
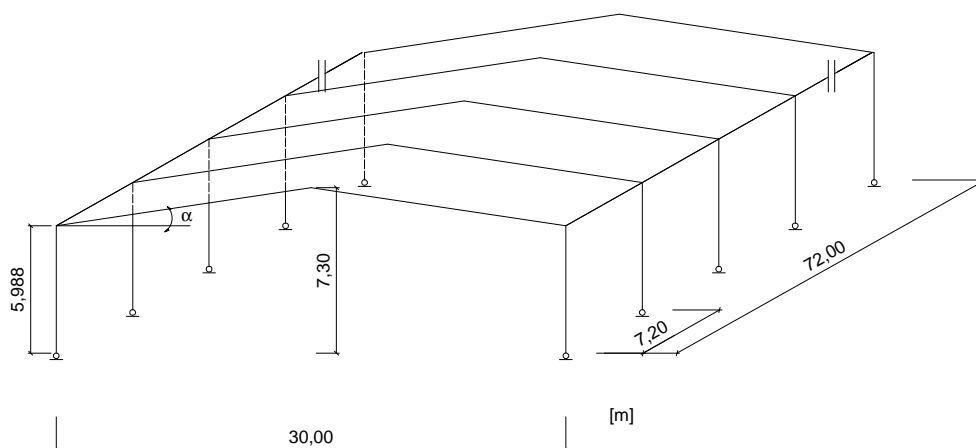


ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	SX016a-PL-EU	Str.	1 z 8
	Tytuł	Przykład obliczeniowy: Zestawienie obciążeń działających na powierzchnię budynku		
	Dot. Eurocodu	EN 1991-1-3, EN 1991-1-4		
	Wykonał	Matthias Oppe	Data	June 2005
	Sprawdził	Christian Müller	Data	June 2005

Przykład obliczeniowy: Zestawienie obciążeń działających na powierzchnię budynku

Ten przykład obliczeniowy przedstawia procedurę zestawienia obciążeń działających na budynek halowy. Pod uwagę zostały wzięte dwa rodzaje obciążeń: obciążenie wiatrem i obciążenie śniegiem.



Dane

- Długość całkowita budynku : $b = 72,00 \text{ m}$
- Rozstaw ram: $s = 7,20 \text{ m}$
- Rozpiętość ramy : $d = 30,00 \text{ m}$
- Maksymalna wysokość ramy: $h = 7,30 \text{ m}$
- Kąt pochylenia rygla ramy: $\alpha = 5,0^\circ$


Wysokość nad poziomem terenu:

$$h = 7,30 \text{ m}$$

$$\alpha = 5^\circ$$

co daje:

$$h' = 7,30 - 15 \tan 5^\circ = 5,988 \text{ m}$$

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	<i>SX016a-PL-EU</i>	Str.	2 z 8
	Tytuł	Przykład obliczeniowy: Zestawienie obciążeń działających na powierzchnię budynku		
	Dot. Eurocodu	EN 1991-1-3, EN 1991-1-4		
	Wykonał	<i>Matthias Oppe</i>	Data	June 2005
	Sprawdził	<i>Christian Müller</i>	Data	June 2005

1 Obciążenie wiatrem

Dane

Wyznaczenie podstawowej prędkości wiatru:

$$v_b = c_{dir} \times c_{season} \times v_{b,0}$$

gdzie: v_b bazowa prędkość wiatru

c_{dir} współczynnik kierunkowy

c_{season} współczynnik pory roku

$v_{b,0}$ wartość podstawowej bazowej prędkości wiatru

Wartość podstawowa bazowej prędkości wiatru (patrz mapa wiatrowa Europy):

$$v_{b,0} = 26 \text{ m/s (Aachen - Germany)}$$

Teren kategorii II $\Rightarrow z_0 = 0,05 \text{ m}$

$$z > z_{min}$$

$$\Rightarrow v_b = c_{dir} \times c_{season} \times v_{b,0} = 26 \text{ m/s}$$

Dla uproszczenia współczynnik kierunkowy c_{dir} i współczynnik pory roku c_{season} przyjęto równe 1,0.

Bazowe ciśnienie prędkości wiatru

$$q_b = \frac{1}{2} \times \rho_{air} \times v_b^2$$


gdzie: $\rho_{air} = 1,25 \text{ kg/m}^3$ (gęstość powietrza)

$$\Rightarrow q_b = \frac{1}{2} \times 1,25 \times 26^2 = 422,5 \text{ N/m}^2$$

EN 1991-1-4
[§ 4.2](#)

EN 1991-1-4
[§ 4.3.2](#)
[Tab. 4.1](#)

EN 1991-1-4
[§ 4.5](#)
wzór. 4.10

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	<i>SX016a-PL-EU</i>	Str.	3 z 8
	Tytuł	Przykład obliczeniowy: Zestawienie obciążeń działających na powierzchnię budynku		
	Dot. Eurocodu	EN 1991-1-3, EN 1991-1-4		
	Wykonał	Matthias Oppe	Data	June 2005
	Sprawdził	Christian Müller	Data	June 2005

Szczytowe ciśnienie prędkości wiatru

$$q_p(z) = [1 + 7l_v(z)] \times \frac{1}{2} \times \rho \times v_m(z)^2$$

Wyznaczenie średniej prędkości wiatru $v_m(z)$ $v_m(z)$ średnia prędkość wiatru

$$v_m(z) = c_r(z) \times c_o(z) \times v_b$$

Gdzie: $c_o(z)$ współczynnik orografii $c_r(z)$ współczynnik chropowatości terenu

$$c_r(z) = k_r \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{dla } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$$

$$c_r(z) = c_r(z_{\min}) \quad \text{dla } z \leq z_{\min}$$

Gdzie: z_0 wymiar chropowatości k_r współczynnik terenu zależny od wymiaru chropowatości z_0
wyznaczany według wzoru

$$k_r = 0,19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07}$$

Gdzie: $z_{0,II} = 0,05$ (teren kategorii II) z_{\min} wysokość minimalna z_{\max} wysokość maksymalna, przyjęto 200 m

EN 1991-1-4


[§ 4.5](#),


wzór 4.8

EN 1991-1-4

[§4.3.2](#)

Tab. 4.1

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	<i>SX016a-PL-EU</i>	Str.	4 z 8	
	Tytuł	Przykład obliczeniowy: Zestawienie obciążeń działających na powierzchnię budynku			
	Dot. Eurocodu	EN 1991-1-3, EN 1991-1-4			
	Wykonał	Matthias Oppe	Data	June 2005	
	Sprawdził	Christian Müller	Data	June 2005	
<p>Wyznaczenie $I_v(z)$</p> <p>$I_v(z)$ intensywność turbulencji</p> $I_v = \frac{k_I}{c_o(z) \times \ln(z/z_0)} \quad \text{dla } z_{\min} \leq z \leq z_{\max}$ $I_v = I_v(z_{\min}) \quad \text{dla } z < z_{\min}$ <p>Gdzie: k_I współczynnik turbulencji, zaleca się przyjmować $k_I = 1,0$</p> <p>$z = 7,30 \text{ m}$</p> <p>więc: $z_{\min} < z < z_{\max}$</p> $q_p(z) = \underbrace{\left[1 + \frac{7k_I}{c_o(z) \times \ln(z/z_0)} \right]}_{\text{squared gust factor}} \times \underbrace{\frac{1}{2} \times \rho \times v_b^2}_{\text{cis. predk..w.}} \times \underbrace{\left(k_r \times \ln(z/z_0) \right)^2}_{\text{profilwiatru}}$ $q_p(7,30) = \left[1 + \frac{7}{\ln(7,30/0,05)} \right] \times \frac{1}{2} \times 1,25 \times 26^2 \times \left(0,19 \times \left(\frac{0,05}{0,05} \right)^{0,07} \times \ln(7,30/0,05) \right)^2$ $= \left[1 + \frac{7}{\ln(7,30/0,05)} \right] \times 422,5 \times 0,947^2 \times 10^{-3} = 0,911 \text{ kN/m}^2$ <p><u>Parcie wiatru na powierzchnię</u></p> <p><u>(współczynnik parcia wiatru na ramę wewnętrzną)</u></p> <p>W przypadku parcia, przyjęto wartość dodatnią obciążenia wiatrem, w przypadku ssania wartość ujemną.</p>					<p>EN 1991-1-4 §4.4 wzór. 4.7</p> <p>Corrigendum</p> <p>EN 1991-1-4 § 7.2</p>

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	<i>SX016a-PL-EU</i>	Str.	<i>5</i>	z	<i>8</i>
	Tytuł	<i>Przykład obliczeniowy: Zestawienie obciążeń działających na powierzchnię budynku</i>				
	Dot. Eurocodu	<i>EN 1991-1-3, EN 1991-1-4</i>				
	Wykonał	<i>Matthias Oppe</i>	Data	<i>June 2005</i>		
	Sprawdził	<i>Christian Müller</i>	Data	<i>June 2005</i>		

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego

Oddziaływanie wiatru na powierzchnie zewnętrzne w_e , wyznacza się według wzoru:

$$w_e = q_p(z_e) \times c_{pe}$$

gdzie:

z_e wysokość odniesienia dla ciśnienia zewnętrznego

c_{pe} współczynnik ciśnienia zewnętrznego zależny od wielkości obciążanej powierzchni A.

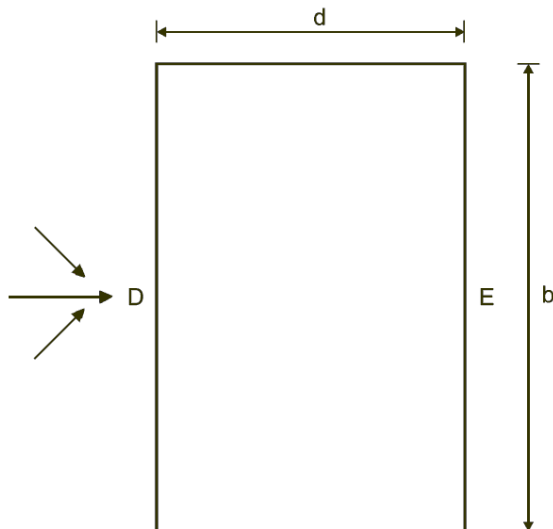
= $c_{pe,10}$ ponieważ pole obciążanej powierzchni A jest większe niż 10 m²

a) ściany pionowe

$$\text{dla } \frac{h}{d} = \frac{7,30}{30,00} = 0,24 \leq 0,25$$


D: $c_{pe} = 0,7$

E: $c_{pe} = -0,3$



EN 1991-1-4
[§5.2](#) eq. 5.1

EN 1991-1-4
[§ 7.2](#)
[Tab. 7.1](#)

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	SX016a-PL-EU	Str.	6	z	8
	Tytuł	Przykład obliczeniowy: Zestawienie obciążeń działających na powierzchnię budynku				
	Dot. Eurocodu	EN 1991-1-3, EN 1991-1-4				
	Wykonał	Matthias Oppe	Data	June 2005		
	Sprawdził	Christian Müller	Data	June 2005		

b) połąć dachu

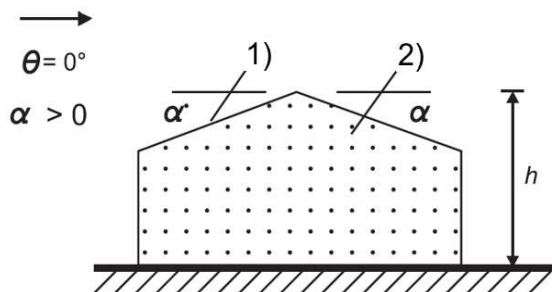
$$\alpha = 5,0^\circ,$$

$$\theta = 0^\circ \text{ (kierunek wiatru)}$$

$$e = \min(b; 2h)$$

$$= \min(72,00; 14,60)$$

$$= 14,60 \text{ m}$$



1) połąć nawietrzna

2) połąć zawietrzna

G: $c_{pe} = -1,2$

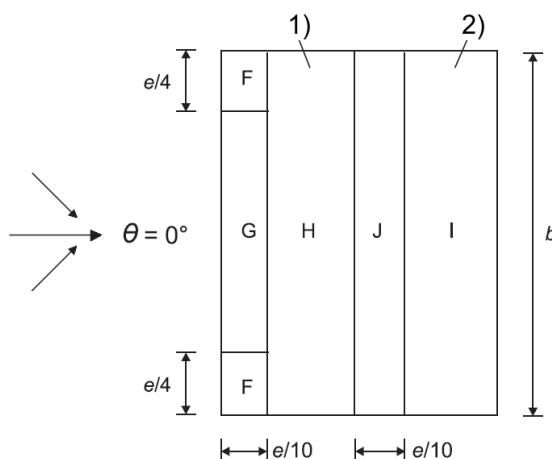
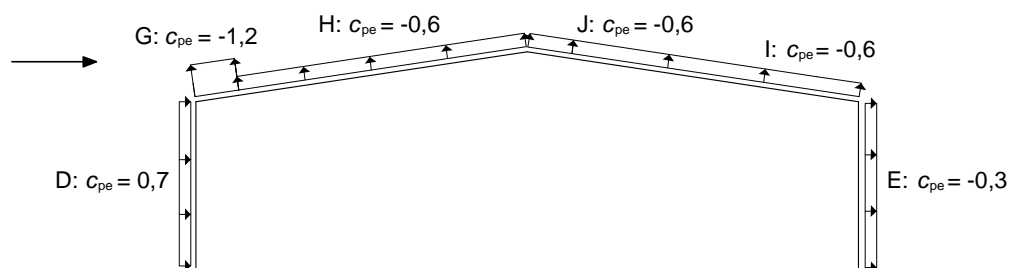
H: $c_{pe} = -0,6$

I: $c_{pe} = -0,6$

J: $c_{pe} = 0,2 / -0,6$

$$\Rightarrow c_{pe} = -0,6$$

(patrz Tab 7.4a , Adnotacja 1)


Współczynnik ciśnienia zewnętrznego c_{pe} (dla strefy D, E, G, H, I i J):

Współczynnik ciśnienia wewnętrznego

Oddziaływanie wiatru na powierzchnie wewnętrzne w_{ei} , wyznacza się według wzoru:

$$w_i = q_p(z_i) \times c_{pi}$$

gdzie: z_i wysokość odniesienia dla ciśnienia wewnętrznego c_{pi} współczynnik ciśnienia dla ciśnienia wewnętrznego
[EN 1991-1-4](#)
[§ 7.2](#)
[Tab. 7.4a](#)
[EN 1991-1-4](#)
[§5.2](#)
wzór 5.2

ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	<i>SX016a-PL-EU</i>	Str.	7 z 8
	Tytuł	Przykład obliczeniowy: Zestawienie obciążeń działających na powierzchnię budynku		
	Dot. Eurocodu	EN 1991-1-3, EN 1991-1-4		
	Wykonał	<i>Matthias Oppe</i>	Data	June 2005
	Sprawdził	<i>Christian Müller</i>	Data	June 2005

Współczynnik ciśnienia wewnętrznego zależy od rozmiaru i rozmieszczenia otworów w ścianach budynku.

W ramach prezentowanego przykładu nie jest możliwe wyznaczenie współczynnika przenikalności budynku. Więc wartość współczynnika c_{pi} powinna być przyjęta jako bardziej niekorzystna: +0,2 albo -0,3. W rozpatrywanym przypadku wartość współczynnika c_{pi} jest bardziej niekorzystna gdy przyjmie się ją równą +0,2.

[EN 1991-1-4 § 7.2.9](#) (6)

Obciążenie wiatrem

Obciążenie wiatrem na jednostkę długości w (w kN/m) na pojedynczą ramę wewnętrzną, wyznaczone przy rozstawie ram wynoszącym $s = 7,20$ m:

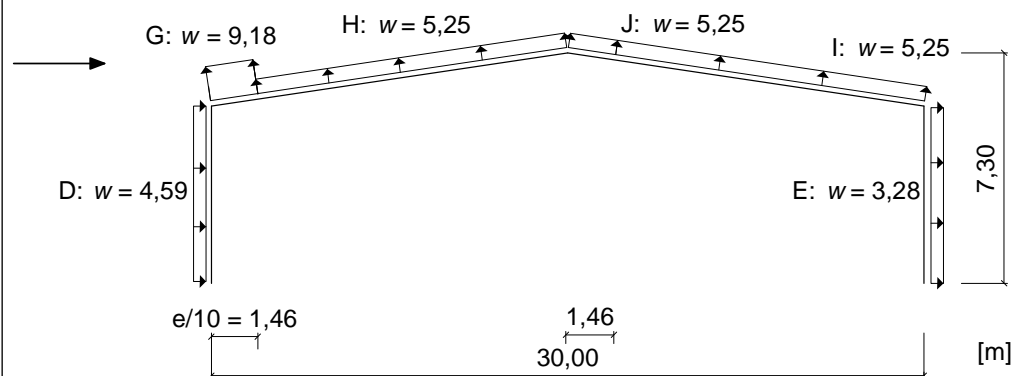
$$w = (c_{pe} + c_{pi}) \times q_p \times s$$


Przyjmuje się, że ciśnienia wewnętrzne i zewnętrzne działają jednocześnie. Najbardziej niekorzystna kombinacja ciśnienia wewnętrznego i zewnętrznego jest brana pod uwagę dla każdej kombinacji możliwych otworów i ścieżek przenikania wiatru.

[EN 1991-1-4 § 7.2.9](#)

Wartości charakterystyczne obciążenia wiatrem w [kN/m] dla ramy wewnętrznej:

- strefy D, E, G, H, I i J



ARKUSZ OBLICZENIOWY 	Dokument Ref:	<i>SX016a-PL-EU</i>	Str.	8 z 8
	Tytuł	<i>Przykład obliczeniowy: Zestawienie obciążeń działających na powierzchnię budynku</i>		
	Dot. Eurocodu	<i>EN 1991-1-3, EN 1991-1-4</i>		
	Wykonał	<i>Matthias Oppe</i>	Data	<i>June 2005</i>
	Sprawdził	<i>Christian Müller</i>	Data	<i>June 2005</i>

2 Obciążenie śniegiem

Ogólnie

Obciążenie śniegiem dachu określa się według wzoru:

$$s = \mu_i \times c_e \times c_t \times s_k$$

gdzie: μ_i współczynnik kształtu dachu

c_e współczynnik ekspozycji, zazwyczaj przyjmuje się 1,0

c_t współczynnik termiczny, przyjmowany jako 1,0 w przypadku sytuacji normalnych

s_k wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu w rozpatrywanym miejscu

[EN 1991-1-3](#)
[§5.2.2](#)
wzór 5.1

Współczynnik kształtu dachu

Współczynnik kształtu jest potrzebny do przejścia od obciążenia śniegiem gruntu do obciążenia dachu biorąc pod uwagę efekty zsuwania i gromadzenia się śniegu.

Współczynnik kształtu dachu zależy od kąta pochylenia połaci dachu.

$$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ \quad \Rightarrow \quad \mu_i = 0,8$$

[EN 1991-1-3](#)
[§5.3](#)
Tab. 5.1

Obciążenie śniegiem gruntu

Wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu zależy od strefy klimatycznej.

W rozpatrywanym przypadku: Aachen (Niemcy) :

$$s_k = (0,264 \times z - 0,002) \times \left[1 + \left(\frac{A}{256} \right)^2 \right] \text{ kN/ m}^2$$


Gdzie:

z numer strefy (zależy od obciążenia śniegiem na poziomie morza), w tym przypadku: $z = 2$

A jest wysokością nad poziomem morza, w tym przypadku $A = 175 \text{ m}$

$$s_k = (0,264 \times 2 - 0,002) \times \left[1 + \left(\frac{175}{256} \right)^2 \right] = 0,772 \text{ kN/m}^2$$

[EN 1991-1-3](#)
[Annex C](#)
Tab. C1

<div>ARKUSZ OBLICZENIOWY</div> <div></div>	Dokument Ref:	SX016a-PL-EU	Str.	9	z	8
	Tytuł	Przykład obliczeniowy: Zestawienie obciążeń działających na powierzchnię budynku				
	Dot. Eurocodu	EN 1991-1-3, EN 1991-1-4				
	Wykonał	Matthias Oppe	Data	June 2005		
	Sprawdził	Christian Müller	Data	June 2005		

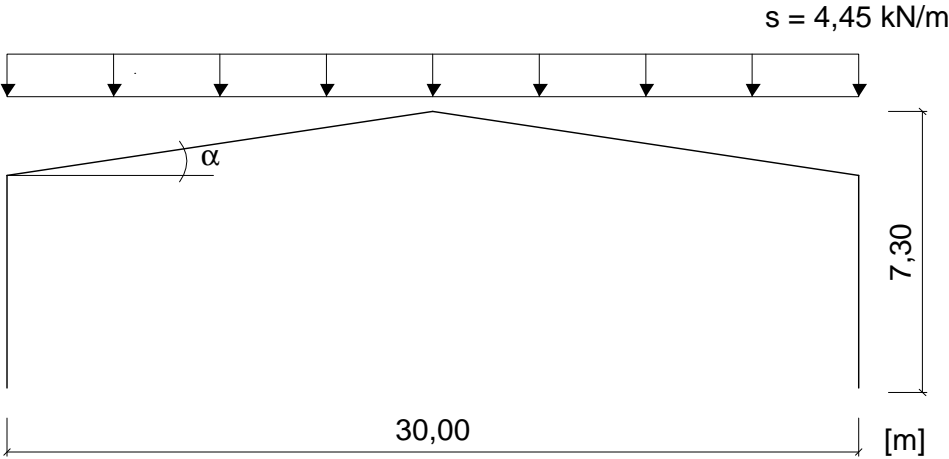
Obciążenie śniegiem dachu

$s = 0,8 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,772 = 0,618 \text{ kN/m}^2$

rozstaw = 7,20 m

⇒ dla ramy wewnętrznej:

$s = 0,618 \times 7,20 = 4,45 \text{ kN/m}$





Protokół jakości

TYTUŁ ZASOBU	Przykład obliczeniowy: Zestawienie obciążeń działających na powierzchnię budynku		
Odniesienie(a)			
ORYGINAŁ DOKUMENTU			
	Nazwisko	Instytucja	Data
Stworzony przez	Matthias Oppe	RWTH	23/06/05
Zawartość techniczna sprawdzona przez	Christian Müller	RWTH	29/06/05
Zawartość redakcyjna sprawdzona przez			
Techniczna zawartość zaaprobowana przez następujących partnerów STALE:			
1. UK	G W Owens	SCI	11/1/06
2. France	A Bureau	CTICM	11/1/06
3. Germany	A Olsson	SBI	11/1/06
4. Sweden	C Müller	RWTH	11/1/06
5. Spain	J Chica	Labein	11/1/06
Zasób zatwierdzony przez technicznego koordynatora	G W Owens	SCI	11/07/06
DOKUMENT TŁUMACZONY			
Tłumaczenie wykonane przez:		A. Wojnar, PRz	
Przetłumaczony zasób zatwierdzony przez:		A. Kozłowski, PRz	

Informacje ramowe

Tytuł*	Przykład obliczeniowy: Zestawienie obciążeń działających na powierzchnię budynku	
Seria		
Opis*	Ten przykład obliczeniowy przedstawia procedurę zestawienia obciążeń działających na budynek halowy. Pod uwagę zostały wzięte dwa rodzaje obciążeń: obciążenie wiatrem i obciążenie śniegiem.	
Poziom dostępu*	Ekspertyza	Praktyka
Identyfikator*	Nazwa pliku	C:\Documents and Settings\awojnar\Moje dokumenty\2009\Access Steel\2009-02-19\SX016\SX016a-PL-EU-corr.doc
Format		Microsoft Office Word; 10 Pages; 306kb;
Kategoria*	Tytuł zasobu	Przykład obliczeniowy
	Punkt widzenia	Inżynier
Przedmiot*	Obszar zastosowania	Budynki przemysłowe
Daty	Data utworzenia	02/02/2006
	Data ostatniej modyfikacji	07/11/2005
	Data sprawdzenia	
	Ważny od	
	Ważny do	
Język(i)*		Polski
Kontakt	Autor	Matthias Oppe, RWTH
	Sprawdzony przez	Christian Müller, RWTH
	Zatwierdzony przez	
	Redaktor	
	Ostatnio modyfikowany przez	
Słowa kluczowe*	Obciążenie wiatrem, obciążenie śniegiem	
Zobacz też	Odniesienie do Eurokodu	
	Przykład(y) obliczeniowy	
	Komentarz	
	Dyskusja	
	Inne	
Omówienie	Narodowa przydatność	EU
Szczególne instrukcje		