

OCENA ODPORNOŚCI POŻAROWEJ STROPU DREWNIANEGO.

1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA.

Opracowanie dotyczy stropu na belkach drewnianych, wykonanego nad II-gim piętrem budynku Zespołu Szkół Ekonomicznych w Dębicy przy ul. Ogrodowej. Wykonano je dla potrzeb ekspertyzy technicznej w zakresie ochrony pożarowej.

Zgodnie z wymogami „Warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki ...” strop ten winien posiadać klasę odporności pożarowej REI60. Kluczowym zagadnieniem jest określenie nośności ogniowej „R”.

2. METODA OCENY, ZAŁOŻENIA.

Dla określenia oddziaływania ognia na strop w stanie pożaru wykonano obliczenia statyczno - wytrzymałościowe belek drewnianych stropu według normy PN-EN 1995, stosując metodę zredukowanej sztywności i wytrzymałości. Obliczenia wykonano w programie komputerowym Autodesk Robot Structural Analysis Professional®.

Nie jest znany przekrój belek stropu drewnianego nad II-gim piętrem, a dokonywanie odkrywek byłoby bardzo utrudnione ze względu na wykonaną izolację termiczną na górnej powierzchni stropu (na strychu), oraz sufity podwieszane na ostatniej kondygnacji (na dolnej pow. stropu). Z informacji uzyskanych od zatrudnionego w szkole konserwatora, który był obecny przy wykonywaniu ocieplenia stropu na strychu, wynika że belki stropu miały szerokość co najmniej 25 cm, natomiast nie potrafił określić wysokości ich przekroju.

Wobec tego dla określenia przekroju belek drewnianych stropu wykonano obliczenia statyczno – wytrzymałościowe dla rzeczywistych obciążeń stropu i przyjęto, że belki nie mogą mieć mniejszego przekroju, ponieważ:

- strop nad II-gim piętrem jest w bardzo dobrym stanie; nie stwierdzono przekroczenia stanu granicznego użytkowości (ugięcia), który jest decydujący przy rozpiętości belek drewnianych wynoszącej w świetle podpór – 7,85 m (sala gimnastyczna w której sufit podwieszony z desek boazerijnych jest mocowany bezpośrednio do stropu poprzez ruszt z łat drewnianych, a więc nadmierne ugięcia stropu byłyby zauważalne przy założonej w obliczeniach dopuszczalnej strzałce ugięcia $1/150$ rozpiętości w osiach podpór, co stanowi 5,3 cm),
- z wieloletnich doświadczeń wynika, że przekroje belek stropowych i drewnianych elementów konstrukcji dachów miały przekroje większe niż określone na podstawie obecnie wykonywanych obliczeń statyczno - wytrzymałościowych.

Do obliczeń statyczno – wytrzymałościowych przyjęto następujące założenia.

- Drewno klasy C24.
- Belki zabezpieczone przed zwichrzeniem – pełne deskowanie dolne i górne.
- Dopuszczalne ugięcie - $1/150$ rozpiętości belki (obecnie dla belek przyjmuje się ugięcie max. $1/200$ rozpiętości)
- W zestawieniu obciążeń uwzględniono tylko obciążenia stałe (polepa i deskowanie na górnej powierzchni stropu, oraz deskowanie i tynk wapienny na trzcinie na dolnej powierzchni). Nie uwzględniono obciążeń zmiennych użytkowych oraz piasku, który zapewne ułożono na dolnym deskowaniu pomiędzy belkami – rozwiązanie często stosowane w budynkach, jako dodatkowe zabezpieczenie przed ogniem, a w stropach między kondygnacjami, jako izolacja akustyczna.

Zmniejszone obciążenia na stropie prowadzą w obliczeniach do zmniejszenia wymaganego przekroju belek drewnianych, a tym samym do niższej nośności ogniowej belek i niższej klasy odporności pożarowej stropu.

2. OBLICZENIA STYCZNO – WTRZYMAŁOŚCIOWE DREWNIANYCH BELEK STROPU BEZ ODZIAŁYWANIA OGNIĄ.

2.1 Zestawienie obciążeń.

Lp	Opis obciążenia	Obc. char. kN/m	γ_f	k_d	Obc. obl. kN/m
1.	Gliny piaszczyste twardestwowe grub. 6 cm i szer.90 cm [22,0kN/m ³ ·0,06m·0,90m]	1,19	1,30	--	1,55
2.	Jodła, lipa, olcha, osika, sosna, świerk, topola grub. 5 cm i szer.90 cm [5,5kN/m ³ ·0,05m·0,90m]	0,25	1,30	--	0,33
3.	Jodła, lipa, olcha, osika, sosna, świerk, topola grub. 3,5 cm i szer.90 cm [5,5kN/m ³ ·0,035m·0,90m]	0,17	1,30	--	0,22
4.	Warstwa wapienna na trzcinie grub. 3 cm i szer.90 cm [15,0kN/m ³ ·0,03m·0,90m]	0,41	1,30	--	0,53
Σ:		2,02	1,30	--	2,63

2.2. Wymiarowanie.

NORMA: PN-EN 1995-1:2005/A1:2008

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 4 KOMB1 2*1.10+3*1.30

MATERIAŁ C24

g_M = 1.30 f_{m,0,k} = 24.00 MPa f_{t,0,k} = 14.00 MPa f_{c,0,k} = 21.00 MPa
f_{v,k} = 4.00 MPa f_{t,90,k} = 0.40 MPa f_{c,90,k} = 2.50 MPa E_{0,moyen} = 11000.00 MPa
E_{0,05} = 7400.00 MPa G_{moyen} = 690.00 MPa Klasa użyteczności: 1 Beta_c = 1.00



PARAMETRY PRZEKROJU: Belka drew. 20x30cm

ht=30.0 cm Ay=240.00 cm² Az=360.00 cm² Ax=600.00 cm²
bf=20.0 cm Iy=45000.00 cm⁴ Iz=20000.00 cm⁴ Ix=46400.0 cm⁴
ea=10.0 cm Wely=3000.00 cm³ Welz=2000.00 cm³
es=10.0 cm

NAPRĘŻENIA

Sig_{m,y,d} = MY/Wy = 21.01/3000.00 = 7.00 MPa

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

f_{m,y,d} = 11.08 MPa

Współczynniki i parametry dodatkowe

kh_y = 1.00 k_{mod} = 0.60 K_{sys} = 1.00



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

l_{ef} = 7.20 m Lambda_{rel m} = 0.54
Sig_{cr} = 82.12 MPa k_{crit} = 1.00

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

Sig_{m,y,d}/f_{m,y,d} = 7.00/11.08 = 0.63 < 1.00 (6.11)

Sig_{m,y,d}/(k_{crit}*f_{m,y,d}) = 7.00/(1.00*11.08) = **0.63 < 1.00** (6.33) **Profil poprawny !!!**

3. OBLICZENIA STYCZNO – WTRZYMAŁOŚCIOWE DREWNIANYCH BELEK STROPU w FAZIE POŻARU.

3.1. Belka drewniana niezabezpieczona przed ogniem.

NORMA: PN-EN 1995-1:2005/A1:2008

TYP ANALIZY: Weryfikacja prętów

OBCIĄŻENIA:

Decydujący przypadek obciążenia: 3 STA2

MATERIAŁ C24

$g_{M,fi} = 1.00$	$f_{m,0,k} = 24.00 \text{ MPa}$	$f_{t,0,k} = 14.00 \text{ MPa}$	$f_{c,0,k} = 21.00 \text{ MPa}$
$f_{v,k} = 4.00 \text{ MPa}$	$f_{t,90,k} = 0.40 \text{ MPa}$	$f_{c,90,k} = 2.50 \text{ MPa}$	$E_{0,moyen} = 11000.00 \text{ MPa}$
$E_{0,05} = 7400.00 \text{ MPa}$	$G_{moyen} = 690.00 \text{ MPa}$	Klasa użyteczności: 1	$Beta_c = 1.00$



PARAMETRY PRZEKROJU: Belka drew. 20x30cm

$ht = 30.0 \text{ cm}$	$A_y = 240.00 \text{ cm}^2$	$A_z = 360.00 \text{ cm}^2$	$A_x = 600.00 \text{ cm}^2$
$bf = 20.0 \text{ cm}$	$I_y = 45000.00 \text{ cm}^4$	$I_z = 20000.00 \text{ cm}^4$	$I_x = 5192.4 \text{ cm}^4$
$ea = 10.0 \text{ cm}$	$W_{ey} = 3000.00 \text{ cm}^3$	$W_{ez} = 2000.00 \text{ cm}^3$	
$es = 10.0 \text{ cm}$			



PARAMETRY ODPORNOŚCI OGNOWEJ

Metoda : Ograniczona wytrzymałość i sztywność

$\beta_{t0} = 0.80 \text{ mm/min}$

Ścianki zabezpieczone : Brak

$t = 1.00 \text{ h}$

$t_{surf} = 0.00 \text{ min}$

$d_{char} = 4.8 \text{ cm}$

obwód = 61.6 cm

$h_{f,fi} = 20.4 \text{ cm}$

$I_{y,fi} = 7357.7 \text{ cm}^4$

$W_{y,fi} = 721.34 \text{ cm}^3$

$h_{f,fi} = 10.4 \text{ cm}$

$A_{f,fi} = 212.2 \text{ cm}^2$

$I_{z,fi} = 1912.3 \text{ cm}^4$

$W_{z,fi} = 367.74 \text{ cm}^3$

NAPRĘŻENIA

$\sigma_{m,y,d,fi} = M_{y,d,fi} / W_{y,fi} = 16.16 / 721.34 = 22.40 \text{ MPa}$

NAPRĘŻENIA DOPUSZCZALNE

$f_{m,y,d,fi} = 25.64 \text{ MPa}$

Współczynniki i parametry dodatkowe

$k_{fi} = 1.25$

$k_{mod_fc} = 0.77$

$k_{mod_ft} = 0.91$

$k_{mod_fb} = 0.85$



PARAMETRY ZWICHRZENIOWE:

$l_{ef} = 7.20 \text{ m}$

$\lambda_{rel,m} = 0.82$

$\sigma_{cr} = 35.33 \text{ MPa}$

$k_{crit} = 0.94$

FORMUŁY WERYFIKACYJNE:

$\sigma_{m,y,d,fi} / f_{m,y,d,fi} = 22.40 / 25.64 = 0.87 < 1.00 \quad (6.11)$

$\sigma_{m,y,d,fi} / (k_{crit} * f_{m,y,d,fi}) = 22.40 / (0.94 * 25.64) = \underline{0.93} < \underline{1.00} \quad (6.33)$

Profil poprawny !!!

3.2. Belka drewniana zabezpieczona częściowo przed ogniem.

Ułożone na górnej pow. belki deskowanie gr. 5 cm i polepa z gliny gr. 6 cm, oraz deskowanie mocowane do dolnej powierzchni belki i tynk wapienny na trzcinie o gr. 3 cm, zapewniają zabezpieczenie górnej i dolnej powierzchni belek na czas, który nie jest określony w normie na podstawie której wyko-

nano niniejsze obliczenia, w związku z tym nie wykonuje się obliczeń dla belek w ten sposób zabezpieczonych.

4. WNIOSKI.

Wykonane obliczenia statyczno – wytrzymałościowe dla belek stropu drewnianego nad II-gim piętrem (oddzielającym ostatnią kondygnację od strychu) na podstawie normy PN - EN 1995 i zastosowaniu metody zredukowanej sztywności i wytrzymałości potwierdzają, że posiadają one nośność ogniową „R” co najmniej 60 minut bez uwzględniania deskowania i tynku wapiennego na trzcinie na dolnej powierzchni stropu, oraz deskowania, polepy z gliny, wełny mineralnej gr. 15 cm i płyty OSB grubości 20 mm na górnej powierzchni stropu.

Dolne i górne warstwy obudowy stropu z pewnością podwyższają nośność ogniową drewnianych belek, jednak w normie PN – EN 1995 brak jest jednoznacznych informacji, na ile takie zabezpieczenia można uwzględnić.

Strop oddzielający ostatnią kondygnację budynku od strychu posiada klasę odporności pożarowej co najmniej REI60.