

**INSTRUKCJE
WYTYCZNE
PORADNIKI**

Wykonywanie robót budowlanych w okresie obniżonej temperatury

Wytyczne

Construction works in periods of low temperature
Guidelines



Instytut Techniki Budowlanej

Warszawa 2020

KOMITET REDAKCYJNY SERII

Redaktor naczelny

Zastępca redaktora naczelnego

Sekretarz

Członkowie

prof. dr hab. inż. LEONARD RUNKIEWICZ

dr hab. inż. JADWIGA FANGRAT, prof. ITB

mgr DANUTA SZCZEPAŃSKA

dr inż. JAN BOBROWICZ

dr inż. BARBARA FRANCKE

dr inż. ROMAN GAJOWNIK

mgr inż. JAN SIECZKOWSKI

ZESPÓŁ AUTORSKI

JOANNA BABIŃSKA, GRZEGORZ BAJOREK, JAN BOBROWICZ, BARBARA FRANCKE,
ROMAN GAJOWNIK, ROMAN JARMONTOWICZ, STANISŁAW ŁUKASIK, RAFAŁ MACIEJEWSKI,
JACEK POPCZYK, JAN SIECZKOWSKI, ANDRZEJ SOBOLEWSKI, PAWEŁ SZAJ, PIOTR
WOYCIECHOWSKI, JERZY ŻURAŃSKI
pod kierunkiem ROMANA GAJOWNIKA

RECENZENCI

mgr inż. JACEK BORUC, mgr inż. KRZYSZTOF OWCZARCZYK,

mgr inż. MACIEJ RUNKIEWICZ

Opracowanie redakcyjne

mgr inż. RYSZARD PIJARCZYK, mgr DANUTA SZCZEPAŃSKA

Skład: mgr inż. RYSZARD PIJARCZYK, SŁAWOMIR KOSIARSKI

Projekt okładki: EWA KOSSAKOWSKA

Niniejsza publikacja zastępuje wytyczne 282/2011 (wcześniej Instrukcja 282/1995)

© Copyright by Instytut Techniki Budowlanej

Warszawa 2020

ISBN 978-83-249-8589-0, 978-83-249-8590-6 (PDF)

Wydawca i Autorzy dołożyli wszelkich starań, aby publikowane informacje pochodziły z rzetelnych źródeł. Wydawca nie ponosi odpowiedzialności, ani też nie zaciąga zobowiązań w wyniku wykorzystania przez użytkowników treści niniejszej publikacji. W szczególności nie ponosi odpowiedzialności w stosunku do czytelników i/lub strony trzeciej za jakiegokolwiek poniesione straty, wydatki i szkody bezpośrednie i pośrednie, łącznie z utratą zysku i innych korzyści majątkowych, które mogły powstać lub być związane bezpośrednio lub pośrednio z treściami opublikowanymi, w tym ewentualnymi błędami lub pominięciami zawartymi w publikowanych materiałach.



Instytut Techniki Budowlanej

Dział Wydawnictw Naukowych

02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21, tel.: 22 843 35 19

tel.: 22 56 64 208, e-mail: wydawnictwa@itb.pl, www.itb.pl

Spis treści

Streszczenie	5
Summary	5
1. Wstęp	7
<i>Zespół autorski</i>	
2. Warunki zimowe w Polsce	
<i>dr hab. inż. Jerzy Żurański, prof. nadzw., dr inż. Andrzej Sobolewski</i>	
2.1. Charakterystyka ogólna	8
2.2. Temperatura powietrza	11
2.3. Prędkość i kierunek wiatru	19
2.4. Pokrywa śnieżna oraz występowanie śliskości zimowej	22
2.5. Przemarzanie gruntu	23
2.6. Lokalne warunki klimatyczne	24
2.7. Obsługa meteorologiczna na potrzeby budowy	25
3. Przygotowanie organizacyjne robót budowlanych w obniżonej temperaturze	27
<i>dr inż. Roman Gajownik, mgr inż. Jan Sieczkowski</i>	
3.1. Wymagania ogólne	27
3.2. Projekt organizacji robót	29
3.3. Plan bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (bioz)	42
4. Roboty ziemne i fundamentowe	44
<i>dr Stanisław Łukasik</i>	
4.1. Wymagania ogólne	44
4.2. Właściwości geotechniczne zamrożonych gruntów	44
4.3. Wykonywanie wykopów	50
4.4. Wykonywanie nasypów i zasypek	51
4.5. Ochrona gruntów przed przemarzaniem	53
4.6. Rozmrażanie gruntu	54
4.7. Transport gruntu	57
4.8. Roboty fundamentowe	57
4.9. Roboty palowe	62
4.10. Zасыpywanie fundamentów i ochrona gruntu przed przemarzaniem	64
5. Roboty betonowe	66
<i>dr Joanna Babińska, mgr inż. Grzegorz Bajorek, dr inż. Jan Bobrowicz, mgr inż. Paweł Szaj, dr inż. Piotr Woyciechowski</i>	
5.1. Uwagi ogólne	66
5.2. Okresy obniżonej temperatury w technologii betonu	67
5.3. Produkcja betonu w okresach obniżonej temperatury	71
5.4. Wykonywanie robót betonowych	85

Załącznik A. Główne i specyficzne zadania stron w wykonywaniu robót betonowych w obniżonych temperaturach	128
Załącznik B. Schemat metod pielęgnacji zimowej w zależności od masywności elementu	129
6. Roboty murowe	130
<i>dr inż. Roman Gajownik, dr inż. Roman Jarmontowicz, mgr inż. Jan Sieczkowski</i>	
6.1. Uwagi ogólne i zalecenia dotyczące przygotowania terenu budowy	130
6.2. Przygotowanie i zabezpieczenie materiałów ściennych	131
6.3. Metody murowania przy użyciu zapraw	133
7. Roboty hydroizolacyjne	142
<i>dr inż. Barbara Francke, mgr inż. Rafał Maciejewski</i>	
7.1. Wprowadzenie	142
7.2. Zasady stosowania wyrobów hydroizolacyjnych	144
7.3. Przygotowanie budowy do robót hydroizolacyjnych	147
7.4. Przygotowanie podłoża betonowego do robót hydroizolacyjnych	148
7.5. Wykonywanie robót hydroizolacyjnych	149
7.6. Odbiór robót hydroizolacyjnych wykonanych w okresie obniżonej temperatury	153
7.7. Przepisy bezpieczeństwa i higieny pracy oraz przeciwpożarowe	153
8. Roboty wykończeniowe	155
<i>mgr inż. Jacek Popczyk</i>	
8.1. Wykonywanie tynków	155
8.2. Wykonywanie ociepleń metodą ETICS	157
8.3. Roboty malarskie	158
8.4. Roboty okładzinowe wewnętrzne	161
8.5. Roboty posadzkowe	162
Bibliografia	163

1. WSTĘP

Długotrwałość procesu budowlanego związanego z realizacją inwestycji wymaga zazwyczaj prowadzenia robót budowlanych także w okresach obniżonej temperatury. Wykonywanie robót w takich warunkach nastęcza wiele problemów natury organizacyjnej, dotyczących zarówno przygotowania niezbędnej dokumentacji technicznej oraz infrastruktury, jak i wyposażenia budowy w sprzęt i materiały potrzebne do prac zimowych. Należy także uwzględnić ograniczenia związane z zapewnieniem temperatury koniecznej do prawidłowego przebiegu procesu technologicznego podczas robót budowlanych, tzw. prac mokrych. Istotne jest również zapewnienie pracownikom odpowiednich warunków pracy i spełnienie przepisów dotyczących bezpieczeństwa i ochrony zdrowia.

Konieczność sprostania tym dodatkowym wymaganiom powoduje, że prowadzenie robót budowlanych w warunkach obniżonej temperatury zawsze wiąże się z istotnym wzrostem nakładów finansowych przy równoczesnym zaostreniu rygorów dotyczących jakości robót oraz poziomu bezpieczeństwa pracowników. Dlatego też zasadność prowadzenia robót w okresie obniżonej temperatury powinna podlegać wnikliwej analizie ekonomicznej. Wskazane jest ograniczanie do niezbędnego minimum prac ziemnych i fundamentowych, a także wznoszenie konstrukcji budynków w technologii monolitycznej.

W niniejszych wytycznych przyjęto następującą terminologię:

- średnia temperatura dobowa powietrza – średnia arytmetyczna z wartości zmierzonych w sposób zgodny z zasadami pomiarów meteorologicznych o godz. 7 lub 8 i 19 lub 20 (czas letni/czas zimowy) oraz maksymalnej i minimalnej wartości zmierzonej w danej dobie.

- okres temperatury obniżonej – czas, w którym średnia temperatura dobowa powietrza podczas robót ziemnych wynosi poniżej -1°C , a podczas innych robót budowlanych – poniżej $+5^{\circ}\text{C}$.

- okres temperatury ujemnej (pora chłodna) – czas, w którym minimalna wartość temperatury zmierzona w danej dobie jest mniejsza niż 0°C ,

Niniejsza publikacja jest nowelizacją wytycznych nr 282 z 2011 roku; zmiany dotyczą głównie rozdziałów 4 (Roboty ziemne i fundamentowe) oraz 5 (Roboty betonowe).

2. WARUNKI ZIMOWE W POLSCE

2.1. Charakterystyka ogólna

Znajomość warunków zimowych jest potrzebna do:

- przygotowania organizacyjnego budowy oraz ustalenia harmonogramu i technologii robót,
- prowadzenia robót w zmieniających się zimowych warunkach pogodowych.

Do realizacji celu pierwszego potrzebne są przedstawione w tym rozdziale podstawowe informacje o klimacie Polski w porze chłodnej, a do realizacji celu drugiego – informacje o państwowej służbie hydrologiczno-meteorologicznej, podziale Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego na oddziały terenowe oraz o innych źródłach bieżącej i prognozowanej sytuacji meteorologicznej.

Polska znajduje się w obszarze wpływu dwóch rodzajów klimatu:

- morskiego – o przeważającym napływie powietrza z kierunku zachodniego, z dużą ilością wilgoci, cechującego się dużym zachmurzeniem, stosunkowo łagodnymi zimami i niestabilną pokrywą śnieżną,
- kontynentalnego – o małej wilgotności powietrza, ostrych zimach i stabilnej, narastającej pokrywie śnieżnej.

W zależności od kształtowania się układów barycznych i zimowej cyrkulacji powietrza występują w Polsce zimy odpowiadające klimatowi morskiemu albo zimy odpowiadające klimatowi kontynentalnemu, a także mieszane typy pogody.

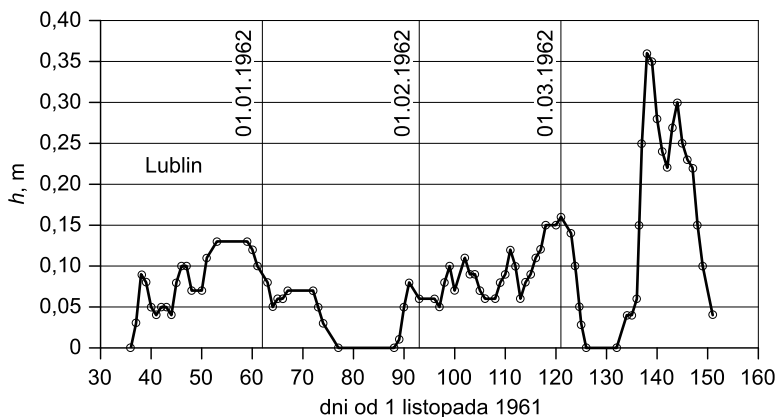
Przykład zimy klimatu morskiego – wykres przebiegu zmian grubości pokrywy śnieżnej w Lublinie – jest pokazany na rysunku 2.1. Od początku grudnia 1961 r. do końca marca 1962 r. wystąpiły trzy okresy z pokrywą śnieżną, przedzielone dwiema kilkudniowymi przerwami bez śniegu. Maksymalną wartość grubości pokrywy śnieżnej na gruncie (0,36 m) zmierzono 18 marca 1962 r.

Natomiast zima o cechach klimatu kontynentalnego w Lublinie pojawiła się na przełomie lat 1969 i 1970. Pokrywa śnieżna utrzymywała się wtedy (rys. 2.2) nieprzerwanie od 30 listopada 1969 r. aż do końca marca roku następnego, a wartości maksymalne (ok. 0,45 m) zmierzono w pierwszych dniach marca 1970 r.

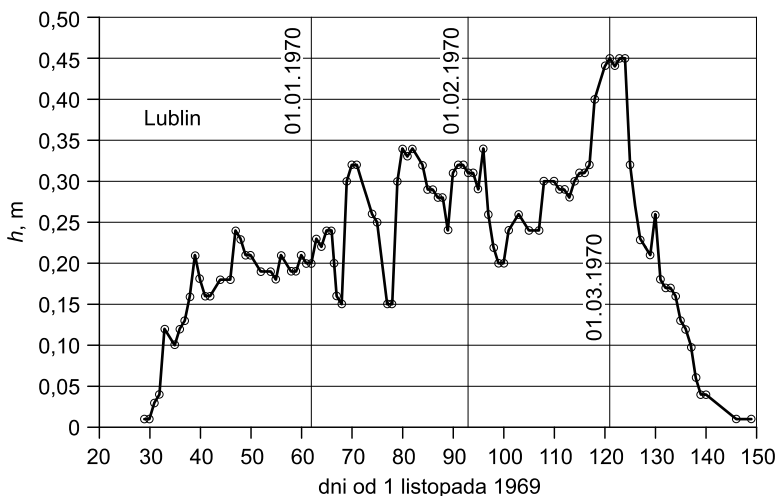
Zimy 1961/62 i 1969/70, których przebiegi grubości pokrywy śnieżnej na stacji meteorologicznej w Lublinie przedstawiono na rysunkach 2.1 i 2.2, należały do najbardziej śnieżnych. Podczas innych zim pokrywa śnieżna w Lublinie była cieńsza.

Pora chłodna zaczyna się zwykle w listopadzie i kończy w marcu (tabl. 2.1). Średnią liczbę dni mroźnych, tzn. o średniej temperaturze dobowej $t < 0^{\circ}\text{C}$, przedstawiono na rysunku 2.3. Zawiera się ona w przedziale od mniej niż 30 dni (na wy-

brzeżu – od Gdyni po Szczecin i dalej na południe do Słubic) do ponad 60 dni w okolicy Suwałk i w górach.



Rys. 2.1. Przebieg zmian grubości pokrywy śnieżnej w Lublinie zimą 1961/62 [122]

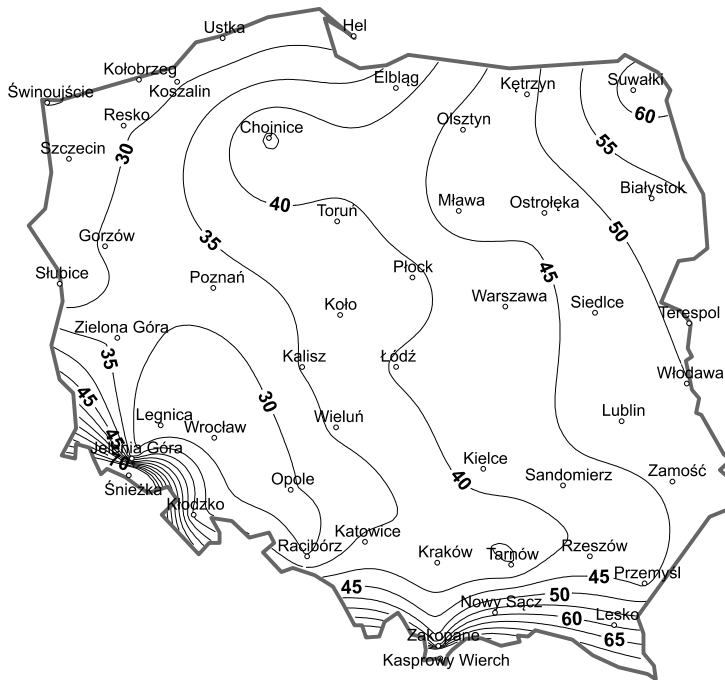


Rys. 2.2. Przebieg zmian grubości pokrywy śnieżnej w Lublinie zimą 1969/70 [122]

Do podstawowych elementów klimatu, które mają wpływ na roboty budowlane zalicza się: temperaturę powietrza, prędkość i kierunek wiatru oraz opady deszczu i śniegu, a także ukształtowaną z nich pokrywę śnieżną lub lodową. Istotne znaczenie ma także głębokość przemarzania gruntu.

Tablica 2.1. Średnie daty początku i końca pory chłodnej. Dni, w które po raz pierwszy i ostatni w roku średnia dobową temperatura powietrza $t < 0^{\circ}\text{C}$ [117]

Lp.	Stacja	Pierwszy dzień w roku, gdy $t < 0^{\circ}\text{C}$	Ostatni dzień w roku, gdy $t < 0^{\circ}\text{C}$	Lp.	Stacja	Pierwszy dzień w roku, gdy $t < 0^{\circ}\text{C}$	Ostatni dzień w roku, gdy $t < 0^{\circ}\text{C}$
1.	Białystok	20 XI	12 III	24.	Płock	28 XI	4 III
2.	Chojnice	24 XI	9 III	25.	Poznań	30 XI	26 II
3.	Elbląg	29 XI	3 III	26.	Przemyśl	21 XI	7 III
4.	Gorzów Wlkp.	29 XI	25 II	27.	Racibórz	2 XII	27 II
5.	Hel	8 XII	28 II	28.	Resko	3 XII	23 II
6.	Jelenia Góra	23 XI	5 III	29.	Rzeszów	26 XI	3 III
7.	Kalisz	28 XI	3 III	30.	Sandomierz	25 XI	5 III
8.	Kasprowy Wierch	30 IX	27 V	31.	Siedlce	21 XI	8 III
9.	Katowice	26 XI	4 III	32.	Słubice	6 XII	19 II
10.	Kętrzyn	20 XI	9 III	33.	Suwałki	17 XI	18 III
11.	Kielce	22 XI	8 III	34.	Szczecin	4 XII	19 II
12.	Kłodzko	27 XI	9 III	35.	Śnieżka	5 X	15 V
13.	Koło	29 XI	4 III	36.	Świnoujście	9 XII	20 II
14.	Kołobrzeg	6 XII	21 II	37.	Tarnów	27 XI	3 III
15.	Koszalin	3 XII	28 II	38.	Toruń	28 XI	2 III
16.	Kraków	26 XI	3 III	39.	Ustka	4 XII	26 II
17.	Legnica	6 XII	25 II	40.	Warszawa	25 XI	5 III
18.	Lublin	23 XI	9 III	41.	Wieluń	26 XI	2 III
19.	Łódź	26 XI	8 III	42.	Włodawa	22 XI	9 III
20.	Mława	24 XI	9 III	43.	Wrocław	4 XII	24 II
21.	Olsztyn	22 XI	11 III	44.	Zakopane	14 XI	31 III
22.	Opole	1 XII	24 II	45.	Zamość	22 XI	8 III
23.	Ostrołęka	24 XI	6 III	46.	Zielona Góra	27 XI	27 II



Rys. 2.3. Średnia liczba dni mroźnych w roku według [117]

2.2. Temperatura powietrza

Klimat termiczny obszaru Polski jest zwykle charakteryzowany przez wartości średnie miesięczne temperatury powietrza, a także wartości średnie z ekstremów miesięcznych (wartości maksymalnych i minimalnych miesięcznych) z wielu lat pomiarów (obserwacji). Oprócz tych wartości średnich podawane są najczęściej także wartości skrajne zanotowane raz w rozpatrywanym czasie, np. w ciągu 50 lat obserwacji.

Wartości średnie miesięczne z miesięcy zimowych są stosunkowo mało zróżnicowane terytorialnie. Zmieniają się one od ok. -1°C w pasie nadmorskim i na Pomorzu Zachodnim do ok. -4°C przy granicy północno-wschodniej i w szczytowych partiach gór.

Na rysunkach od 2.4 do 2.15 przedstawiono mapy średnich wartości temperatury powietrza z lat 1951–2000, z miesięcy od października do marca, a także wartości średnich z najniższych miesięcznych z każdego roku z tego okresu. Wszystkie mapy opracowano na podstawie danych z 50 lat pomiarów z drugiej połowy XX wieku, opublikowanych w pracy [117]. Są to wartości na wysokości 2 m nad poziomem gruntu. Wartości temperatury powietrza przy gruncie różnią się zwykle o kilka stopni Celsjusza.

Na rysunku 2.16 pokazano wartości skrajne, najniższe, zanotowane w latach 1951–2000, a na rysunku 2.17 – prognozowane wartości charakterystyczne t_{\min} o okresie powrotu $T_r = 50$ lat, wykreślone na podstawie danych z artykułu [120].* Są to wartości temperatury sprowadzone do poziomu morza. W zależności od usytuowania terenu budowy względem poziomu morza A (w metrach) wartości temperatury przelicza się według wzoru

$$t_{\min}(A) = t_{\min} - 0,0035A \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (2.1)$$

Wartości t_m temperatury powietrza o okresie powrotu innym niż $T_r = 50$ lat można obliczać, korzystając ze wzoru (2.2)

$$t_m(T_r) = t_m \left\{ 0,502 - 0,128 \cdot \ln \left[-\ln \left(1 - \frac{1}{T_r} \right) \right] \right\} \quad [^{\circ}\text{C}] \quad (2.2)$$

w którym: $T_r \geq 2$ lata, a okres powrotu prognozowanej wartości to średni przedział czasu między jej kolejnymi przekroczeniami. Na przykład, w środkowej Polsce, gdzie wartość temperatury minimalnej o okresie powrotu 50 lat wynosi $t_{\min} = -30^{\circ}\text{C}$, wartość temperatury o okresie powrotu $T_r = 5$ lat wynosi $T_m(5) = -20,8^{\circ}\text{C}$. Średnio raz na 50 lat temperatura powietrza może być zatem niższa niż -30°C , a raz na 5 lat – niższa niż $-20,8^{\circ}\text{C}$. Pojęcie okresu powrotu nie zakłada periodiczności zjawisk.

Wahania dobowe między wartościami temperatury powietrza, największą i najmniejszą w ciągu doby a średnią dobową wynoszą średnio $\pm 8^{\circ}\text{C}$. Należy się jednak liczyć z możliwością większych zmian temperatury w ciągu doby. Niezbędne jest więc utrzymanie ostrzejszego stanu pogotowia podczas wykonywania robót, niż wynikałoby to ze średniej temperatury dobowej.

Jeżeli konieczne są obliczenia ciepłno-wilgotnościowe pomieszczeń ogrzewanych lub nieogrzewanych, wartości obliczeniowe temperatury powietrza na zewnątrz budynków i w pomieszczeniach zamkniętych przyjmuje się według PN-B-02403 [61].

2.3. Prędkość i kierunek wiatru

Rozpatrując prędkość wiatru, należy wziąć pod uwagę, że standardowe warunki, w których powinna być mierzona, to wysokość 10 m nad terenem otwartym. Ponadto należy rozróżniać prędkość średnią 10-minutową i prędkość chwilową w porywie. Prędkość porywistego wiatru w momentach porywów jest najczęściej około 50% większa od wartości średniej 10-minutowej. Dotyczy to jednak prędkości średniej powyżej 8–10 m/s w czasie wiatru wywołanego niżem barycznym, a nie podczas burzy, więc najczęściej w porze chłodnej. Podając prędkość wiatru, należy

* Wyniki obliczeń opublikowane w pracy [120] wykorzystano do opracowania mapy zamieszczonej w Załączniku krajowym do Eurokodu 1 [31].

zawsze podawać czas uśredniania, tzn. czy jest to wartość średnia 10-minutowa, czy chwilowa w porywie.

Tablica 2.2. Zestawienie częstości prędkości wiatru, średniej 10-minutowej, w procentach czasu występowania na stacji meteorologicznej Warszawa Okęcie, na wysokości 10 m nad terenem

Miesiące	Prędkość wiatru [m/s]														Σ %
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11–15	16	średnia	
X	2,8	8,1	16,1	20,1	16,1	12,9	9,4	6,3	4,1	2,3	1,0	0,7	0	4,0	100
XI	1,5	6,3	13,8	18,2	17,3	14,5	10,6	7,3	4,8	2,8	1,6	1,3	0,1	4,4	100
XII	1,9	6,0	13,3	16,9	16,4	13,8	10,7	8,5	5,2	3,7	1,9	1,6	0	4,6	100
I	2,0	5,3	12,9	17,2	16,1	14,3	11,1	7,7	5,6	3,5	1,9	2,3	0,1	4,7	100
II	2,4	6,3	13,0	17,0	17,2	15,3	10,3	7,8	4,7	2,7	1,5	1,7	0	4,5	100
III	1,7	6,4	13,6	17,6	15,5	14,1	10,3	7,6	5,6	3,4	2,2	1,9	0,1	4,6	100

W tablicy 2.2 podano procentowy udział poszczególnych wartości prędkości wiatru, średniej 10-minutowej, na stacji meteorologicznej Warszawa Okęcie w latach 1971–2000. Udział ten został ustalony w procentach liczby pomiarów wykonywanych co 3 godziny na wysokości 10 m nad terenem. Udział procentowy można odnosić do liczby dni albo godzin w miesiącu. Jest on reprezentatywny dla terenu otwartego o kategorii II, położonego w strefie 1 – według PN-EN 1991-1-4 [30]. W obszarze nadmorskim (strefa 2 wg [30]) podane częstości odpowiadają prędkości wiatru zwiększonej o ok. 50%. Na terenach górskich i podgórskich rozkład procentowy charakteryzuje się znacznie zwiększoną liczbą cisz i wiatru o małej prędkości oraz nieco zwiększoną częstością wiatru o większej prędkości.

Istotny jest podział wiatru na poszczególne kierunki. Podano go w tablicy 2.3 na podstawie pomiarów na stacji meteorologicznej Warszawa Okęcie w latach 1971–2000. Podział ten można także uważać za reprezentatywny dla większości terytorium Polski. Na północy, na wybrzeżu, będzie większy udział kierunków północnych, a na południu kraju – południowych ze względu na wiatr halny.

Wartości prędkości wiatru, podane dla standardowej wysokości 10 m w terenie otwartym – kategorii II według Eurokodu [30] – można przeliczać dla innych rodzajów terenu i wysokości, mnożąc przez współczynnik chropowatości terenu. Wartości tego współczynnika i opisy kategorii terenu są przedstawione w tablicy 2.4. Należy zauważyć, że podane tam wzory dotyczą średniej 10-minutowej prędkości wiatru silnego, tzn. o prędkości powyżej 10 m/s. Z braku innych danych można je stosować do przeliczania prędkości $v < 10$ m/s. Mniejsza prędkość wiatru rośnie jednak szybciej – wraz z wysokością nad terenem – niż prędkość duża.

Zgodnie z danymi zamieszczonymi w tablicy 2.3 w porze chłodnej najczęściej występuje w Polsce wiatr z kierunków zachodnich, prawie 25% z kierunku zachodniego W (270°) oraz ponad 45% z kierunków od południowo-zachodniego SW do północno-zachodniego NW.

Zaleca się, aby do wykonywania bieżących pomiarów wiatru na każdej większej budowie zainstalować anemometr, uwzględniając przy tym warunki, w jakich powinien być instalowany (wysokość nad terenem, wpływ sąsiadujących budynków lub drzew). Zwraca się ponadto uwagę na ograniczenia wykonywania robót budowlanych w zależności od jednoczesnego występowania określonej temperatury i prędkości wiatru, które są podane na końcu rozdziału 2.1.

Tablica 2.3. Częstości kierunków wiatru w porze chłodnej (od października do końca marca) wyrażone w procentach* liczby pomiarów wykonywanych 10 m nad terenem, co 3 godziny na stacji meteorologicznej Warszawa Okęcie w latach 1971–2000

Kierunek wiatru	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	Zmienny	Cisze
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°	–	–
%	3,5	4,5	11,4	17,6	12,3	14,0	23,7	9,2	1,8	2,1

* Udział procentowy można odnosić do liczby dni albo godzin w miesiącu.

Tablica 2.4. Współczynnik chropowatości $c_r(z)$ oraz wysokość z_{\min} i z_{\max} [30]

Kategoria terenu	Opis terenu	Współczynnik chropowatości $c_r(z)$	Wysokość*	
			z_{\min} [m]	z_{\max} [m]
0	obszary morskie i przybrzeżne wystawione na otwarte morze	$1,3 \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0,11}$	1	200
I	jeziora lub tereny płaskie, poziome, o niezna- cznej roślinności i bez przeszkód terenowych	$1,2 \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0,13}$	1	200
II	tereny o niskiej roślinności (takiej jak trawa) i o pojedynczych przeszkodach (drzewa, bu- dynki) oddalonych od siebie na odległość równą co najmniej ich 20 wysokościami	$1,0 \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0,17}$	2	300
III	tereny regularnie pokryte roślinnością lub budynkami albo o pojedynczych przeszkod- dach, oddalonych od siebie najwyżej na od- ległość równą ich 20 wysokościami (takie jak: wsie, tereny podmiejskie, stałe lasy)	$0,8 \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0,19}$	5	400
IV	tereny, na których przynajmniej 15% po- wierzchni pokrywają budynki o średniej wysokości przekraczającej 15 m	$0,6 \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^{0,24}$	10	500

* Poniżej z_{\min} i powyżej z_{\max} przyjmuje się wartości $c_r(z)$ odpowiednio jak dla z_{\min} lub z_{\max} .