
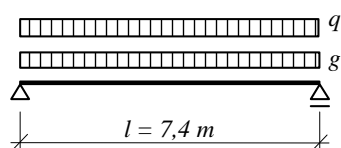


| | | | | |
|---|---------------|---|--------|---------------------|
| ARKUSZ OBLICZENIOWY  | Dokument Ref: | <i>SX041a-PL-EU</i> | Strona | <i>1 z 4</i> |
| | Tytuł | <i>Przykład: Projektowanie pożarowe belki nieosłoniętej przy użyciu nomogramu</i> | | |
| | Dot. Eurokodu | | | |
| | Wykonał | <i>Z. Sokol</i> | Data | <i>styczeń 2006</i> |
| | Sprawdził | <i>F. Wald</i> | Data | <i>styczeń 2006</i> |

Przykład: Projektowanie pożarowe belki nieosłoniętej przy użyciu nomogramu

Przykład pokazuje projektowanie kształtownika walcowanego na gorąco, stanowiącego część stropu budynku biurowego, w warunkach pożaru. Belka jest równomiernie obciążona, a płyta stropowa oparta na górnej półce zabezpiecza belkę przed zwichrzeniem. Belka ma osiągnąć odporność ogniową R15 bez stosowania okładzin zabezpieczających. Oddziaływania termiczne w przykładzie określono stosując opracowanie SD002.



Rys. 1: Schemat statyczny

Dane podstawowe

Właściwości materiałowe

Gatunek stali: S 275

Granica plastyczności: $f_y = 275 \text{ N/mm}^2$

Gęstość: $\rho_a = 7850 \text{ kg/m}^3$

Obciążenia

Oddziaływania stałe:

$$g_k = 4,8 \text{ kN/m}$$

Oddziaływania zmienne:

$$q_k = 7,8 \text{ kN/m}$$

Oddziaływania mechaniczne w temperaturze normalnej


Wartość charakterystyczna obciążeń wynosi:

$$v_k = g_k + q_k = 4,8 + 7,8 = 12,60 \text{ kN/m}$$

Wartość obliczeniowa obciążenia wynosi:

$$v_d = g_k \gamma_G + q_k \gamma_Q = 4,8 \cdot 1,35 + 7,8 \cdot 1,5 = 18,18 \text{ kN/m}$$

PN-EN
1991-1-1

| | | | | |
|---|---------------|--|--------|---------------------|
| ARKUSZ OBLICZENIOWY  | Dokument Ref: | <i>SX041a-PL-EU</i> | Strona | 2 z 4 |
| | Tytuł | Przykład: Projektowanie pożarowe belki nieostoiętej przy użyciu nomogramu | | |
| | Dot. Eurokodu | | | |
| | Wykonał | <i>Z. Sokol</i> | Data | <i>styczeń 2006</i> |
| | Sprawdził | <i>F. Wald</i> | Data | <i>styczeń 2006</i> |

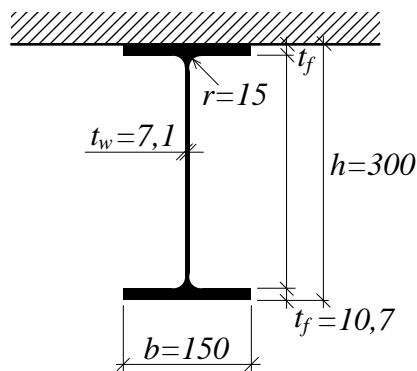
Moment zginający i siła poprzeczna są określone jako:

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} v_d l^2 = \frac{1}{8} \cdot 18,18 \cdot 7,4^2 = 124,4 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} v_d l = \frac{1}{2} \cdot 18,18 \cdot 7,4 = 67,3 \text{ kN}$$

Projektowanie przy temperaturze pokojowej

W przypadku zginania kształtownik IPE 300 jest klasy 1.



Rys. 1: Przekrój poprzeczny

Sprawdzenie SGN następuje w temperaturze pokojowej. Założono, że płyta żelbetowa zapewnia zabezpieczenie przed zwichrzeniem, zatem nie rozpatrywano jego wpływu.

Nośność obliczeniowa przekroju przy zginaniu:

$$M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{628,4 \cdot 10^3 \cdot 275}{1,0} = 172,8 \text{ kNm} > 124,4 \text{ kNm} = M_{Sd} \text{ OK}$$

Nośność przekroju przy ścinaniu:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{V,z} f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = \frac{2568 \cdot 275}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 407,7 \text{ kN} > 67,3 \text{ kN} = V_{Sd} \text{ OK}$$

Stan graniczny użytkowości:

$$\delta = \frac{5}{384} \frac{v_k l^4}{E I_y} = \frac{5}{384} \frac{12,60 \cdot 7400^4}{210000 \cdot 83,56 \cdot 10^6} = 28,0 \text{ mm} < 29,6 \text{ mm} = \frac{l}{250} \text{ OK}$$


(Graniczne wartości ugięć są określone w Aneksach krajowych lub innych dokumentach krajowych. Do obliczeń zastosowano typową wartość graniczną).

Warunki nośności w temperaturze normalnej są spełnione.

PN-EN
1993-1-1
[§5.5](#)

PN-EN
1993-1-1
[§6.2.5](#)

PN-EN
1993-1-1
[§6.2.6](#)

| | | | | |
|---|---------------|---|--------|---------------------|
| ARKUSZ OBLICZENIOWY  | Dokument Ref: | <i>SX041a-PL-EU</i> | Strona | 3 z 4 |
| | Tytuł | <i>Przykład: Projektowanie pożarowe belki nieosłoniętej przy użyciu nomogramu</i> | | |
| | Dot. Eurokodu | | | |
| | Wykonał | <i>Z. Sokol</i> | Data | <i>styczeń 2006</i> |
| | Sprawdził | <i>F. Wald</i> | Data | <i>styczeń 2006</i> |

Projektowanie z uwagi na warunki pożarowe

Oddziaływania mechaniczne w warunkach pożaru

Współczynnik redukcyjny do obciążeń obliczeniowych w sytuacji pożarowej wynosi:

$$\eta_{fi} = \frac{g_k + \psi_{1,1} q_k}{g_k \gamma_G + q_k \gamma_Q} = \frac{4,8 + 0,3 \cdot 7,8}{4,8 \cdot 1,35 + 7,8 \cdot 1,5} = 0,393$$

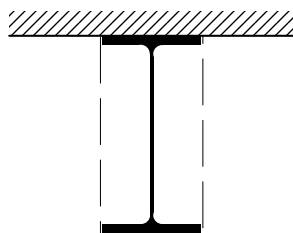
W przypadku budynków biurowych współczynnik ψ jest określony jako $\psi_{1,1} = 0,3$.

Wskaźnik ekspozycji przekroju kształtownika walcowanego określono przy użyciu opracowania SD004. Umowny przekrój skrzynkowy w przypadku belki nieosłoniętej, narażonej na działanie pożaru z trzech stron, wynosi:

$$\left(\frac{A_m}{V} \right)_b = 139 \text{ m}^{-1}$$

Odkryty obwód jest zaznaczony linią przerywaną na Rys. 3.

Efekt zacienienia rozpatrzono przez modyfikację wskaźnika ekspozycji jak następuje: $\left(\frac{A_m}{V} \right)_{sh} = 0,9 \cdot \left(\frac{A_m}{V} \right)_b = 0,9 \cdot 139 = 125 \text{ m}^{-1}$.



Rys. 3 Ocena wskaźnika ekspozycji przekroju $(A_m/V)_b$

Sprawdzenie nośności w dziedzinie czasu

Zastosowano współczynnik przystosowania

$$\kappa_1 = 0,7$$

dla belki nieosłoniętej, narażonej na działanie pożaru z trzech stron.

Zastosowano współczynnik przystosowania


$$\kappa_2 = 1,0$$

z uwagi na schemat statyczny (belka swobodnie podparta).

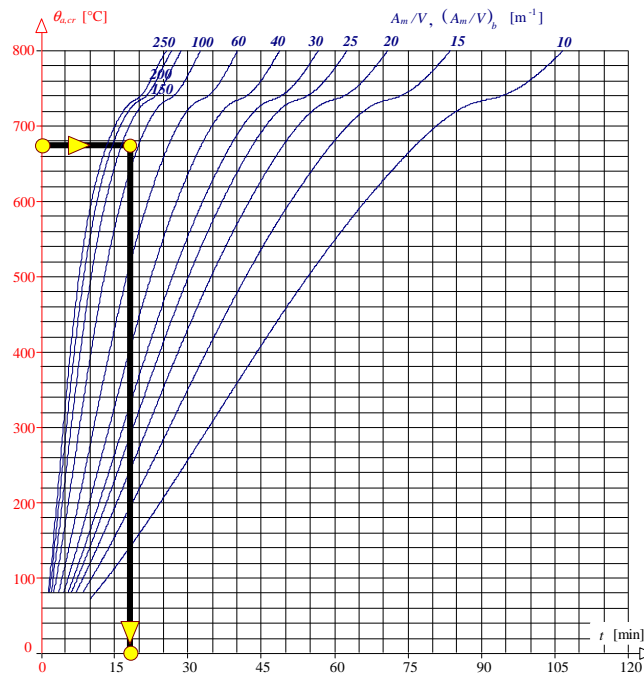
PN-EN1991-1-2 [§4.3.2](#)

[SD004](#)

PN-EN1993-1-2 [§4.2.3.3](#)

| | | | | |
|---|---------------|---|--------|---------------------|
| ARKUSZ OBLICZENIOWY  | Dokument Ref: | <i>SX041a-PL-EU</i> | Strona | 4 z 4 |
| | Tytuł | Przykład: Projektowanie pożarowe belki nieostoniętej przy użyciu nomogramu | | |
| | Dot. Eurokodu | | | |
| | Wykonał | <i>Z. Sokol</i> | Data | <i>styczeń 2006</i> |
| | Sprawdził | <i>F. Wald</i> | Data | <i>styczeń 2006</i> |

Nośność w warunkach pożaru może zostać sprawdzona przy użyciu nomogramu przedstawionego w opracowaniu SD004, który pokazano także na Rys.4.



Rys. 4: Nomogram do uproszczonego wyznaczenia nośności w warunkach pożaru

Wskaźnik wykorzystania nośności belki wynosi:

$$\mu_0 = \eta_{fi} \kappa_1 \kappa_2 = 0,393 \cdot 0,7 \cdot 1,0 = 0,275$$

Temperatura krytyczna jest określona zależnością:

$$\begin{aligned} \theta_{a,cr} &= 39,19 \ln \left(\frac{1}{0,9674 \mu_0^{3,833}} - 1 \right) + 482 = \\ &= 39,19 \cdot \ln \left(\frac{1}{0,9674 \cdot 0,275^{3,833}} - 1 \right) + 482 = 677^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Wyznaczona za pomocą nomogramu przedstawionego na rys. 4 odporność ogniowa wynosi 17 min.

Przekracza ona wymagana odporność ogniowa wynoszącą R15.

Zatem, nośność elementu w warunkach pożaru jest zachowana, bez konieczności stosowania osłony belki.

[SD004](#)
(zaczerpnięty z PN-EN1993-1-2)

PN-EN1993-1-2

[§4.2.4\(4\)](#)

PN-EN1993-1-2

[§4.2.4\(2\)](#)

Protokół jakości

| | | | |
|---|--|-------------------|-------------|
| TYTUŁ ZASOBU | Przykład: Projektowanie pożarowe belki nieosłoniętej przy użyciu nomogramu | | |
| Odniesienie | | | |
| ORIGINAŁ DOKUMENTU | | | |
| | Imię i nazwisko | Instytucja | Data |
| Stworzony przez | Z. Sokol | CTU Prague | |
| Zawartość techniczna sprawdzona przez: | F. Wald | CTU Prague | |
| Zawartość redakcyjna sprawdzona przez: | | | |
| Zawartość techniczna zaaprobowana przez: | | | |
| 1. Wielka Brytania | G W Owens | SCI | 9/6/06 |
| 2. Francja | A Bureau | CTICM | 9/6/06 |
| 3. Szwecja | B Uppfeldt | SBI | 9/6/06 |
| 4. Niemcy | C Müller | RWTH | 9/6/06 |
| 5. Hiszpania | J Chica | Labein | 9/6/06 |
| Zasób zatwierdzony przez Koordynatora Technicznego | M Haller | PARE | 9/6/06 |
| Stworzony przez | G W Owens | SCI | 12/9/06 |

Informacje ramowe

| | | |
|------------------------------|---|---|
| Tytuł* | Przykład: Projektowanie pożarowe belki nieosłoniętej przy użyciu nomogramu | |
| Seria | | |
| Opis* | Przykład pokazuje projektowanie kształtownika walcowanego na gorąco, stanowiącego część stropu budynku biurowego, w warunkach pożaru. Belka jest równomiernie obciążona, a płyta stropowa oparta na górnej półce zabezpiecza belkę przed zwichrzeniem. Belka ma osiągnąć odporność ogniową R15 bez stosowania okładzin zabezpieczających. Oddziaływania termiczne w przykładzie określono stosując opracowanie SD002. | |
| Poziom dostępu* | Umiejętności specjalistyczne | |
| Identyfikator* | Nazwa pliku | P:\CMP\CMP554\Deliverables\Worked examples\SX041a-EN-EU.doc |
| Format | | Microsoft Office Word; 6 stron; 293kb; |
| Kategoria* | Typ zasobu | Przykład obliczeniowy |
| | Punkt widzenia | |
| Temat* | Obszar stosowania | Projektowanie z uwagi na bezpieczeństwo pożarowe |
| Daty | Data utworzenia | 29/08/2006 |
| | Data ostatniej modyfikacji | |
| | Data sprawdzenia | |
| | Ważny od | |
| | Ważny do | |
| Język(i)* | | |
| Kontakt | Autor | Z. Sokol, CTU Prague |
| | Sprawdził | F. Wald, CTU Prague |
| | Zatwierdził | |
| | Redaktor | |
| | Ostatnia modyfikacja | |
| Słowa kluczowe* | Nośność pożarowa elementów, Belki | |
| Zobacz też | Odniesienie do Eurokodu | EN 1991, EN 1993-1-1, EN 1993-1-2 |
| | Przykład(y) obliczeniowy | |
| | Komentarz | |
| | Dyskusja | |
| | Inne | |
| Sprawozdanie | Przydatność krajowa | EU |
| Instrukcje szczególne | | |



*Przykład: Projektowanie pożarowe belki nieosłoniętej przy użyciu nomogramu
SX041a-PL-EU*