce było kilka przypadków awarii budowlanych spowodowanych niewłaściwą kolejnością odśnieżania dachów”* [2].

Druga część cytowanego zalecenia jest podana w normie [6], w punkcie 5.2(5): *Jeżeli przewiduje się sztuczne usuwanie lub przemieszczanie śniegu na dachu, to dach należy zaprojektować z uwzględnieniem odpowiednich układów obciążeń.*

### Czy odśnieżać dach?

Ocena konieczności odśnieżania dachu powinna zatem należeć do projektanta obiektu albo do powołanego w tym celu specjalisty budowlanego. Muszą oni także ustalić sposób odśnieżania. Powinno to być wykonane przed zimą, aby właściciel lub zarządca obiektu był przygotowany na nadchodzące opady śniegu. Potrzeba odśnieżania dachów może wynikać z:

1. bezpieczeństwa konstrukcji i ludzi przebywających wewnątrz,
2. warunków użytkowania budynku,
3. zewnętrznych zagrożeń dla ludzi i mienia.

Odpowiedź na pytanie, czy należy odśnieżać dach, będzie zależec od wyników analizy następujących informacji, np. według [10]:

- kiedy i według jakich norm obciążeń i jakich norm wymiarowania obiekt był projektowany i jak przyjęte w projekcie wymagania i obciążenia odpowiadają aktualnemu stanowi wiedzy i aktualnym normom,
- jakie są uwarunkowania projektu konstrukcyjnego wynikające z przyjętych układów obciążeń i ich wpływu na organizację ewentualnego odśnieżania,
- jakie są uwarunkowania projektu wykonawczego części nośnej przekrycia dachowego,
- jakie są wymagania producenta i wykonawcy powłoki zewnętrznej dachu (przede wszystkim pokrycia) jako gwaranta jej szczelności,
- możliwości zapewnienia bezpieczeństwa osób odśnieżających,
- możliwości składowania śniegu z odśnieżania dachu na sąsiadującym terenie.

Podstawowym warunkiem podjęcia decyzji o ewentualnym odśnieżaniu jest porównanie nośności konstrukcji i obciążeń, które mogą wystąpić w czasie jej użytkowania. Jeśli wynikiem analizy będzie konieczność odśnieżania, to należy określić, kiedy i jak je przeprowadzić.

### Kiedy odśnieżać dach?

Przewidując odśnieżanie dachu należy ustalić stan alarmowy, którego przekroczenie powinno takie działanie uruchomić. Takim stanem jest ustalona wartość obciążenia śniegiem w porównaniu z nośnością dachu i prognoza jej dalszej zmiany.

Można przyjąć, że wartością alarmową jest wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu. Jest to wartość, która wynika ze stanu granicznego użytkowności, a więc nie powinna być przekroczona w normalnym stanie użytkowania budynku. Jednocześnie jest to wartość mniejsza od wartości obliczeniowej o 1/3. Tak duża różnica jest potrzebna, aby przed przyrostem obciążenia był czas na odśnieżenie.

Należy rozróżnić obciążenie śniegiem gruntu od obciążenia dachu. Strefowe wartości charakterystyczne według normy [6] są wartościami obciążenia gruntu, można zatem z wartością charakterystyczną porównać obciążenie gruntu zmierzone w sąsiedztwie rozpatrywanej konstrukcji lub uzyskane z najbliższej stacji meteorologicznej. Jest to najprostszy sposób porównania bieżącej wartości obciążenia śniegiem z wartością przyjętą do obliczeń – jednak szacunkowy.

W prognozach pogody lub w ostrzeżeniach o intensywnych opadach śniegu podaje się zwykle grubość pokrywy śnieżnej. Na tej podstawie można w przybliżeniu określić przyrost obciążenia w opadach przyjmując ciężar objętościowy śniegu  $2,0 \text{ kN/m}^3$  [13]. Taką samą wartość można przyjąć do oceny obciążenia śniegiem w miejscach tworzenia się zasp na dachu. Wystąpienie intensywnych opadów śniegu na początku zimy nie musi świadczyć o tym, że wkrótce zostanie przekroczony stan alarmowy obciążenia. Zależy to od rodzaju zimy, jaka się rozwinie. Może to być zima o charakterze morskim, z częstymi odwilżami, ale także zima o charakterze kontynentalnym, o długo utrzymu-

jącej się i narastającej pokrywie śnieżnej. Można w przybliżeniu ocenić dalszy czas zalegania pokrywy śnieżnej znając liczbę dni, które upłynęły od jej pierwszego, trwałego wystąpienia i średnią liczbę dni z pokrywą śnieżną w roku. Wynosi ona od ok. 50 dni w strefie 1 obciążenia śniegiem, poprzez 60 dni w strefie 2, 70 dni w strefie 3, do 80–90 dni w strefie 4 wg [6] (rys. 2). Ponieważ jednak dalszy przebieg zimy jest najczęściej niepewny, należy przyjąć, że odśnieżanie dachu rozpoczyna się po przekroczeniu wartości charakterystycznej obciążenia śniegiem gruntu. Ewentualne zaniechanie odśnieżania może być usprawiedliwione sytuacją, w której wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem została przekroczona tuż przed końcem zimy. Pomiar ciężaru pokrywy śnieżnej na dachu jest zwykle bardzo trudny; ze względu na różny kształt dachu musiałby być wykonywany w wielu miejscach, a często byłby niemożliwy. Dlatego w przypadku przekryć o dużych rozpiętościach polecany jest zdalny monitoring odkształceń dachu w miejscach, które są reprezentatywne dla oceny stanu naprężeń pod znanym obciążeniem [7]. W ten sposób można oszacować wartość



▲ Rys. 2. Średnia liczba dni z pokrywą śnieżną w roku ([12] wg [11])

obciążenia śniegiem i w razie potrzeby przystąpić do odśnieżania [9].

Prosty sposób monitoringu to ustawienie na dachu prętów z naniesioną skalą, z której można przez lornetkę odczytać grubość pokrywy śnieżnej i obliczyć obciążenie, przyjmując ciężar objętościowy śniegu  $3,0 \text{ kN/m}^3$ . Określenie ciężaru objętościowego śniegu metodą pobrania próbki śniegu zalegającego na dachu poprzez zagłębienie rury z tworzywa sztucznego, a następnie zważenia próbki może być zawodne, jeśli na dachu zalega warstwa lodu, której rura nie przebije.

Jeżeli obserwuje się ugięcie konstrukcji dachu, rozszczepienie drewnianych elementów dachowych, odkształcone rury lub koryta kablowe przebiegające przy suficie, samoczynne otwieranie się drzwi albo – przeciwnie – pojawiają się nie występujące wcześniej trudności w otwieraniu drzwi lub okien, to może być za późno na odśnieżanie – wejście na dach mogłoby spowodować jego zawalenie i zagrazić odśnieżającym.

## Podsumowanie

Nowe konstrukcje należy tak projektować, aby przeniosły obliczeniowe wartości obciążenia śniegiem podane w nowej normie [6] bez konieczności odśnieżania. W przypadku konstrukcji lekkich, o dużych rozpiętościach, stanowiących przekrycia pomieszczeń przeznaczonych na pobyt ludzi, należy zwiększyć wartość obciążenia śniegiem stosując współczynnik  $K_{pi} = 1,1$  jak dla klasy niezawodności RC3 według [5].

Konstrukcję należy projektować tak, aby miała odpowiednią „krzepkość” i aby nie było możliwości wystąpienia katastrofy postępującej. W przypadku dachów dużych obiektów należy zapewnić spadki dachu umożliwiające spływ wody z topniejącego śniegu i odpowiedni system odwadniający z elektrycznym podgrzewaniem wpustów dachowych.

Jeżeli przewiduje się odśnieżanie dachu, to projekt odśnieżania powinien być częścią dokumentacji projektowej obiektu budowlanego. Musi on zawierać wartość alarmową obciążenia śniegiem gruntu, przy której należy przystąpić do odśnieżania, i sposób jej uzyskania oraz kolejność odśnieżania poszczególnych części dachu i dopuszczalne układy obciążenia,

które powstaną w wyniku zmniejszenia obciążenia na fragmentach dachu.

Odśnieżanie dachu należy podjąć po przekroczeniu wartości charakterystycznej obciążenia śniegiem gruntu w najbliższym sąsiedztwie rozpatrywanego obiektu (stwierdzonego na podstawie pomiarów własnych lub informacji meteorologicznych albo z centrów zarządzania kryzysowego).

Prognozy meteorologiczne można uzyskać z Internetu, a także telefonicznie z Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego. Numery telefonów najbliższej stacji meteorologicznej można znaleźć w Internecie pod adresem [www.imgw.pl](http://www.imgw.pl). IMGW – PIB może także zapewnić fachową pomoc w pomiarach własnych obciążenia śniegiem. Pomiar obciążenia śniegiem za pomocą śniegomiernicy stosowanych w praktyce pomiarowej służby meteorologicznej mogą być źródłem informacji o aktualnym obciążeniu.

Najlepszą metodą ceny aktualnego obciążenia śniegiem dachu jest monitoring za pomocą specjalnego systemu komputerowego [9]. Tam, gdzie nie jest to możliwe, pomocne mogą być wyskalowane pręty z możliwością zdalnego odczytu grubości pokrywy śnieżnej. Do obliczenia obciążenia można przyjmować ciężar objętościowy śniegu świeżego  $2,0 \text{ kN/m}^3$ , a śniegu zleżalego  $3,0 \text{ kN/m}^3$ .

W przypadku konstrukcji zaprojektowanych według starych norm na mniejsze obciążenie śniegiem należy przeanalizować historię obciążenia w całym czasie użytkowania konstrukcji, porównać z wartościami przyjętymi w projekcie i aktualnymi normami, dokonać przeglądu jej stanu technicznego i na tej podstawie zdecydować o odśnieżaniu albo zaniechaniu odśnieżania.

Nie wszystkie dachy wymagają odśnieżania. Można do nich zaliczyć dachy wentylowane, o stosunkowo dużych kątach spadku (są to często dachy wyposażone w barierki przeciwsniegowe), a także żelbetowe stropodachy na wielorodzinnych budynkach mieszkalnych.

Warunki odśnieżania, takie jak sprzęt, sposób prowadzenia prac oraz zapewnienie bezpieczeństwa osób odśnieżających, stanowią oddzielny temat. Konieczne

jest jednak stwierdzenie, że lekceważenie warunków bezpieczeństwa lub niedopatrzenie może być przyczyną wypadków. Zdarzały się śmiertelne upadki z dachu podczas odśnieżania.

## Bibliografia

- [1] Biegus A., Rykaluk K.: Katastrofa hali Międzynarodowych Targów Katowickich w Chorzowie. – Inżynieria i Budownictwo, nr 4/2006.
- [2] Biegus A.: Seminarium „Obciążenie śniegiem i oddziaływanie wiatru wg PN-EN 1991”, materiały szkoleniowe, WOIB, Poznań 2010.
- [3] Buska J., Tobiasson W.: Minimizing the adverse effects of snow and ice on roofs. International Conference on Building Envelope Systems and Technologies (ICBEST-2001) Ottawa, Canada 2001.
- [4] ISO 13822:2010 Bases for design of structures – Assessment of existing structures.
- [5] PN-EN 1990:2002 Eurokod – Podstawy projektowania konstrukcji
- [6] PN-EN 1991-1-3:2005 Eurokod 1 Oddziaływanie na konstrukcje. Część 1-3: Oddziaływanie ogólne – Obciążenie śniegiem.
- [7] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 marca 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz.U. nr 56, poz. 461, pkt 42 (zmiana w § 204 ust. 7).
- [8] Sobolewski A.: Identyfikacja właściwości losowych obciążenia śniegiem. 57 Konferencja KILiW PAN i KN PZITB, Krynica 2011. Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Budownictwo, zeszyt 58, nr 3/2011.
- [9] Wilde K.: Zautoamtyzowane systemy monitoringu technicznego dachów stalowych. 56 Konferencja KILiW PAN i KN PZITB, Krynica 2010. Zeszyty Naukowe Politechniki Rzeszowskiej. Budownictwo, zeszyt 57, nr 3/2010
- [10] Wilk M.: Projekt odśnieżania dachu podstawą do „Instrukcji odśnieżania dachu”. DAFA, [www.dafa.com.pl](http://www.dafa.com.pl).
- [11] Woś A.: Klimat Polski w drugiej połowie XX wieku. Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu Adama Mickiewicza, Poznań 2010.
- [12] Wykonywanie robót budowlanych w okresie obniżonej temperatury, red. R. Gajownik. „Instrukcje, wytyczne, poradniki” nr 282/2011. ITB, Warszawa 2011.
- [13] Żurański J.A., Sobolewski A.: Obciążenie śniegiem w Polsce. Prace Naukowe ITB, Monografie, Warszawa 2009.

dr hab. inż. Jerzy Antoni Żurański,  
Instytut Techniki Budowlanej,  
Warszawa  
dr inż. Mariusz Gaczek,  
Politechnika Poznańska

Tekst ukazał się także w miesięczniku „Inżynier budownictwa” nr 99