



jakość w budownictwie

Instytut Techniki Budowlanej

Jednostka notyfikowana nr 1488 | Członek EOTA | Certyfikaty akredytacji: PCA nr: AB 023, AC 020, AC 072, AP 113
ZAKŁAD BADAN OGNIOWYCH | 02-656 Warszawa | ul. Ksawerów 21 |
tel. 22 853 34 27 | fax 22 847 23 11 | fire@itb.pl | www.itb.pl

Warszawa, dn. 2016-11-30

0785/16/R260NZP

**Saint – Gobain Construction
Products Polska Sp. z o.o.**
ul. Okrężna 16,
44-100 Gliwice

**RAPORT Z OCENY
skuteczności ogniochronnej systemu GLASROC F
do zabezpieczania ogniochronnego konstrukcji stalowych
wg PN-EN 13381-4:2013**

1. Podstawy formalne

- 1.1. Zlecenie z dn. 2016-03-31.
- 1.2. Aneks nr 00785/16/R260NZP do Umowy Ramowej nr 00785/10/R00NM.

2. Podstawy merytoryczne

- 2.1. Norma PN-EN 13501-2+A1:2010 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków - Część 2: Klasyfikacja na podstawie badań odporności ogniowej, z wyłączeniem instalacji wentylacyjnej.
- 2.2. Norma PN-EN 1363-1: 2012. Badania odporności ogniowej - Część 1: Wymagania ogólne.
- 2.3. Norma PN-EN 13381-4: 2013 Metody badawcze ustalania wpływu zabezpieczeń na odporność ogniową elementów konstrukcyjnych – Część 3: Zabezpieczenia elementów stalowych.
- 2.4. Raport LZP01-0785/16/R260NZP z badanie skuteczności ogniochronnej izolacji z płyt GLASROC F (RIDURIT) do zabezpieczania ogniochronnego elementów konstrukcji stalowych, w systemie jednowarstwowym, w warunkach pożaru standardowego.
- 2.5. Raport LZP02-0785/16/R260NZP z badanie skuteczności ogniochronnej izolacji z płyt GLASROC F (RIDURIT) do zabezpieczania ogniochronnego elementów konstrukcji stalowych, w systemie dwuwarstwowym, w warunkach pożaru

standardowego.

- 2.6. *Report LZP03-0785/16/R260NZP z badanie skuteczności ogniochronnej izolacji z płyt GLASROC F (RIDURIT) do zabezpieczania ogniochronnego elementów konstrukcji stalowych, w systemie dwuwarstwowym, w warunkach pożaru standardowego.*
- 2.7. *Report Number BTC 18535F. A Fire Resistance Test On Four 1000mm Long Steel Columns Protected by the British Gypsum Glasroc F Firecase Frameless Encasement system, Conducted in Accordance with BS EN 13381-4: 2013., Laboratorium BTC, Loughborough, Anglia 2013.*
- 2.8. *Report Number BTC 18536F. A Fire Resistance Test On Four 1000mm Long Steel Columns Protected by the British Gypsum Glasroc F Firecase Frameless Encasement system, Conducted in Accordance with BS EN 13381-4: 2013., Laboratorium BTC, Loughborough, Anglia 2014.*
- 2.9. *Report Number BTC 18577F. A Fire Resistance Test On A Loaded ASteel Beam Protected by the British Gypsum Glasroc F Firecase Frameless Encasement system, Conducted in Accordance with BS EN 13381-4: 2013., Laboratorium BTC, Loughborough, Anglia 2014.*
- 2.10. *Report Number BTC 18537F. A Fire Resistance Test On Two 1000mm Long Steel Columns Protected by the British Gypsum Glasroc F Firecase Frameless Encasement system, Conducted in Accordance with BS EN 13381-4: 2013., Laboratorium BTC, Loughborough, Anglia 2014.*

3. Opis techniczny wyrobu

Izolacja ogniochronna konstrukcji stalowych w systemie RIGIPS 6.10.00 wykonana jest przy użyciu następujących materiałów:

- płyt gipsowych RIGIPS GLASROC F (używana również nazwa RIDURIT), wg PN-EN 15283-1+A1:2012, zbrojone matą z włókna szklanego, o grubościach: 15; 20; 25 i 30 mm oraz wymiarach standardowych 1200 x 2000 mm (szerokość x długość),
- zabezpieczonych antykorozyjnie zszywek stalowych z drutu o średnicy 1,6 mm lub wkrętów RIGIPS RIDURIT o średnicy 3,5 mm o długości 40, 50, 58 i 70 mm,
- kątowników 40 x 40 mm lub 40 x 20 mm z blachy stalowej ocynkowanej grubości 0,6 + 1 mm,
- profili sufitowych RIGIPS CD 60 ULTRASTIL,
- profili przyściennych RIGIPS UD 30 ULTRASTIL,
- masy szpachlowej RIGIPS VARIO.

Płyty gipsowe RIGIPS GLASROC F o gęstości ok. 850 kg/m³, produkowane są przez firmę British Gypsum, East Leake, Loughborough, Leicestershire LE12 6HX. Opłytywanie zamontowane na słupach i belkach stalowych może się składać z jednej lub dwóch warstw płyt RIGIPS GLASROC F o łącznej grubości od 15 mm do 50 mm.

Izolacja w systemie RIGIPS 6.10.00 wykonywana jest metodą skrzynkową suchą (bez użycia kleju). Płyty RIGIPS GLASROC F powinny być łączone ze sobą w narożach i na powierzchni obudowy ogniochronnej (przy łączeniu płyt kolejnych warstw zabezpieczenia) za pomocą zszywek stalowych lub za pomocą wkrętów RIGIPS RIDURIT (zamiennie mogą być stosowane wkręty do drewna typu TD). Rozstaw zszywek powinien wynosić nie więcej niż 100 mm, w przypadku mocowania płyt GLASROC F w narożach i do pasów nośnych z płyt GLASROC F oraz w rozstawie 200 x 200 mm w formie siatki w przypadku łączenia płyt kolejnej warstwy do warstwy pierwszej zabezpieczenia.

Rozstaw wkrętów powinien wynosić:

- a) mocujących płyty GLASROC F do pasów – nie więcej niż 200 mm,
- b) łączących płyty GLASROC F ze sobą w narożach:
 - nie więcej niż 200 mm – w przypadku zabezpieczeń w klasach R 30 i R 60 odporności ogniowej,
 - nie więcej niż 100 mm – w przypadku zabezpieczeń w klasach R 90, R 120, R 180 i R 240 odporności ogniowej.
- c) łączących płyty kolejnej warstwy do poprzedniej na powierzchni zabezpieczenia – w siatce 200 x 200 mm.

Długość zszywek i wkrętów powinna wynosić:

- w przypadku mocowania płyt GLASROC F do pasów – nie więcej niż grubość łączonych elementów, lecz nie mniej niż grubość łączonych elementów minus 5 mm,
- w przypadku mocowania płyt GLASROC F w narożach – co najmniej 2,5 x grubość płyty.

Przy wykonywaniu zabezpieczeń belek i słupów, pierwsza warstwa obudowy mocowana jest do konstrukcji pomocniczej, którą stanowią pasy z płyt GLASROC F o szerokości co najmniej 100 mm i grubości co najmniej 20 mm. Pasy są wciśnięte pomiędzy półki kształtownika (górna i dolna) w rozstawie nie większym niż 1200 mm. W przypadku zabezpieczeń jednowarstwowych pod półkami, na stykach płyt GLASROC F montowane są poziome pasma dystansowe z płyt GLASROC F szerokości co najmniej 100 mm i grubości co najmniej 20 mm. W przypadku profili o wysokości > 400 mm stosuje się wkładki stabilizujące z płyt GLASROC F o grubości co najmniej 20 mm, które są wpasowane pomiędzy półki i środek kształtownika, prostopadle do obudowy w rozstawie nie większym niż 1200 mm.

W przypadku wielowarstwowego zabezpieczenia, styki płyt GLASROC F w poszczególnych warstwach oraz styki płyt GLASROC F na przyległych ścianach obudowy powinny być względem siebie przesunięte co najmniej o 500 mm.

Szczegóły rozwiązań technicznych zabezpieczeń pokazano na rysunkach w Załączniku 1.

Izolacja z płyt GLASROC F (RIDURIT) jest przeznaczona do zastosowań wewnętrznych.

4. Opis badanych elementów próbnych

4.1. Badania układów jednowarstwowych

4.1.1. Badanie [2.4]

Badanie przeprowadzono w Laboratorium Badań Ogniwych ITB w sierpniu 2016 zgodnie z normą PN-EN 13381-4 [2.3] na sześciu słupach i dwóch belkach wykonanych ze stali gatunku S235 i S355.

Kształtowniki zabezpieczono metodą skrzynkową izolacją w systemie RIGIPS 6.10.00 o grubości opłytywania 15, 20, 25 i 30 mm w układzie jednowarstwowym.

Izolację nałożono na kształtowniki stalowe zgodnie z opisem w punkcie 3.

Charakterystykę badanych elementów próbnych przedstawiono w Tablicy 1.

Tablica 1

Charakterystyka elementów próbnych w badaniu [2.4]

Nr	Typ	Profil	Długość próbki [mm]	Kształt zabezpieczenia	Grubość zabezpieczenia (nominalna) d_p nom [mm]	Grubość zabezpieczenia (rzeczywista) d_p rzecz [mm]	Wskaźnik ekspozycji przekroju (nominalny) A_m/V nom [m ⁻¹]	Wskaźnik ekspozycji przekroju (rzeczywisty) A_m/V rzecz [m ⁻¹]
1	SIC-1	HEM 280	1000 (D)	Skrzynkowe	25	25,1	51	52,1
2	SIC-2	HEM 280	1000 (D)	Skrzynkowe	20	20,0	51	52,1
3	SIC-3	HEM 280	1000 (D)	Skrzynkowe	15	15,1	51	52,1
4	SIC-4	IPE 100	1000 (D)	Skrzynkowe	30	29,9	313	304,7
5	SIC-5	IPE 100	1000 (D)	Skrzynkowe	25	24,9	313	304,7
6	SIC-6	IPE 100	1000 (D)	Skrzynkowe	20	20,0	313	304,7
7	RB-1	IPE 400	1000 (D)	Skrzynkowe	15	15,1	121	122,5
8	LB-1	IPE 400	5000 (D)	Skrzynkowe	15	15,1	121	122,5

Gęstość badanych płyt GLASROC F (RIDURIT), w zależności od grubości płyty, wynosiła 873-884 kg/m³, zaś wilgotność płyt wynosiła 0,26-0,29%.

Elementy próbne zostały poddane nagrzewaniu wg krzywej standardowej temperatura – czas. Czas trwania badania wynosił 236'30".

Obciążony element belkowy LB-1 badano w schemacie swobodnie podpartym na ścianach pieca poziomego o wymiarach 3500 mm x 4300 mm (szerokość x długość).

Począwszy od 82 minuty badania stopniowo zwiększano obciążenie belki LB-1, aż do chwili utraty nośności w 91 minucie badania. W chwili zdjęcia obciążenia w 91 minucie, średnia temperatura belki wynosiła 649°C.

Opis elementów próbnych oraz przebieg badania przedstawiono w raporcie LZP01-0785/16/R260NZP [2.4].

4.1.2. Badania [2.7], [2.8], [2.9]

Badania przeprowadzono w Laboratorium The Building Test Centre, Loughborough, Anglia na siedmiu słupach i dwóch belkach wykonanych ze stali gatunku S355. Badania przeprowadzono zgodnie z normą EN 13381-4 [2.3].

Kształtowniki zabezpieczono metodą skrzynkową izolacją w systemie RIGIPS 6.10.00 o grubości opłytywania 15, 20, 25 i 30 mm w układzie jednowarstwowym.

Izolację nałożono na kształtowniki stalowe zgodnie z opisem w punkcie 3.

Charakterystykę badanych elementów próbnych przedstawiono w Tablicy 2.

Tablica 2

Charakterystyka elementów próbnych w badaniach [2.7], [2.8] i [2.9]

Nr	Typ*	Profil	Długość próbki [mm]	Kształt zabezpieczenia	Grubość zabezpieczenia (nominalna) d_p nom [mm]	Grubość zabezpieczenia (rzeczywista) d_p rzecz [mm]	Wskaźnik ekspozycji przekroju (nominalny) A_m/V nom [m ⁻¹]	Wskaźnik ekspozycji przekroju (rzeczywisty) A_m/V rzecz [m ⁻¹]
7	SC21	203x203x52	1000	Skrzynkowe	15	15,3	125	131
8	SC23	203x203x52	1000	Skrzynkowe	25	25,5	125	131
9	SC24	203x203x52	1000	Skrzynkowe	30	30,1	125	131
10	SC26	203x102x23	1000	Skrzynkowe	15	15,3	210	223
11	SC27	203x102x23	1000	Skrzynkowe	20	20,4	210	223
12	SC28	203x102x23	1000	Skrzynkowe	25	25,5	210	223
13	SC29	203x102x23	1000	Skrzynkowe	30	30,1	210	223
16	UB1	406x178x67	1000	Skrzynkowe	30	30,1	115	121
18	LB1	406x178x67	5000	Skrzynkowe	30	30,1	115	121

*)symbole wykorzystywane w badaniach i raportach brytyjskich

Gęstość płyt GLASROC F, w zależności od grubości płyty, wynosiła 882-913 kg/m³, zaś wilgotność płyt wynosiła 0,31-0,39%.

Obciążony element belkowy LB1 badano w schemacie swobodnie podpartym na ścianach pieca poziomego na rozpiętości 4,20 m.

Badanie [2.9] trwało 109 minut. W 92 minucie badania zostało przekroczone kryterium ugięcia belki LB1, po czym zdjęto obciążenie. W chwili zdjęcia obciążenia w 92 minucie, średnia temperatura belki wynosiła 391°C zaś w chwili zakończenia badania 2 109 minucie średnia temperatura belki wynosiła 592°C.

Opis elementów próbnych oraz przebieg badania przedstawiono w raportach BTC 18535F [2.7], BTC 18536F [2.8] oraz BTC 18577F [2.9].

4.2. Badania układów dwuwarstwowych

4.2.1. Badanie [2.5]

Badanie przeprowadzono w Laboratorium Badań Ogniwych ITB we wrześniu 2016 zgodnie z normą PN-EN 13381-4 [2.3] na sześciu słupach i dwóch belkach wykonanych ze stali gatunku S235.

Kształtowniki zabezpieczono metodą skrzynkową izolacją w systemie RIGIPS 6.10.00 o grubości opłytowania 30, 35, 45, 50 mm w układzie dwuwarstwowym.

Izolację nałożono na kształtowniki stalowe zgodnie z opisem w punkcie 3.

Charakterystykę badanych elementów próbnych przedstawiono w Tablicy 3.

Tablica 3

Charakterystyka elementów próbnych w badaniu [2.5]

Nr	Typ	Profil	Długość próbki [mm]	Kształt zabezpieczenia	Grubość zabezpieczenia (nominalna) d_p nom [mm]	Grubość zabezpieczenia (rzeczywista) d_p rzecz [mm]	Wskaźnik ekspozycji przekroju (nominalny) A_m/V nom [m^{-1}]	Wskaźnik ekspozycji przekroju (rzeczywisty) A_m/V rzecz [m^{-1}]
1	SIC-4	HEA 300	1000 (D)	Skrzynkowe	30=15+15	30,2	110	111,4
2	SIC-7	IPE 200	1000 (D)	Skrzynkowe	30=15+15	30,2	220	216,5
3	SIC-9	IPE 200	1000 (D)	Skrzynkowe	45=20+25	44,9	220	216,5
4	SIC-11	IPE 100	1000 (D)	Skrzynkowe	35=15+20	35,1	313	304,7
5	SIC-12	IPE 100	1000 (D)	Skrzynkowe	45=20+25	44,9	313	304,7
6	SIC-13	IPE 100	1000 (D)	Skrzynkowe	50=20+30	49,9	313	304,7
7	RB-2	IPE 400	1000 (D)	Skrzynkowe	30=15+15	30,2	121	122,5
8	LB-2	IPE 400	5000 (D)	Skrzynkowe	30=15+15	30,2	121	122,5

Gęstość badanych płyt GLASROC F (RIDURIT), w zależności od grubości płyty, wynosiła 873-884 kg/m³, zaś wilgotność płyt wynosiła 0,26-0,29%.

Obciążony element belkowy LB-2 badano w schemacie swobodnie podpartym na ścianach pieca poziomego o wymiarach 3500 mm x 4300 mm (szerokość x długość).

Elementy próbne zostały poddane nagrzewaniu wg krzywej standardowej temperatura – czas. Czas trwania badania wynosił 215 minut. W 148 minucie badania nastąpiła utrata nośności belki LB-2.

W chwili zdjęcia obciążenia w 148 minucie, średnia temperatura belki wynosiła 536°C.

Opis elementów próbnych oraz przebieg badania przedstawiono w raporcie LZP02-0785/16/R260NZP [2.5].

4.2.2. Badanie [2.6]

Badanie przeprowadzono w Laboratorium Badań Ogniwych ITB we wrześniu 2016 zgodnie z normą PN-EN 13381-4 [2.3] na sześciu słupach i dwóch belkach wykonanych ze stali gatunku S235 i S355.

Kształtowniki zabezpieczono metodą skrzynkową izolacją w systemie RIGIPS 6.10.00 o grubości opłytowania 30, 35, 45 i 50 mm w układzie dwuwarstwowym.

Izolację nałożono na kształtowniki stalowe zgodnie z opisem w punkcie 3.

Charakterystykę badanych elementów próbnych przedstawiono w Tablicy 4.

Tablica 4

Charakterystyka elementów próbnych w badaniu [2.6]

Nr	Typ	Profil	Długość próbki [mm]	Kształt zabezpieczenia	Grubość zabezpieczenia (nominalna) d_p nom [mm]	Grubość zabezpieczenia (rzeczywista) d_p rzecz [mm]	Wskaźnik ekspozycji przekroju (nominalny) A_m/V nom [m^{-1}]	Wskaźnik ekspozycji przekroju (rzeczywisty) A_m/V rzecz [m^{-1}]
1	SIC-1	HEM 280	1000 (D)	Skrzynkowe	30=15+15	30,2	51	52,1
2	SIC-2	HEM 280	1000 (D)	Skrzynkowe	35=15+20	35,1	51	52,1
3	SIC-3	HEM 280	1000 (D)	Skrzynkowe	45=20+25	44,9	51	52,1
4	SIC-5	HEA 300	1000 (D)	Skrzynkowe	45=20+25	44,9	110	111,4
5	SIC-6	HEA 300	1000 (D)	Skrzynkowe	50=20+30	49,9	110	111,4
6	SIC-10	IPE 200	1000 (D)	Skrzynkowe	50=20+30	49,9	220	216,5
7	RB-3	IPE 400	1000 (D)	Skrzynkowe	50=20+30	49,9	121	122,5
8	LB-3	IPE 400	5000 (D)	Skrzynkowe	50=20+30	49,9	121	122,5

Gęstość badanych płyt GLASROC F (RIDURIT), w zależności od grubości płyty, wynosiła 873-884 kg/m³, zaś wilgotność płyt wynosiła 0,26-0,29%.

Elementy próbne zostały poddane nagrzewaniu wg krzywej standardowej temperatura – czas. Czas trwania badania wynosił 284'20".

Obciążony element belkowy LB-2 badano w schemacie swobodnie podpartym na ścianach pieca poziomego o wymiarach 3500 mm x 4300 mm (szerokość x długość).

Począwszy od 225 minuty badania stopniowo zwiększano obciążenie belki LB-3 aż do chwili utraty nośności w 234 minucie badania. W chwili zdjęcia obciążenia w 234 minucie, średnia temperatura belki wynosiła 632°C.

Opis elementów próbnych oraz przebieg badania przedstawiono w raporcie LZP03-0785/16/R260NZP [2.6].

4.2.3. Badanie [2.10]

Badania przeprowadzono w Laboratorium The Building Test Centre, Loughborough, Anglia na pojedynczym słupie wykonanym ze stali gatunku S355. Badania przeprowadzono zgodnie z normą EN 13381-4 [2.3].

Kształtownik zabezpieczono metodą skrzynkową izolacją w systemie RIGIPS 6.10.00 o grubości dwuwarstwowego opłyrowania 35 mm.

Charakterystykę badanego elementu próbnego przedstawiono w Tablicy 5.

Tablica 5

Charakterystyka elementów próbnych w badaniu [2.10] (badania brytyjskie)

Nr	Typ*	Profil	Długość próbki [mm]	Kształt zabezpieczenia	Grubość zabezpieczenia (nominalna) d_p nom [mm]	Grubość zabezpieczenia (rzeczywista) d_p rzecz [mm]	Wskaźnik ekspozycji przekroju (nominalny) A_m/V nom [m ⁻¹]	Wskaźnik ekspozycji przekroju (rzeczywisty) A_m/V rzecz [m ⁻¹]
7	SC30	203x102x23	1000	Skrzynkowe	15+20	35,7	210	223

Gęstość płyt GLASROC F, w zależności od grubości płyty, wynosiła 882-889 kg/m³, zaś wilgotność płyt wynosiła 0,31-0,32%.

Obciążony element belkowy LB1 badano w schemacie swobodnie podpartym na ścianach pieca poziomego na rozpiętości 4,20 m.

Badanie [2.10] trwało 150 minut. W 132 minucie badania średnia temperatura słupa wynosiła 702°C. Okładziny izolacyjne odpadały pomiędzy 135 a 140 minutą badania.

Opis elementu próbnego oraz przebieg badania przedstawiono w raporcie BTC 18537F [2.10].

5. Metoda oceny właściwości systemu zabezpieczenia ogniochronnego

Analizę i ocenę właściwości systemu GLASROC F przeprowadzono metodą regresji numerycznej, zgodnie z Załącznikiem E do normy [2.3]. Analizę i ocenę przeprowadzono oddzielnie dla układów jednowarstwowych i dwuwarstwowych.

6. Średnie wartości temperatury stali zarejestrowane w badaniach układów jednowarstwowych [2.4] i [2.7], [2.8] i [2.9]

6.1. Badanie [2.4]

Tablica 6

Średnia temperatura zarejestrowana w poszczególnych słupowych elementach próbnych, w °C (badanie [2.4])

Nr	Typ	Profil	d _p rzecz [mm]	A _m /V rzecz [m ⁻¹]	Temperatura [°C] po czasie							
					30 [min]	60 [min]	90 [min]	120 [min]	150 [min]	180 [min]	210 [min]	236 [min]
1	SIC-1	HEM 280	25	52,1	71	133	238	337	435	527	616	741
2	SIC-3	HEM 280	20	52,1	80	190	303	415	521	615	959	-
3	SIC-4	HEM 280	15	52,1	105	239	378	497	599	785	1125	-
4	SIC-5	IPE 100	30	304,7	97	134	475	710	882	1066	-	-
5	SIC-6	IPE 100	25	304,7	101	375	685	840	1038	1081	-	-
6	SIC-11	IPE 100	20	304,7	103	500	727	884	1078	-	-	-

Tablica 7

Średnie wartości temperatury zarejestrowanej w badanych elementach belkowych, w [°C] wg [2.4]

Nr	Typ	Profil		Temperatura [°C] po czasie				
				30 [min]	60 [min]	90 [min]	120 [min]	150 [min]
7	RB-1	IPE 400 L= 1,00 m d = 15 mm (M)	półka dolna	104	277	478	629	971
			środek	135	303	486	627	792
			półka górna	111	264	423	573	727
			średnia w elemencie	117	281	462	609	830
8	LB-1	IPE 400 L=5,00 m d = 15 mm (M)	półka dolna	118	393	696	984	1026
			środek	157	404	641	993	1048
			półka górna	116	342	578	958	1040
			średnia w elemencie	130	380	638	978	1038

* - od 91 minuty badania temperatura była mierzona na elemencie LB-1 po zdjęciu obciążenia

6.2. Badania [2.7], [2.8], [2.9]

Tablica 8.

Średnia temperatura zarejestrowana w poszczególnych słupowych elementach próbnych, w °C (badania [2.7], [2.8], [2.9]).

Nr	Typ	Profil	d _p rzecz [mm]	A _m /V rzecz [m ⁻¹]	Temperatura [°C] po czasie					
					30 [min]	60 [min]	90 [min]	120 [min]	150 [min]	170 [min]
7	SC21	203x203x52	15,3	131	166	439	634	1071	-	-
8	SC23	203x203x52	25,5	131	98	185	397	577	946	-
9	SC24	203x203x52	30,1	131	93	120	286	466	625	740
10	SC26	203x102x23	15,3	223	213	573	808	1074	-	-

11	SC27	203x102x23	20,4	223	111	384	629	804	1083	-
12	SC28	203x102x23	25,5	223	101	235	522	749	1095	-
13	SC29	203x102x23	30,1	223	98	128	378	600	775	1121

Tablica 9.

Średnie wartości temperatury zarejestrowanej w badanych elementach belkowych, w [°C]^{*)} wg [2.9]

Nr	Typ	Profil		Temperatura [°C] po czasie			
				30 [min]	60 [min]	90 [min]	109 [min]
16	UB1	IPE 400 L = 1,00 m d = 30,1 mm (M)	półka dolna	72	98	222	336
			środek	73	101	221	327
			półka górna	71	97	165	249
			średnia w elemencie	72,0	98,7	202,7	304,0
			18	LB1	IPE 400 L=5,00 m d = 30,1mm (M)	półka dolna	84
środek	83	119				357	604
półka górna	83	105				268	469
średnia w elemencie	83,3	141,7				357,3	579,7

*) – od 92 minuty badania temperatura była mierzona na elemencie LB1 po zdjęciu obciążenia

7. Średnie wartości temperatury stali zarejestrowane w badaniach układów dwuwarstwowych [2.5], [2.6] i [2.10]

7.1. Badanie [2.5]

Tablica 10.

Średnia temperatura zarejestrowana w poszczególnych słupowych elementach próbnym, w °C (badanie [2.5])

Nr	Typ	Profil	d _p rzecz [mm]	A _m /V rzecz [m ⁻¹]	Temperatura [°C] po czasie							
					30 [min]	60 [min]	90 [min]	120 [min]	150 [min]	180 [min]	210 [min]	215 [min]
1	SIC-4	HEA 300	30,2	111,4	81	104	228	362	492	617	725	742
2	SIC-7	IPE 200	30,2	216,5	97	117	328	528	678	770	934	977
3	SIC-9	IPE 200	44,9	216,5	81	98	115	177	388	569	718	743
4	SIC-11	IPE 100	35,1	304,7	97	110	243	501	689	829	1067	1163
5	SIC-12	IPE 100	44,9	304,7	87	98	113	197	429	618	793	833
6	SIC-13	IPE 100	49,9	304,7	81	98	103	119	269	483	688	721

Tablica 11.

Średnie wartości temperatury zarejestrowanej w badanych elementach belkowych, w [°C] (badanie [2.5])

Średnie wartości temperatury zarejestrowanej w badanych elementach belkowych, w [°C] (badanie [2.5])									
Nr	Typ	Profil		Temperatura [°C] po czasie [min]					
				60	90	120	150	180	210
7	RB-2	IPE 400 L= 1,00 m d = 30 mm	półka dolna	96	162	313	441	691	962
			średnik	116	231	340	438	557	984
			półka górna	97	182	292	390	513	950
			średnia w elemencie	103	192	315	423	587	965
			półka dolna	95	185	351	595	1074	1117
8	LB-2	IPE 400 L=5,00 m d = 30 mm	średnik	101	217	354	573	1076	1108
			półka górna	96	186	308	492	1066	1103
			średnia w elemencie	97	196	338	553	1072	1109
			półka dolna	95	185	351	595	1074	1117
			średnik	101	217	354	573	1076	1108

*) – od 148 minut badania temperatura była mniejsza niż 100°C

*) – od 148 minuty badania temperatura była mierzona na elemencie LB-2 po zdjęciu obciążenia

7.2. Badania [2.6]

Tablica 12.

Średnia temperatura zarejestrowana w poszczególnych słupowych elementach próbnym, w °C (badanie [2.6])

Nr	Typ	Profil	d _p rzecz [mm]	A _m /V rzecz [m ⁻¹]	Temperatura [°C] po czasie [min]							
					60	90	120	150	180	210	240	270
1	SIC-1	HEM 280	30,2	52,1	96	159	247	332	423	510	597	885
2	SIC-2	HEM 280	35,1	52,1	93	114	193	271	346	430	525	730
3	SIC-3	HEM 280	44,9	52,1	79	97	111	173	246	321	408	518
4	SIC-5	HEA 300	44,9	111,4	95	103	122	214	314	411	518	824
5	SIC-6	HEA 300	49,9	111,4	94	100	110	146	243	340	444	581
6	SIC-10	IPE 200	49,9	216,5	96	105	128	229	404	566	716	1172

Tablica 13.

Wartości temperatury charakterystycznej zarejestrowane w badanych elementach belkowych, w [°C] (badanie [2.6])

Wartości temperatury charakterystycznej zarejestrowane w badanych elementach belkowych, w [°C] (badanie [2.6])										
Nr	Typ	Profil		Temperatura [°C] po czasie [min]						
				60	90	120	150	180	210	240
7	RB-3	IPE 400 L = 1,00 m d = 50 mm	półka dolna	123	107	103	129	245	374	915
			środnik	94	102	109	148	254	357	627
			półka górna	94	98	105	139	225	314	575
			średnia w elemencie	104	102	106	139	242	348	706
8	LB-3	IPE 400 L = 5,00 m d = 50 mm	półka dolna	95	95	113	193	342	496	968
			środnik	95	98	107	160	281	456	879
			półka górna	95	96	103	138	228	406	730
			średnia w elemencie	95	96	108	164	283	453	859

*) – od 235 minuty badania temperatura była nieznacznie niższa niż w poprzednich pomiarach.

*) – od 235 minuty badania temperatura była mierzona na elemencie LB-3 po zdjęciu obciążenia

7.3. Badania [2.10]

Tablica 14.

Średnia temperatura zarejestrowana w poszczególnych słupowych elementach próbnych, w °C (badanie [2.10])

Nr	Typ	Profil	d _p rzecz [mm]	A _m /V rzech [m ⁻¹]	Temperatura [°C] po czasie [min]				
					30	60	90	120	150
7	SC30	203x102x23	35,7	223	89	109	187	485	1103

8. Zakres oceny

8.1. Ocena dla układów jednowarstwowych

Oceny skuteczności ogniochronnej systemu GLASROC F w układzie jednowarstwowym dokonano w następującym zakresie:

- grubość zabezpieczenia - 15 + 30 mm
- wskaźnik ekspozycji - 47 + 335 m⁻¹
- temperatura krytyczna - 350°C + 700°C

8.2. Ocena dla układów wielowarstwowych

Oceny skuteczności ogniochronnej systemu GLASROC F w układzie wielowarstwowym dokonano w następującym zakresie:

- grubość zabezpieczenia - 30 + 50 mm
- wskaźnik ekspozycji - 47 + 335 m⁻¹
- temperatura krytyczna - 350°C + 700°C

9. Skorygowane czasy do osiągnięcia temperatury

9.1. Badania dla układów jednowarstwowych

W Tablicach 15 i 16, dla zbadanych układów jednowarstwowych wyznaczono wartości współczynnika korekcyjnego k_{min} , k_{max} z uwagi na przyczepność / trwałość izolacji na elementach deformujących się pod obciążeniem.

Tablica 15.

Czas do osiągnięcia temperatury obliczeniowej i wyznaczenie współczynników korekcyjnych k_{min} dla minimalnych grubości płyty 15 mm – układ jednowarstwowy

Typ	Grubość zabezpieczenia [mm]	Wskaźnik ekspozycji A _m /V [m ⁻¹]	Czas (charakterystyczny) do osiągnięcia temperatury obliczeniowej [min]								
			300°C	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
LB-1	15,1	122,5	49	55	61	66	71,5	77,5	84	88,5	92
RB-1	15,1	122,5	62	71	79	87	96	106	117,5	128,5	137,5
t _c (d _{min})	15		49	55	61	66	71,5	77,5	84	88,5	92
k _{min}	15		0,790	0,775	0,772	0,759	0,745	0,731	0,715	0,689	0,669

Tablica 16.

Czas do osiągnięcia temperatury obliczeniowej i wyznaczenie współczynników korekcyjnych k_{max} dla maksymalnych grubości płyty 30 mm

Typ	Grubość zabezpieczenia [mm]	Wskaźnik ekspozycji A_m/V [m^{-1}]	Czas (charakterystyczny) do osiągnięcia temperatury obliczeniowej [min]								
			300°C	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
LB-18	30	121	56	63	70,5	77,5	84,5	91,5	92	93	94
RB-16	30	121	104	113	122,5	132	137	140	143	146,5	149,5
$t_c(d_{max})$	30		56	63	70,5	77,5	84,5	91,5	92	93	94
k_{max}	30		0,538	0,558	0,576	0,587	0,617	0,654	0,643	0,635	0,629

Trwałość / przyczepność obudowy w systemie GLASROC F w układzie jednowarstwowym ulega obniżeniu pod wpływem deformacji elementu pracującego pod obciążeniem. Na podstawie przeprowadzonej analizy, do obliczeń przyjmuje się współczynniki korekcyjne „k” o wartościach podanych w Tablicach 15 i 16.

W Tablicach 17 i 18 dla poszczególnych zbadanych słupów, zestawiono czasy do osiągnięcia temperatury obliczeniowej bez uwzględnienia współczynnika korekcyjnego (Tablica 17) oraz przy uwzględnieniu współczynnika korekcyjnego (Tablica 18)

Tablica 17

Czasy do osiągnięcia temperatur obliczeniowych bez uwzględnienia współczynnika korekcyjnego (bez korekty)

Typ	Grubość zabezpieczenia [mm]	Wskaźnik ekspozycji A_m/V [m^{-1}]	Czas [min] osiągnięcia temperatury średniej								
			300°C	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
1	25,1	52,1	109	124	139	155	170,5	187,5	204,5	221,5	235
2	20	52,1	89	102,5	116	129,5	143,5	159	175	191	203
3	15,1	52,1	72	83,5	95,5	108	121	135	150,5	164,5	171,5
4	29,9	304,7	74,5	78,5	82,5	87,5	92,5	98	104	111	118,5
5	24,9	304,7	55	58	62	66	70	74,5	79,5	85,5	92,5
6	20	304,7	44,5	48	51,5	55,5	60	65	70	76,5	84,5
7	15,3	131	43	49	55	61	68	75	84	92	99
8	25,3	131	75	82	90	98	106	115	124	132	136
9	30,1	131	92	100	108	117	126	135	145	154	163
10	15,3	223	35	39	43	47	52	57	63	69	77
11	20,4	223	52	56	61	66	72	78	85	93	101
12	25,5	223	66	70	76	81	87	93	100	107	114
13	30,1	223	81	86	92	98	105	112	119	127	136

Tablica 18

Czasy do osiągnięcia temperatur obliczeniowych z uwzględnieniem współczynnika korekcyjnego rzeczywistego k (z korektą)

Typ	Grubość zabezpieczenia [mm]	Wskaźnik ekspozycji A_m/V [m ⁻¹]	Czas [min] osiągnięcia temperatury średniej								
			300°C	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
1	25,1	52,1	67,8	78,1	89,1	99,8	112,4	127,3	136,4	144,6	150,9
2	20	52,1	62,8	72,0	82,0	90,8	100,7	112,1	120,9	128,2	133,2
3	15,1	52,1	56,9	64,7	73,7	82,0	90,1	98,7	107,6	113,3	114,7
4	29,9	304,7	40,1	43,8	47,5	51,4	57,1	64,1	66,9	70,5	74,5
5	24,9	304,7	34,2	36,5	39,7	42,5	46,1	50,6	53,0	55,8	59,4
6	20	304,7	31,4	33,7	36,4	38,9	42,1	45,8	48,4	51,3	55,4
7	15,3	131	34,0	38,0	42,5	46,3	50,7	54,8	60,1	63,4	66,2
8	25,3	131	46,7	51,7	57,7	63,1	69,9	78,1	82,7	86,2	87,3
9	30,1	131	49,5	55,8	62,2	68,7	77,7	88,3	93,2	97,8	102,5
10	15,3	223	27,7	30,2	33,2	35,7	38,7	41,7	45,0	47,5	51,5
11	20,4	223	36,7	39,3	43,1	46,3	50,5	55,0	58,7	62,4	66,3
12	25,5	223	41,1	44,1	48,7	52,2	57,3	63,1	66,7	69,9	73,2
13	30,1	223	43,6	48,0	53,0	57,5	64,8	73,2	76,5	80,6	85,5

9.2. Badania dla układów dwuwarstwowych

W Tablicach 19 i 20, dla zbadanych układów dwuwarstwowych wyznaczono wartości współczynnika korekcyjnego k_{min} , k_{max} z uwagi na przyczepność / trwałość izolacji na elementach deformujących się pod obciążeniem.

Tablica 19.

Czas do osiągnięcia temperatury obliczeniowej i wyznaczenie współczynników korekcyjnych k_{min} dla minimalnych grubości obudowy 30mm=15+15 mm—układ dwuwarstwowy

Typ	Grubość zabezpieczenia [mm]	Wskaźnik ekspozycji A_m/V [m ⁻¹]	Czas (charakterystyczny) do osiągnięcia temperatury obliczeniowej [min]								
			300°C	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
LB-2	30=15+15	122,5	110,5	120	127,5	132,5	138	143	148	153,5	157
RB-2	30=15+15	122,5	115,5	128,5	142,5	156,5	166,5	174	179	184	189
$t_c(d_{min})$	30=15+15		110,5	120	127,5	132,5	138	143	148	153,5	157
k_{min}	30=15+15		0,957	0,934	0,895	0,847	0,829	0,822	0,827	0,834	0,831

Tablica 20.

Czas do osiągnięcia temperatury obliczeniowej i wyznaczenie współczynników korekcyjnych k_{max} dla maksymalnych grubości obudowy 50mm=20mm+30 mm – układ dwuwarstwowy

Typ	Grubość zabezpieczenia [mm]	Wskaźnik ekspozycji A_m/V [m^{-1}]	Czas (charakterystyczny) do osiągnięcia temperatury obliczeniowej [min]								
			300°C	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
LB-3	20+30	122,5	184	196	203,5	209,5	215,5	222	228,5	232	235
RB-3	20+30	122,5	196,5	210,5	220,5	222	223,5	226,5	229,5	232,5	236
$t_c(d_{max})$	20+30		184	196	203,5	209,5	215,5	222	228,5	232	235
k_{max}	20+30		0,936	0,931	0,923	0,944	0,964	0,980	0,996	0,998	0,996

W Tablicach 21 i 22 dla poszczególnych zbadanych słupów, zestawiono czasy do osiągnięcia temperatury obliczeniowej bez uwzględnienia współczynnika korekcyjnego (Tablica 21) oraz przy uwzględnieniu współczynnika korekcyjnego (Tablica 22)

Tablica 21

Czasy do osiągnięcia temperatur obliczeniowych bez uwzględnienia współczynnika korekcyjnego ($k=1,00$)

Typ	Grubość zabezpieczenia [mm]	Wskaźnik ekspozycji A_m/V [m^{-1}]	Czas [min] osiągnięcia temperatury średniej								
			300°C	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
1	30,2	111,4	105	117	129	140,5	152	164	176	188,5	202
2	30,2	216,5	86,5	93	99,5	107	115,5	123,5	133	143,5	155,5
3	44,9	216,5	137,5	144,5	152	159,5	168	176,5	186	195,5	205,5
4	35,1	304,7	96	101	107	113	120	127	134	143	152,5
5	44,9	304,7	132,5	139	146	153	160,5	168,5	177	185,5	193,5
6	49,9	304,7	154	160,5	167,5	175	182,5	190	197	204,5	212
7	30,2	52,1	139	155,5	172	189	206,5	224	241	256,5	264
8	35,1	52,1	162	182	199,5	216,5	232	247	259,5	267,5	269,5
9	44,9	52,1	202	220	237	253	267	273,5	275	276,5	278,5
10	44,9	111,4	175,5	191,5	207	221,5	235	248,5	261	266	268
11	49,9	111,4	197,5	213	228	241,5	254	265	270,5	272	274
12	49,9	216,5	162	170	179	188,5	198	207	216,5	226,5	236,5
13	35,7	223	103	108	113	117	120	124	127	129	131

Tablica 22

Czasy do osiągnięcia temperatur obliczeniowych z uwzględnieniem współczynnika korekcyjnego rzeczywistego k (z korektą)

Typ	Grubość zabezpieczenia [mm]	Wskaźnik ekspozycji $A_m/V [m^{-1}]$	Czas [min] osiągnięcia temperatury redniej								
			300°C	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
1	30,2	111,4	100,5	109,3	115,5	119,0	126,0	134,8	145,6	157,2	167,9
2	30,2	216,5	82,8	86,9	89,1	90,6	95,7	101,5	110,0	119,7	129,2
3	44,9	216,5	129,4	134,7	139,2	146,6	156,2	166,1	177,3	187,1	196,0
4	35,1	304,7	91,4	94,2	96,5	98,4	103,6	109,3	116,4	125,1	133,0
5	44,9	304,7	124,7	129,5	133,7	140,6	149,3	158,6	168,7	177,5	184,6
6	49,9	304,7	144,1	149,4	154,6	165,2	175,9	186,2	196,2	204,1	211,2
7	30,2	52,1	133,0	145,2	153,9	160,1	171,2	184,1	199,3	213,9	219,4
8	35,1	52,1	154,2	169,8	179,9	188,6	200,2	212,7	225,5	234,1	235,0
9	44,9	52,1	190,1	205,0	217,1	232,5	248,3	257,4	262,1	264,6	265,7
10	44,9	111,4	165,1	178,5	189,6	203,6	218,6	233,8	248,7	254,6	255,7
11	49,9	111,4	184,9	198,3	210,4	228,0	244,9	259,7	269,4	271,5	272,9
12	49,9	216,5	151,6	158,3	165,2	177,9	190,9	202,9	215,6	226,0	235,6
13	35,7	223	98,1	100,8	101,9	101,9	103,6	106,8	110,4	112,9	114,2

10. Wyniki obliczeń metodą regresji

10.1. Obliczenia dla układów jednowarstwowych

WSPÓŁCZYNNIKI REGRESJI			KOR= 0,98
	Obliczone	Skorygowane	
A0=	3,603808	3,531731	
A1=	0,40458	0,396489	
A2=	-72,2186	-70,7742	
A3=	-0,00017	-0,00017	
A4=	0,001939	0,0019	
A5=	0,247039	0,242098	
A6=	2,590071	2,53827	
A7=	1311,333	1285,107	
R2=	0,992756	0,989762	

W Tablicy 23 dokonano zestawienia przewidywanych (obliczonych) czasów do uzyskania temperatury.

Tablica 23
Przewidywane (obliczone) czasy do osiągnięcia temperatury – układy jednowarstwowe

Typ	Grubość zabezpieczenia [mm]	Wskaźnik ekspozycji $A_m/V [m^{-1}]$	Czas [min] osiągnięcia temperatury średniej							
			350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
1	25,1	52,1	78,6	89,2	99,8	110,5	121,1	131,8	142,4	153,1
2	20	52,1	71,8	80,8	89,7	98,7	107,7	116,7	125,6	134,6
3	15,1	52,1	65,3	72,6	80,0	87,4	94,7	102,1	109,5	116,9
4	29,9	304,7	43,7	48,2	52,6	57,0	61,5	65,9	70,3	74,8
5	24,9	304,7	38,2	41,9	45,7	49,5	53,2	57,0	60,8	64,5
6	20	304,7	32,8	35,9	39,0	42,1	45,2	48,3	51,4	54,5
7	15,3	131	37,9	41,8	45,6	49,4	53,2	57,1	60,9	64,7
8	25,3	131	49,6	55,3	61,0	66,7	72,4	78,1	83,8	89,5
9	30,1	131	55,2	61,8	68,4	75,0	81,6	88,2	94,8	101,4
10	15,3	223	30,4	33,3	36,1	39,0	41,8	44,6	47,5	50,3
11	20,4	223	36,2	39,8	43,4	47,0	50,6	54,2	57,8	61,4
12	25,5	223	41,9	46,3	50,6	55,0	59,4	63,7	68,1	72,5
13	30,1	223	47,1	52,1	57,2	62,2	67,3	72,3	77,4	82,4

10.2. Obliczenia dla układów dwuwarstwowych

WSPÓŁCZYNNIKI REGRESJI			KOR= 0,90
	Obliczone	Skorygowane	
A0=	24,27806	21,85025	
A1=	0,603987	0,543588	
A2=	285,4391	256,8952	
A3=	-0,20131	-0,18118	
A4=	0,008364	0,007527	
A5=	-0,50229	-0,45206	
A6=	24,17406	21,75665	
A7=	-7520,01	-6768,01	
R2=	0,932937	0,814708	

W Tablicy 24 dokonano zestawienia przewidywanych (obliczonych) czasów do uzyskania temperatury.

Tablica 24

Przewidywane (obliczone) czasy do osiągnięcia temperatury – układy dwuwarstwowe

Typ	Grubość zabezpieczenia [mm]	Wskaźnik ekspozycji $A_m/V [m^{-1}]$	Czas [min] osiągnięcia temperatury średnie							
			350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
1	30,2	111,4	88,8	94,7	100,7	106,6	112,5	118,5	124,4	130,4
2	30,2	216,5	72,1	76,3	80,4	84,6	88,8	93,0	97,2	101,3
3	44,9	216,5	125,5	133,7	141,9	150,0	158,2	166,4	174,6	182,7
4	35,1	304,7	84,1	89,3	94,4	99,5	104,6	109,7	114,8	120,0
5	44,9	304,7	118,5	126,5	134,6	142,7	150,8	158,8	166,9	175,0
6	49,9	304,7	136,0	145,6	155,1	164,7	174,3	183,9	193,5	203,1
7	30,2	52,1	127,9	138,0	148,0	158,1	168,2	178,3	188,4	198,5
8	35,1	52,1	152,7	162,5	172,3	182,1	191,9	201,7	211,5	221,3
9	44,9	52,1	202,4	211,7	220,9	230,1	239,4	248,6	257,9	267,1
10	44,9	111,4	148,5	157,0	165,5	174,0	182,5	191,0	199,5	208,0
11	49,9	111,4	168,8	178,2	187,6	196,9	206,3	215,6	225,0	234,4
12	49,9	216,5	143,7	153,2	162,8	172,3	181,8	191,4	200,9	210,4
13	35,7	223	91,5	97,1	102,8	108,4	114,0	119,7	125,3	130,9

11. Akceptacja zastosowanej metody oceny**11.1. Układy jednowarstwowe**

Kryteria akceptacji wyników dokonanej oceny w zakresie temperatury kształtowników stalowych oraz sprawdzenie tych kryteriów podano w Tablicy 25.

Tablica 25

Akceptacja zastosowanej metody oceny – dla układów jednowarstwowych

Analiza akceptowalności			
Kryterium	Opis	Wartość	Sprawdzenie
13.5 a)	Różnica pomiędzy przewidywanym a skorygowanym czasem osiągnięcia temperatury dla każdego elementu $\leq 15\%$	8,82%	OK
13.5 b)	Średnia wartość wszystkich różnic procentowych $< 0\%$	-1,79%	OK
13.5 c)	Maksymalnie 30% poszczególnych wartości z wszystkich różnic procentowych $> 0\%$	25,0%	OK

Wszystkie kryteria akceptacji wg EN 13381-4 zostały spełnione.

11.2. Układy dwuwarstwowe

Kryteria akceptacji wyników dokonanej oceny w zakresie temperatury kształtowników stalowych oraz sprawdzenie tych kryteriów podano w Tablicy 26.

Tablica 26
Akceptacja zastosowanej metody oceny – dla układów dwuwarstwowych

Analiza akceptowalności			
Kryterium	Opis	Wartość	Sprawdzenie
13.5 a)	Różnica pomiędzy przewidywanym a skorygowanym czasem osiągnięcia temperatury dla każdego elementu $\leq 15\%$	14,63%	OK
13.5 b)	Średnia wartość wszystkich różnic procentowych $< 0\%$	-9,46%	OK
13.5 c)	Maksymalnie 30% poszczególnych wartości z wszystkich różnic procentowych $> 0\%$	6,73%	OK

Wszystkie kryteria akceptacji wg EN 13381-4 zostały spełnione.

12. Wymagane grubości zabezpieczenia w systemie GLASROC F

12.1. Wymagane grubości zabezpieczenia w układzie jednowarstwowym

Wymagane minimalne grubości zabezpieczenia w systemie GLASROC F, w zależności od wskaźnika ekspozycji oraz temperatury obliczeniowej stali, dla elementów o profilach otwartych i zamkniętych, dla układów jednowarstwowych podano w Tablicach 27-32. Wymagania ustalono dla zakresu wskaźników ekspozycji oraz temperatur obliczeniowych podanych w p. 8.

Tablica 27
Wymagane grubości zabezpieczenia w systemie GLASROC F
dla klasy odporności ogniowej R15 – zabezpieczenie jednowarstwowe

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤70	15	15	15	15	0	0	0	0
80	15	15	15	15	0	0	0	0
90	15	15	15	15	15	0	0	0
100	15	15	15	15	15	0	0	0
110	15	15	15	15	15	15	0	0
120	15	15	15	15	15	15	0	0
130	15	15	15	15	15	15	15	0
140	15	15	15	15	15	15	15	0
150-335	15	15	15	15	15	15	15	15
>335	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 28

Wymagane grubości zabezpieczenia w systemie GLASROC F
dla klasy odporności ogniowej R30 – zabezpieczenie jednowarstwowe

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤47	15	15	15	15	15	15	15	15
50	15	15	15	15	15	15	15	15
60	15	15	15	15	15	15	15	15
70	15	15	15	15	15	15	15	15
80	15	15	15	15	15	15	15	15
90	15	15	15	15	15	15	15	15
100	15	15	15	15	15	15	15	15
110	15	15	15	15	15	15	15	15
120	15	15	15	15	15	15	15	15
130	15	15	15	15	15	15	15	15
140	15	15	15	15	15	15	15	15
150	15	15	15	15	15	15	15	15
160	15	15	15	15	15	15	15	15
170	15	15	15	15	15	15	15	15
180	15	15	15	15	15	15	15	15
190	15	15	15	15	15	15	15	15
200	15	15	15	15	15	15	15	15
210	15	15	15	15	15	15	15	15
220	15	15	15	15	15	15	15	15
230	20	15	15	15	15	15	15	15
240	20	15	15	15	15	15	15	15
250	20	15	15	15	15	15	15	15
260	20	15	15	15	15	15	15	15
270	20	15	15	15	15	15	15	15
280	20	15	15	15	15	15	15	15
290	20	15	15	15	15	15	15	15
300	20	20	15	15	15	15	15	15
310	20	20	15	15	15	15	15	15
320	20	20	15	15	15	15	15	15
330	20	20	15	15	15	15	15	15
335	20	20	15	15	15	15	15	15
> 335	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 29
Wymagane grubości zabezpieczenia w systemie GLASROC F
dla klasy odporności ogniowej R60 – zabezpieczenie jednowarstwowe

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤47	15	15	15	15	15	15	15	15
50	15	15	15	15	15	15	15	15
60	20	15	15	15	15	15	15	15
70	25	20	15	15	15	15	15	15
80	25	20	20	15	15	15	15	15
90	30	25	20	15	15	15	15	15
100	30	25	20	20	15	15	15	15
110	-	30	25	20	20	15	15	15
120	-	30	25	20	20	20	15	15
130	-	30	25	25	20	20	15	15
140	-	30	30	25	20	20	20	15
150	-	-	30	25	25	20	20	20
160	-	-	30	25	25	20	20	20
170	-	-	30	30	25	25	20	20
180	-	-	30	30	25	25	20	20
190	-	-	-	30	25	25	20	20
200	-	-	-	30	25	25	25	20
210	-	-	-	30	30	25	25	20
220	-	-	-	30	30	25	25	20
230	-	-	-	30	30	25	25	25
240	-	-	-	30	30	25	25	25
250	-	-	-	30	30	25	25	25
260	-	-	-	-	30	30	25	25
270	-	-	-	-	30	30	25	25
280	-	-	-	-	30	30	25	25
290	-	-	-	-	30	30	25	25
300	-	-	-	-	30	30	25	25
310	-	-	-	-	30	30	25	25
320	-	-	-	-	30	30	25	25
330	-	-	-	-	30	30	30	25
335	-	-	-	-	30	30	30	25
> 335	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 30

Wymagane grubości zabezpieczenia w systemie RIDURIT
dla klasy odporności ogniowej R90 – zabezpieczenie jednowarstwowe

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤47	30	25	20	15	15	15	15	15
50	-	25	20	20	15	15	15	15
60	-	-	25	25	20	15	15	15
70	-	-	30	25	25	20	20	15
80	-	-	-	30	25	25	20	20
90	-	-	-	-	30	25	25	20
100	-	-	-	-	30	30	25	25
110	-	-	-	-	-	30	25	25
120	-	-	-	-	-	30	30	25
130	-	-	-	-	-	-	30	30
140	-	-	-	-	-	-	30	30
150	-	-	-	-	-	-	-	30
160	-	-	-	-	-	-	-	30
170	-	-	-	-	-	-	-	30
>170	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 31

Wymagane grubości zabezpieczenia w systemie RIDURIT
dla klasy odporności ogniowej R120 – zabezpieczenie jednowarstwowe

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤47	-	-	-	30	25	20	20	15
50	-	-	-	30	25	20	20	15
60	-	-	-	-	30	30	25	20
70	-	-	-	-	-	30	30	25
80	-	-	-	-	-	-	30	30
90	-	-	-	-	-	-	-	30
> 90	-	-	-	-	-	-	-	-

12.2. Wymagane grubości zabezpieczenia w układzie wielowarstwowym

Wymagane minimalne grubości zabezpieczenia w systemie GLASROC F, w zależności od wskaźnika ekspozycji oraz temperatury obliczeniowej stali, dla elementów o profilach otwartych i zamkniętych, dla układów wielowarstwowych podano w Tablicach 32+38. Wymagania ustalono dla zakresu wskaźników ekspozycji oraz temperatur obliczeniowych podanych w p. 8.

Tablica 32

Wymagane grubości zabezpieczenia w systemie GLASROC F
dla klasy odporności ogniowej R15 – zabezpieczenie wielowarstwowe

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤70	30	30	30	30	0	0	0	0
80	30	30	30	30	0	0	0	0
90	30	30	30	30	30	0	0	0
100	30	30	30	30	30	0	0	0
110	30	30	30	30	30	30	0	0
120	30	30	30	30	30	30	0	0
130	30	30	30	30	30	30	30	0
140	30	30	30	30	30	30	30	0
150-335	30	30	30	30	30	30	30	30
>335	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 33

Wymagane grubości zabezpieczenia w systemie RIDURIT
dla klasy odporności ogniowej R30 – zabezpieczenie wielowarstwowe

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤ 335	30	30	30	30	30	30	30	30
> 335	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 34

Wymagane grubości zabezpieczenia w systemie RIDURIT
dla klasy odporności ogniowej R60 – zabezpieczenie wielowarstwowe

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤ 335	30	30	30	30	30	30	30	30
> 335	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 35

Wymagane grubości zabezpieczenia w systemie GLASROC F
dla klasy odporności ogniowej R90 – zabezpieczenie wielowarstwowe

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤47	30	30	30	30	30	30	30	30
50	30	30	30	30	30	30	30	30
60	30	30	30	30	30	30	30	30
70	30	30	30	30	30	30	30	30
80	30	30	30	30	30	30	30	30
90	30	30	30	30	30	30	30	30
100	30	30	30	30	30	30	30	30
110	35	30	30	30	30	30	30	30
120	35	30	30	30	30	30	30	30
130	35	35	30	30	30	30	30	30
140	35	35	30	30	30	30	30	30
150	35	35	35	30	30	30	30	30
160	35	35	35	30	30	30	30	30
170	35	35	35	30	30	30	30	30
180	35	35	35	35	30	30	30	30
190	35	35	35	35	30	30	30	30
200	35	35	35	35	35	30	30	30
210	35	35	35	35	35	30	30	30
220	40	35	35	35	35	30	30	30
230	40	35	35	35	35	30	30	30
239	40	35	35	35	35	35	30	30
250	40	35	35	35	35	35	30	30
260	40	35	35	35	35	35	30	30
270	40	35	35	35	35	35	30	30
280	40	35	35	35	35	35	35	30
290	40	40	35	35	35	35	35	30
300	40	40	35	35	35	35	35	30
310	40	40	35	35	35	35	35	30
320	40	40	35	35	35	35	35	30
330	40	40	35	35	35	35	35	35
335	40	40	35	35	35	35	35	35
> 335	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 36
Wymagane grubości zabezpieczenia w systemie GLASROC F
dla klasy odporności ogniowej R120 – zabezpieczenie wielowarstwowe

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤47	30	30	30	30	30	30	30	30
50	30	30	30	30	30	30	30	30
60	35	30	30	30	30	30	30	30
70	35	35	30	30	30	30	30	30
80	35	35	35	30	30	30	30	30
90	40	35	35	35	30	30	30	30
100	40	40	35	35	35	30	30	30
110	40	40	35	35	35	35	30	30
120	40	40	40	35	35	35	35	30
130	40	40	40	35	35	35	35	30
140	45	40	40	40	35	35	35	35
150	45	40	40	40	35	35	35	35
160	45	40	40	40	35	35	35	35
170	45	40	40	40	40	35	35	35
180	45	45	40	40	40	35	35	35
190	45	45	40	40	40	35	35	35
200	45	45	40	40	40	40	35	35
210	45	45	40	40	40	40	35	35
220	45	45	40	40	40	40	35	35
230	45	45	40	40	40	40	35	35
239	45	45	45	40	40	40	40	35
250	45	45	45	40	40	40	40	35
260	45	45	45	40	40	40	40	35
270	45	45	45	40	40	40	40	35
280	45	45	45	40	40	40	40	35
290	50	45	45	40	40	40	40	35
300	50	45	45	40	40	40	40	40
310	50	45	45	40	40	40	40	40
320	50	45	45	40	40	40	40	40
330	50	45	45	45	40	40	40	40
335	50	45	45	45	40	40	40	40
> 335	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 37

Wymagane grubości zabezpieczenia w systemie GLASROC F
dla klasy odporności ogniowej R180 – zabezpieczenie wielowarstwowe

Wskaźnik ekspozycji [m ²]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤47	40	40	35	35	30	30	30	30
50	40	40	40	35	35	30	30	30
60	45	45	40	40	40	35	35	30
70	50	45	45	45	40	40	35	35
80	50	50	45	45	45	40	40	40
90	50	50	50	45	45	45	40	40
100	-	50	50	45	45	45	40	40
110	-	-	50	50	45	45	45	40
120	-	-	50	50	50	45	45	45
130	-	-	50	50	50	45	45	45
140	-	-	-	50	50	45	45	45
150	-	-	-	50	50	50	45	45
160	-	-	-	50	50	50	45	45
170	-	-	-	-	50	50	45	45
180	-	-	-	-	50	50	45	45
190	-	-	-	-	50	50	50	45
200	-	-	-	-	50	50	50	45
210	-	-	-	-	50	50	50	45
220	-	-	-	-	50	50	50	45
230	-	-	-	-	50	50	50	45
239	-	-	-	-	-	50	50	45
250	-	-	-	-	-	50	50	50
260	-	-	-	-	-	50	50	50
270	-	-	-	-	-	50	50	50
280	-	-	-	-	-	50	50	50
290	-	-	-	-	-	50	50	50
300	-	-	-	-	-	50	50	50
310	-	-	-	-	-	50	50	50
320	-	-	-	-	-	50	50	50
330	-	-	-	-	-	50	50	50
335	-	-	-	-	-	50	50	50
> 335	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 38
Wymagane grubości zabezpieczenia w systemie GLASROC F
dla klasy odporności ogniowej R240 – zabezpieczenie wielowarstwowe

Wskaźnik ekspozycji [m^2]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤ 47	50	50	50	45	45	45	40	40
50	-	50	50	50	45	45	45	40
60	-	-	-	50	50	50	45	45
70	-	-	-	-	-	50	50	50
80	-	-	-	-	-	-	50	50
90	-	-	-	-	-	-	-	50
100	-	-	-	-	-	-	-	50
> 100	-	-	-	-	-	-	-	-

Podane w Tablicach 32+38 wymagane grubości zabezpieczenia w systemie GLASROC F odnoszą się do słupów i belek stalowych o profilach otwartych i zamkniętych.

UWAGA: Podane w Tablicach 32+38 wymagane grubości zabezpieczeń wielowarstwowych dotyczą grubości sumarycznych. Zabezpieczenia mogą składać się z 2 lub 3 warstw płyt. Możliwe kombinacje grubości pojedynczych płyt są następujące:

- „30” = '15 + 15'
- „35” = '20 + 15'
- „40” = '20 + 20' lub '15 + 25'
- „45” = '20 + 25' lub '15 + 30' lub '15 + 15 + 15'
- „50” = '20 + 30' lub '25 + 25' lub '15 + 15 + 20'

13. Granice stosowalności wyników oceny

Wyniki mają zastosowanie do izolacji w systemie GLASROC F w zakresie grubości osłon ogniochronnych – 15 ÷ 50 mm, wartości wskaźnika ekspozycji przekroju - $A_m/V \leq 335 m^2$ oraz temperatur maksymalnych występujących podczas badania – 700°C.

Wyniki oceny mają zastosowanie do wszystkich gatunków stali konstrukcyjnych (oznaczenie S) wg EN 10025-1 (oprócz S 185).

Wyniki oceny mają także zastosowanie do kształtowników prefabrykowanych, w tym rur prostokątnych i okrągłych.

Wysokość średnika w zabezpieczanym przekroju nie może być większa niż 560 mm.

Ocena ma zastosowanie do metody nakładania systemu zabezpieczenia wykorzystanej podczas przygotowywania elementów próbnych i przedstawionej w p. 3.

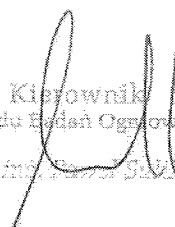
14. Uwagi końcowe

Podana ocena zachowuje ważność do dnia 30 listopada 2019.

Autor opracowania:



dr inż. Grzegorz Woźniak



Kierownik
Zakładu Badawczych
dr inż. Paweł Szwed

Załączniki:

Nr 1. Dokumentacja techniczna zabezpieczeń w systemie GLASROC F

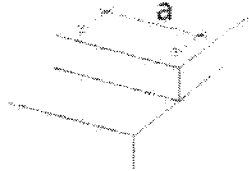
ZAŁĄCZNIK NR 1

do pracy 0785/16/R260NZP

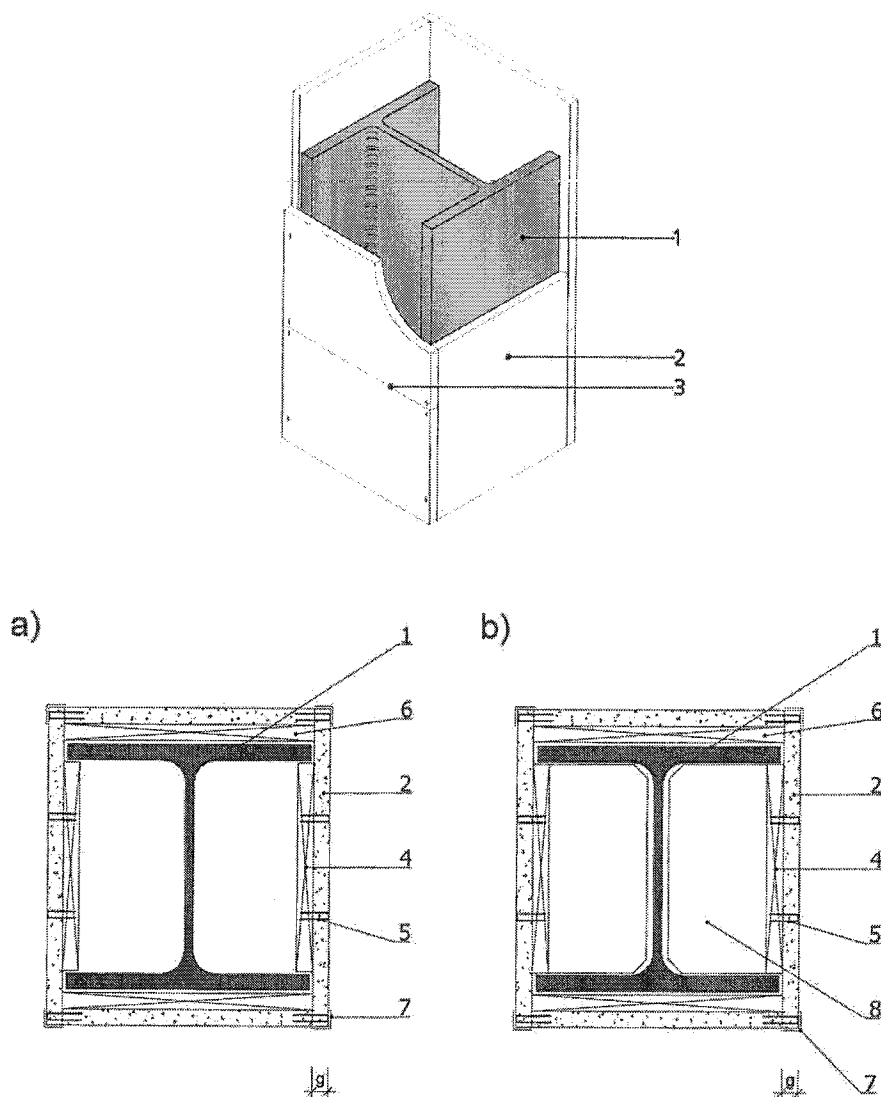
DOKUMENTACJA TECHNICZNA SYSTEMU ZABEZPIECZEŃ OGNIOPRONNYCH GLASROC F

Tablica 1.

Rodzaje połączeń, rozstaw i długości wkrętów i zszywek stosowanych w obudowach ogniochronnych systemu RIGIPS 6.10.00

Poz.	Rodzaje połączeń	Grubość płyt GLASROC F (RIDURIT) w obudowie ogniochronnej, mm	Długość, mm		Rozstaw, a, mm	
			wkrętów RIDURIT 	zszywek 	wkrętów RIDURIT 	zszywek 
1	2	3	4	5	6	7
1	Połączenia narożne (krawędziowe) 	25	58	63	a = 200 w przypadku obudowy R 30 i R 60 a = 100 w przypadku obudowy R 90, R 120, R 180 i R 240	a = 100
2		20	58	50		
3		15	40	44		
4	Połączenia powierzchniowe 	15 + 15	30*	28	a = 200	a = 100
5		15 + 20	35**	28		
6		15 + 25	40	38		
7		20 + 15	35**	28		
8		20 + 20	40	38		
9		25 + 25	50	50		

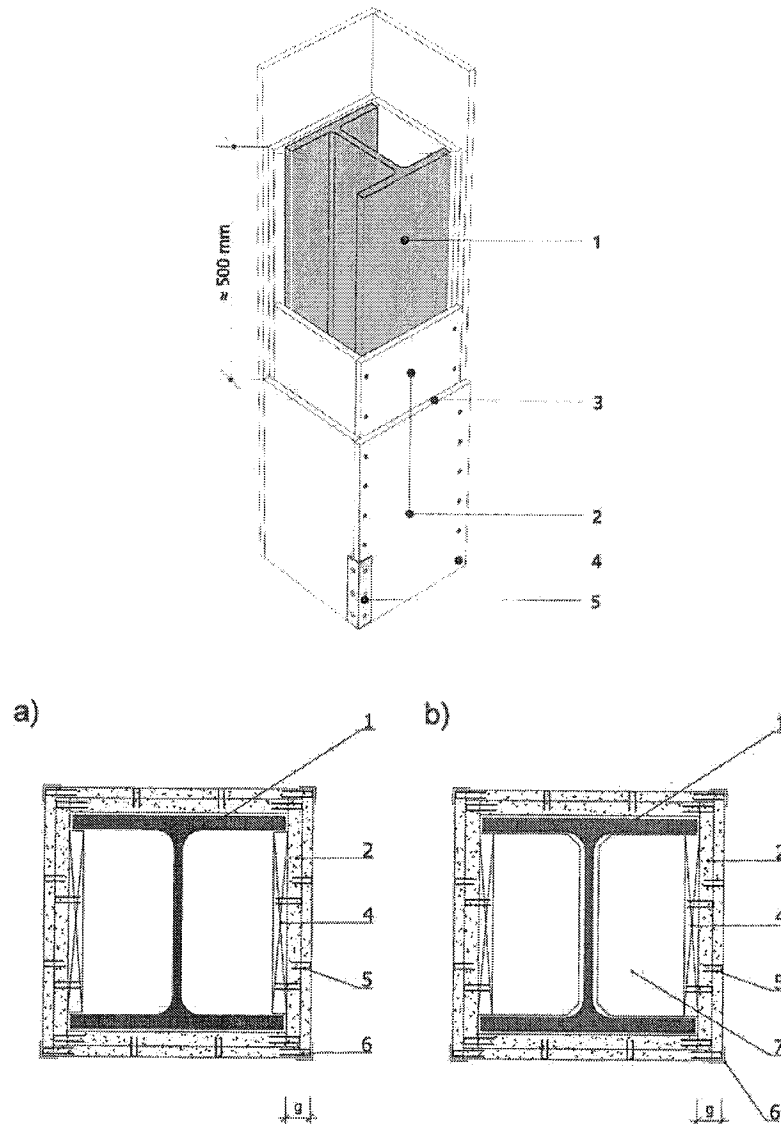
* wkręty TD 3,5 x 30
 ** wkręty TD 3,5 x 35



g — grubość izolacji ogniochronnej według p. 12.1

Rys. 1 Czterostronne zabezpieczenie ogniochronne słupów stalowych o profilu otwartym – obudowa jednowarstwowa: a) wariant dla profili o wysokości ≤ 400 mm; b) wariant dla profili o wysokości > 400 mm

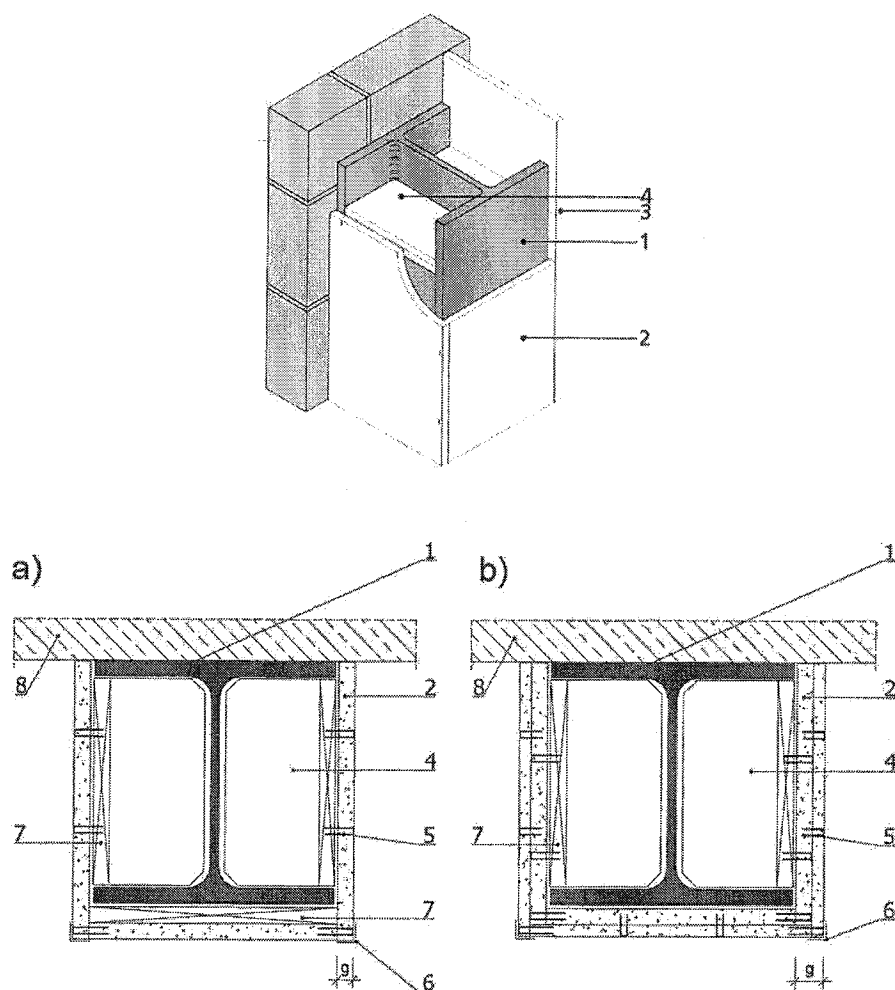
1 — słup stalowy; 2 — zabezpieczenie ogniochronne (obudowa) z płyt GLASROC F (RIDURIT); 3 — połączenie płyt GLASROC F przesunięte o co najmniej 500 mm w stosunku do połączenia płyt GLASROC F przyległej ściany obudowy; 4 — pasy z płyt GLASROC F o szerokości co najmniej 100 mm i grubości co najmniej 20 mm, wciśnięte pomiędzy półki kształtownika rozmieszczone na stykach płyt lecz w rozstawie nie większym niż 1200 mm; 5 — stalowe zszywki lub wkręty RIDURIT, według Tablicy 1; 6 — pasy z płyt GLASROC F szerokości co najmniej 100 mm i o grubości co najmniej 20 mm na stykach płyt GLASROC F lecz w rozstawie nie większym niż 1200 mm; 7 — kątownik ochraniający naroże obudowy (w zależności od potrzeby); 8 — wkładki stabilizujące z płyt GLASROC F o grubości co najmniej 20 mm, stosowane w przypadku profili o wysokości > 400 mm, wpasowane pomiędzy półki i środek kształtownika prostopadłe do obudowy w rozstawie nie większym niż 1200 mm



g - grubość izolacji ogniochronnej według p. 12.2

Rys. 2 Czterostronne zabezpieczenie ogniochronne słupów stalowych o profilu otwartym – obudowa dwuwarstwowa: **a)** wariant dla profili o wysokości ≤ 400 mm; **b)** wariant dla profili o wysokości > 400 mm

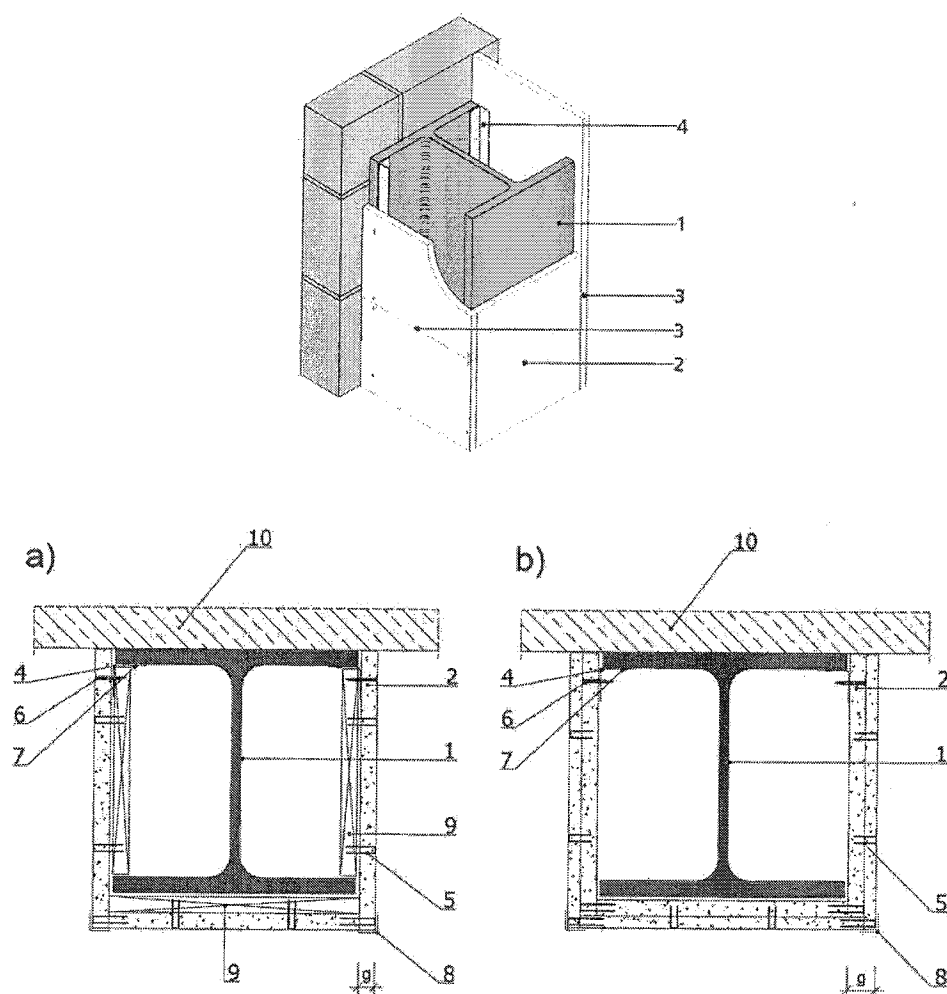
1 – słup stalowy; 2 – dwuwarstwowe zabezpieczenie ogniochronne (obudowa) z płyt GLASROC F (RIDURIT); 3 – połączenie płyt GLASROC F przesunięte o co najmniej 500 mm w stosunku do połączenia płyt GLASROC F drugiej warstwy oraz do połączenia płyt GLASROC F przyległej ściany obudowy; 4 – zszywki stalowe lub wkręty RIDURIT, według Tablicy 1; 5 – kątownik ochraniający naroże obudowy (w zależności od potrzeby); 6 – pasy z płyt GLASROC F, szerokości co najmniej 100 mm i grubości co najmniej 20 mm, wciśnięte pomiędzy półki kształtownika rozmieszczone na stykach płyt lecz w rozstawie nie większym niż 1200 mm; 7 – wkładki stabilizujące z płyt GLASROC F o grubości co najmniej 20 mm, stosowane w przypadku profili o wysokości > 400 mm, wpasowane pomiędzy półki i środek kształtownika prostopadle do obudowy w rozstawie nie większym niż 1200 mm



g – grubość izolacji ogniochronnej według p. 12.1 i p. 12.2

Rys. 3 Trójstronne zabezpieczenie ogniochronne słupów stalowych o profilu otwartym – metoda I
a) obudowa jednowarstwowa, b) obudowa dwuwarstwowa

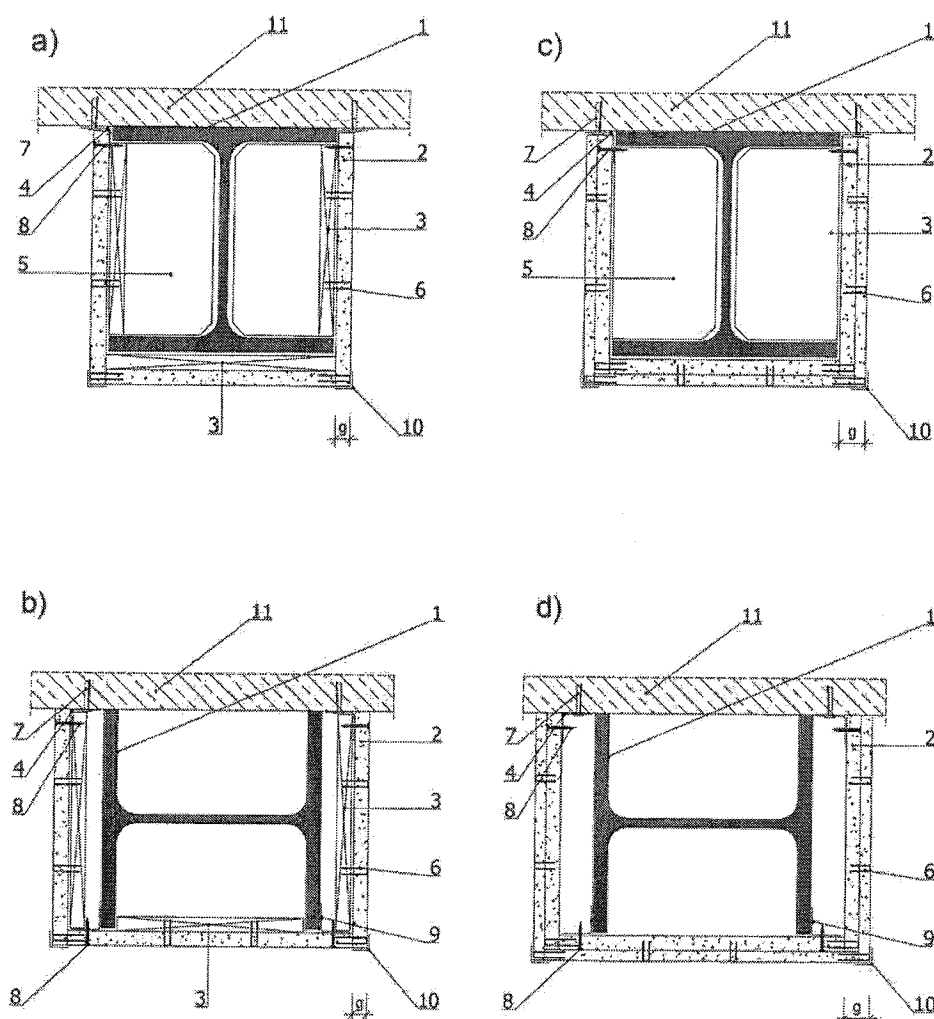
1 – słup stalowy; 2 – zabezpieczenie ogniochronne (obudowa) z płyt GLASROC F (RIDURIT); 3 – połączenie płyt GLASROC F przesunięte o co najmniej 500 mm w stosunku do połączenia płyt GLASROC F drugiej warstwy oraz do połączenia płyt GLASROC F przyległej ściany obudowy; 4 – wkładki stabilizujące z płyt GLASROC F prostopadle do obudowy, grubości co najmniej 20 mm, wpasowane pomiędzy półki i środnik kształtownika w rozstawie nie większym niż 1200 mm; 5 – stalowe zszywki lub wkręty RIDURIT, według Tablicy 1; 6 – kątownik ochraniający naroże obudowy (w zależności od potrzeby); 7 – pasy z płyt GLASROC F o szerokości co najmniej 100 mm i grubości co najmniej 20 mm stosowane na stykach płyt GLASROC F lecz w rozstawie nie większym niż 1200 mm; 8 – ściana klasy odporności ogniowej nie mniejszej niż klasa odporności ogniowej zabezpieczonego słupa



g – grubość izolacji ogniochronnej według p. 12.1 i p. 12.2

Rys. 4 Trójboczne zabezpieczenie ogniochronne słupów stalowych o profilu otwartym — metoda II
a) obudowa jednowarstwowa, b) obudowa dwuwarstwowa

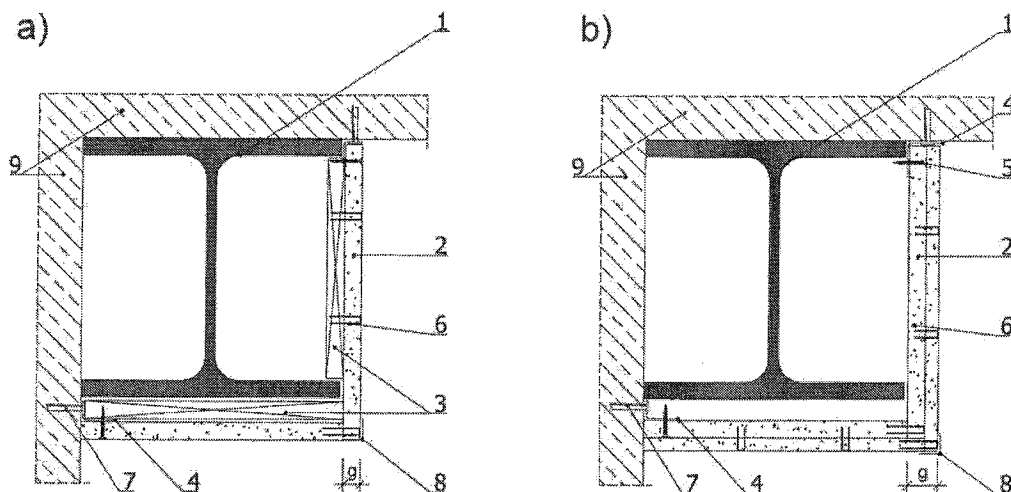
1 — słup stalowy; 2 — zabezpieczenie ogniochronne (obudowa) z płyt GLASROC F (RIDURIT); 3 — połączenie płyt GLASROC F przesunięte o co najmniej 500 mm w stosunku do połączenia płyt GLASROC F drugiej warstwy oraz do połączenia płyt GLASROC F przyległej ściany obudowy; 4 — ciągły kątownik montażowy z blachy stalowej, ocynkowanej 40 x 40 x 0,6 + 1 mm lub 40 x 20 x 0,6 + 1 mm albo profil RIGIPS UD 30 ULTRASTIL, przymocowany bezpośrednio do obudowywanej konstrukcji stalowej za pomocą kołków wstrzeliwanych według w rozstawie nie większym niż 750 mm; 5 — stalowe zszywki lub wkręty RIDURIT, według Tablicy 1; 6 — wkręty do blachy Ø 3,9 mm, o co najmniej o 10 mm dłuższe od grubości łączonych elementów, w rozstawie nie większym niż 100 mm; 7 — wstrzeliwany kołek mocujący kątownik montażowy do obudowywanej konstrukcji; 8 — kątownik ochraniający narożne obudowy (w zależności od potrzeby); 9 — pasy z płyt GLASROC F o szerokości co najmniej 100 mm i grubości co najmniej 20 mm, stosowane na stykach płyt GLASROC F lecz w rozstawie nie większym niż 1200 mm; 10 — ściana klasy odporności ogniowej nie mniejszej niż klasa odporności ogniowej zabezpieczonego słupa



g – grubość izolacji ogniochronnej według p. 12.1 i p. 12.2

Rys. 5 Trójsłonne zabezpieczenie ogniochronne słupów stalowych o profilu otwartym — metoda III
a), b) obudowa jednowarstwowa, c), d) obudowa dwuwarstwowa

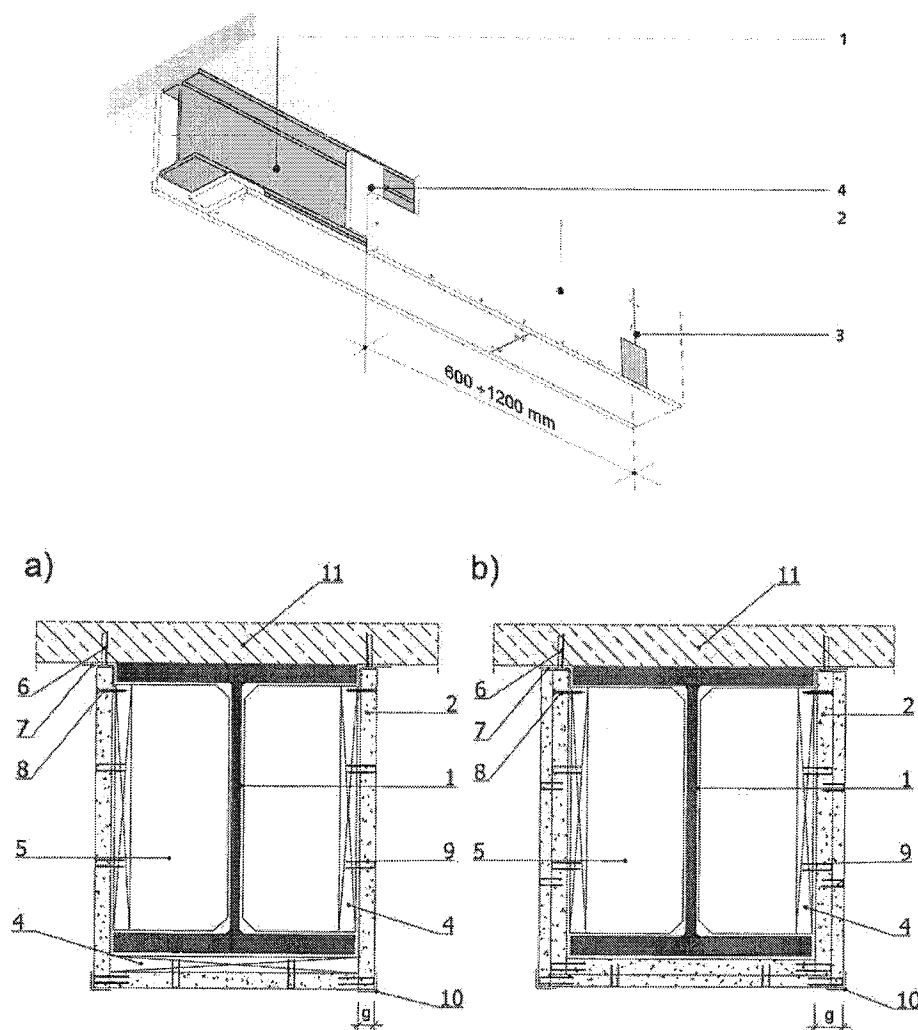
1 — słup stalowy; 2 — zabezpieczenie ogniochronne (obudowa) z płyt GLASROC F (RIDURIT); 3 — pasy z płyt GLASROC F o szerokości co najmniej 100 mm i grubości nie mniejszej niż 20 mm stosowane na stykach płyt GLASROC F lecz w rozstawie nie większym niż 1200 mm; 4 — ciągły kątownik montażowy z blachy stalowej, ocynkowanej 40 x 40 x 0,6 + 1 mm lub 40 x 20 x 0,6 + 1 mm albo profil RIGIPS UD 30 ULTRASTIL, przymocowany do ściany za pomocą stalowych kołków w rozstawie nie większym niż 750 mm; 5 — wkładki stabilizujące z płyt GLASROC F grubości co najmniej 20 mm, prostopadle do obudowy, wpasowane pomiędzy półki i środek kształownika w rozstawie nie większym niż 1200 mm (stosowane w obudowach profili o wysokości powyżej 400 mm); 6 — stalowe zszywki lub wkręty RIDURIT, według Tablicy 1; 7 — kołek mocujący kątownik montażowy do ściany; 8 — wkręty do blachy Ø 3,9 mm o co najmniej o 10 mm dłuższe od grubości łączonych elementów, w rozstawie nie większym niż 100 mm; 9 — stalowe kołki wstrzeliwane w rozstawie nie większym niż 750 mm; 10 — kątownik ochraniający naroże obudowy (w zależności od potrzeby); 11 — ściana klasy odporności ogniowej nie mniejszej niż klasa odporności ogniowej zabezpieczonego słupa



g – grubość izolacji ogniochronnej według p. 12.1 i p. 12.2

Rys. 6 Dwustronne zabezpieczenie ogniochronne słupów stalowych o profilu otwartym
a) obudowa jednowarstwowa, b) obudowa dwuwarstwowa

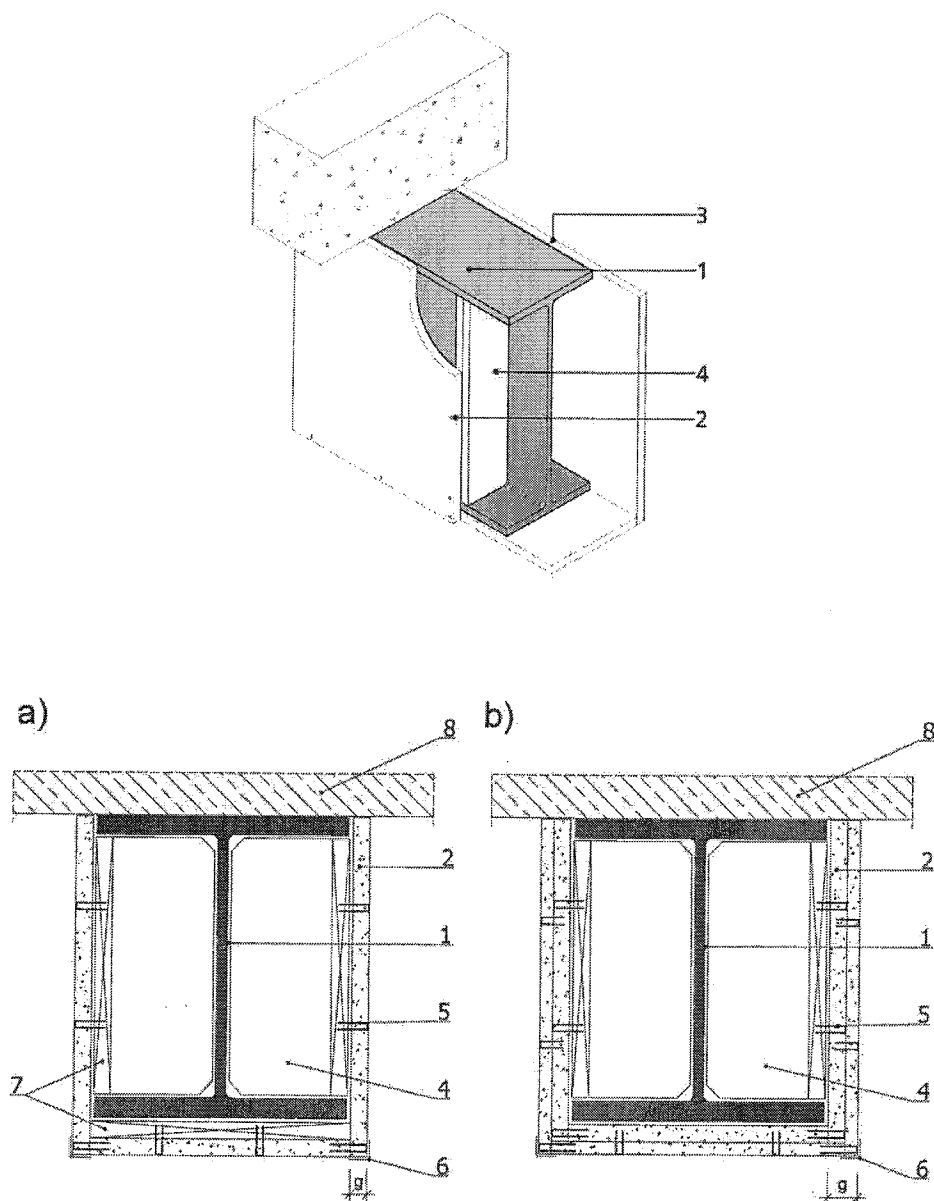
1 – słup stalowy; 2 – zabezpieczenie ogniochronne (obudowa) z płyt GLASROC F (RIDURIT); 3 – pasy z płyt GLASROC F o szerokości co najmniej 100 mm i grubości nie mniejszej niż 20 mm stosowane na stykach płyt GLASROC F (w obudowie jednowarstwowej); 4 – ciągły kątownik montażowy z blachy stalowej, ocynkowanej 40 x 40 x 0,6 ÷ 1 mm lub 40 x 20 x 0,6 ÷ 1 mm albo profil RIGIPS UD 30 ULTRASTIL, przymocowany do ściany za pomocą stalowych kołków w rozstawie nie większym niż 750 mm; 5 – wkręty do blachy Ø 3,9 mm o co najmniej o 10 mm dłuższe od grubości łączonych elementów, w rozstawie nie większym niż 100 mm; 6 – stalowe zszywki lub wkręty, według Tablicy 1; 7 – kołek mocujący kątownik montażowy do ściany; 8 – kątownik ochraniający naroże obudowy (w zależności od potrzeby); 9 – ściana klasy odporności ogniowej nie mniejszej niż klasa odporności ogniowej zabezpieczonego słupa



g – grubość izolacji ogniochronnej według p. 12.1 i p. 12.2

Rys. 7 Trójstronne zabezpieczenie ogniochronne belek stalowych o profilu otwartym — metoda I
a) obudowa jednowarstwowa, b) obudowa dwuwarstwowa

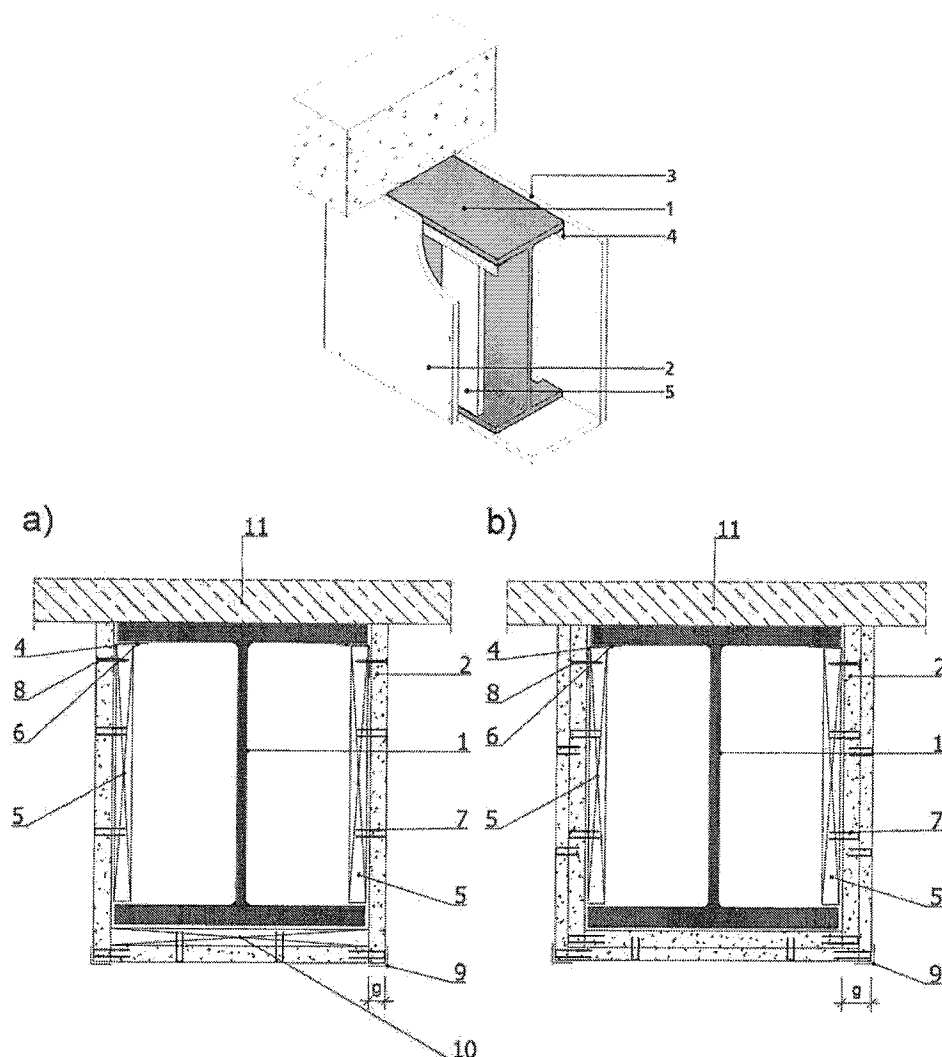
1 — belka stalowa; 2 — zabezpieczenie ogniochronne (obudowa) z płyt GLASROC F (RIDURIT); 3 — połączenie płyt GLASROC F przesunięte o co najmniej 500 mm w stosunku do połączenia płyt GLASROC F drugiej warstwy oraz do połączenia płyt GLASROC F przyległej ściany obudowy; 4 — pasy z płyt GLASROC F o szerokości co najmniej 100 mm i grubości nie mniejszej niż 20 mm wciśnięte pomiędzy półki kształownika na stykach płyt GLASROC F lecz w rozstawie nie większym niż 1200 mm; 5 — wkładki stabilizujące z płyt GLASROC F grubości co najmniej 20 mm, wpasowane pomiędzy półki i środek kształownika prostopadle do obudowy w rozstawie nie większym niż 1200 mm (stosowane w obudowach profili o wysokości powyżej 400 mm); 6 — kołek mocujący kątownik montażowy do stropu; 7 — ciągły kątownik montażowy z blachy stalowej, ocynkowanej 40 x 40 x 0,6 ÷ 1 mm lub 40 x 20 x 0,6 ÷ 1 mm albo profil RIGIPS UD 30 ULTRASTIL, przymocowany do stropu za pomocą stalowych kołków w rozstawie nie większym niż 750 mm; 8 — wkręty do blachy Ø 3,9 mm o co najmniej o 10 mm dłuższe od grubości łączonych elementów, w rozstawie nie większym niż 100 mm; 9 — stalowe zszywki lub wkręty RIDURIT, według Tablicy 1; 10 — kątownik ochraniający naroże obudowy (w zależności od potrzeby)



g – grubość izolacji ogniochronnej według p. 12.1 i p. 12.2

Rys. 8 Trójboczne zabezpieczenie ogniochronne belek stalowych o profilu otwartym – metoda II
a) obudowa jednowarstwowa; b) obudowa dwuwarstwowa

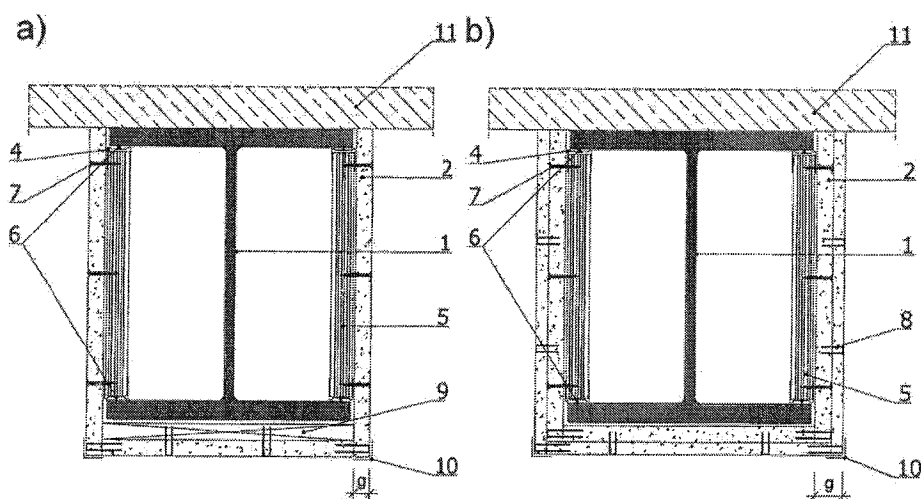
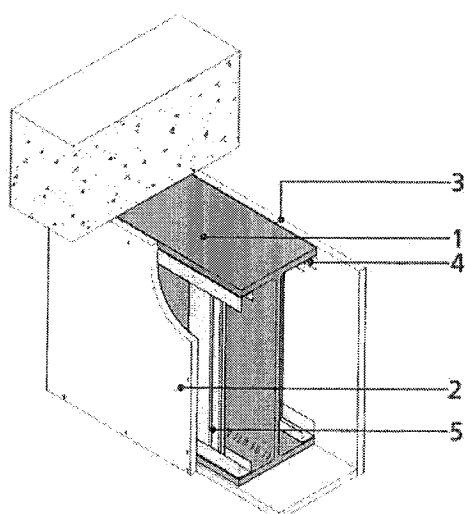
1 – belka stalowa; 2 – zabezpieczenie ogniochronne (obudowa) z płyt GLASROC F (RIDURIT); 3 – połączenie płyt GLASROC F przesunięte o co najmniej 500 mm w stosunku do połączenia płyt GLASROC F drugiej warstwy oraz do połączenia płyt GLASROC F przyległej ściany obudowy; 4 – wkładki stabilizujące z płyt GLASROC F grubości co najmniej 20 mm, prostopadle do obudowy, wpasowane pomiędzy półki i środnik kształtownika w rozstawie nie większym niż 1200 mm; 5 – stalowe zszywki lub wkręty RIDURIT, według Tablicy 1; 6 – kątownik ochraniający naroże obudowy (w zależności od potrzeby); 7 – pasy z płyt GLASROC F, szerokości co najmniej 100 mm i grubości co najmniej 20 mm, stosowane na stykach płyt GLASROC F lecz w rozstawie nie większym niż 1200 mm; 8 – strop klasy odporności ogniowej nie mniejszej niż klasa odporności ogniowej zabezpieczonej belki



g – grubość izolacji ogniochronnej według p. 12.1 i p. 12.2

Rys. 9 Trójstronne zabezpieczenie ogniochronne belek stalowych o profilu otwartym — metoda III
a) obudowa jednowarstwowa, b) obudowa dwuwarstwowa

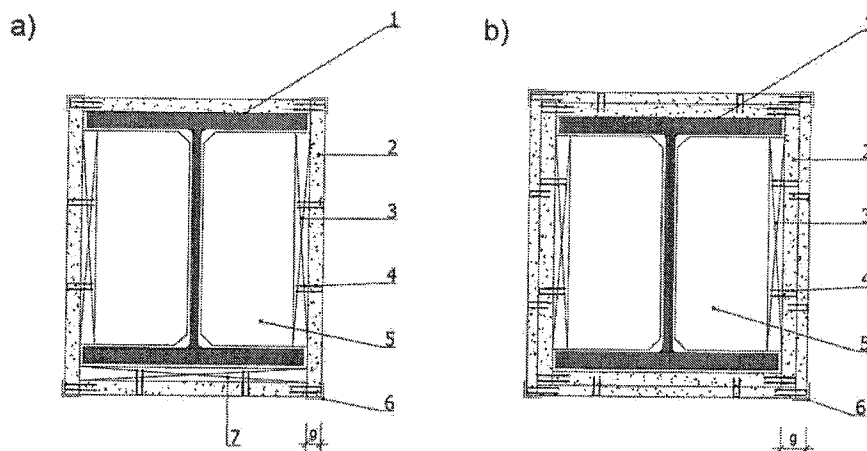
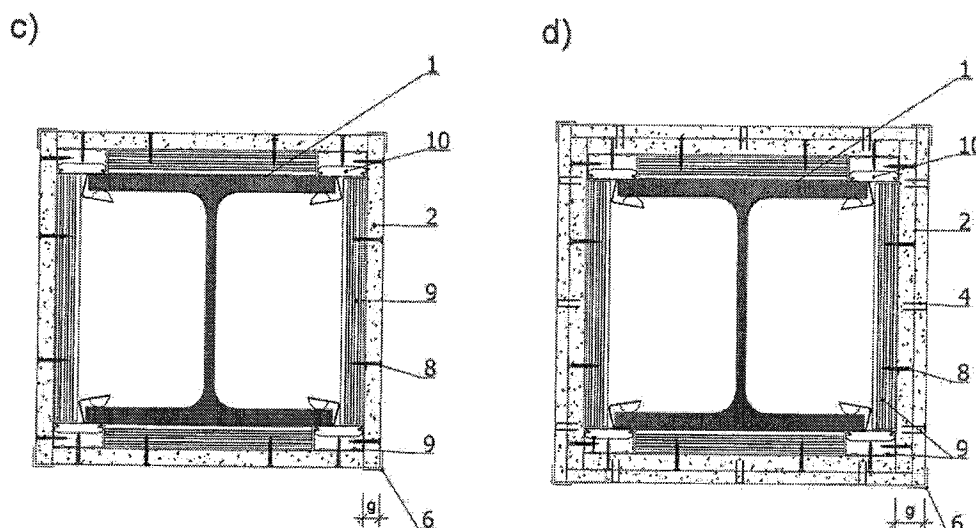
1 — słup stalowy; 2 — zabezpieczenie ogniochronne (obudowa) z płyt GLASROC F (RIDURIT); 3 — połączenie płyt GLASROC F przesunięte o co najmniej 500 mm w stosunku do połączenia płyt GLASROC F drugiej warstwy oraz do połączenia płyt GLASROC F na przyległej ścianie obudowy; 4 — ciągły kątownik montażowy z blachy stalowej, ocynkowanej $40 \times 40 \times 0,6 + 1$ mm lub $40 \times 20 \times 0,6 + 1$ mm albo profil RIGIPS UD30 ULTRASTIL, przymocowany bezpośrednio do obudowywanej konstrukcji stalowej za pomocą kołków wstrzeliwanych w rozstawie nie większym niż 750 mm; 5 — pasy z płyt GLASROC F, szerokości co najmniej 100 mm i grubości co najmniej 20 mm, stosowane na stykach płyt GLASROC F lecz w rozstawie nie większym niż 1200 mm; 6 — wstrzeliwany kołek mocujący kątownik montażowy do zabezpieczanego profilu; 7 — stalowe zszywki lub wkręty RIDURIT według Tablicy 1; 8 — wkręty do blachy $\varnothing 3,9$ mm o co najmniej o 10 mm dłuższe od grubości łączonych elementów, w rozstawie nie większym niż 100 mm; 9 — kątownik ochraniający naroże obudowy (w zależności od potrzeby); 10 — pasy z płyt GLASROC F o szerokości co najmniej 100 mm i grubości co najmniej 20 mm stosowane w jednowarstwowej obudowie na stykach płyt GLASROC F; 11 — strop klasy odporności ogniowej nie mniejszej niż klasa odporności ogniowej zabezpieczonej belki



g – grubość izolacji ogniochronnej według p. 12.1 i p. 12.2

Rys. 10 Trójboczne zabezpieczenie ogniochronne belek stalowych o profilu otwartym – metoda IV
a) obudowa jednowarstwowa, b) obudowa dwuwarstwowa

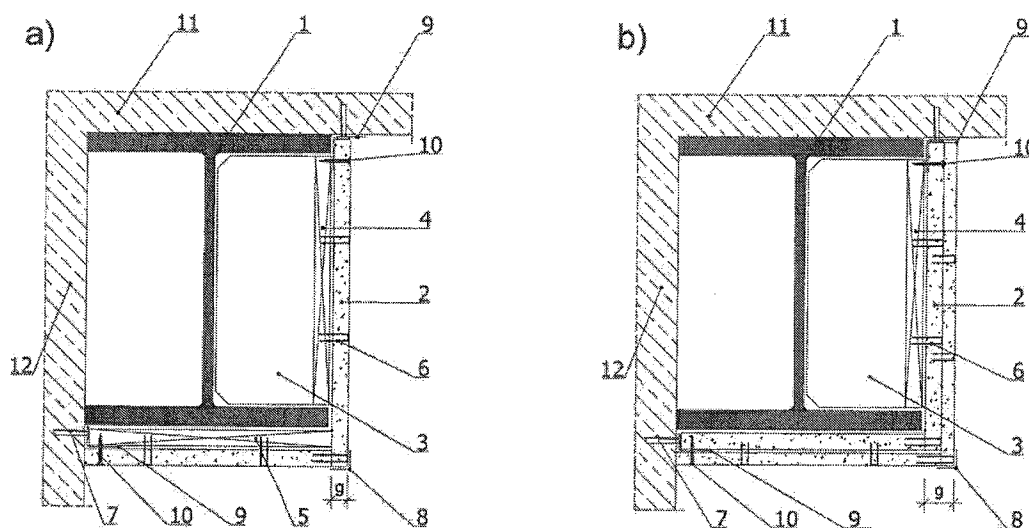
1 – belka stalowa; 2 – zabezpieczenie ogniochronne (obudowa) z płyt GLASROC F (RIDURIT); 3 – połączenie płyt GLASROC F, przesunięte o co najmniej 500 mm w stosunku do połączenia płyt GLASROC F drugiej warstwy oraz do połączenia płyt GLASROC F na przyległej ścianie obudowy; 4 – profile RIGIPS UD 30 ULTRASTIL, przymocowane kołkami wstrzeliwanymi do belki stalowej; 5 – profil CD 60 ULTRASTIL mocowany w profilach UD30 w rozstawie 600 mm; 6 – kołki wstrzeliwane do mocowania profili UD30 ULTRASTIL bezpośrednio do obudowywanej konstrukcji stalowej; 7 – wkręty do blachy Ø 3,9 mm, o co najmniej o 10 mm dłuższe od grubości łączonych elementów, w rozstawie nie większym niż 100 mm, mocujące płyty GLASROC F do profili UD 30 ULTRASTIL; 8 – stalowe zszywki lub wkręty RIDURIT, według Tablicy 1; 9 – pasy z płyt GLASROC F o szerokości co najmniej 100 mm i grubości co najmniej 20 mm, stosowane w jednowarstwowej obudowie na stykach płyt GLASROC F 10 – kątownik ochraniający naroże obudowy (w przypadku potrzeby); 11 – strop klasy odporności ogniowej nie mniejszej niż klasa odporności ogniowej zabezpieczonej belki

metoda I**metoda II**

g – grubość izolacji ogniochronnej według p. 12.1 i p. 12.2

Rys. 11 Czterostronne zabezpieczenie ogniochronne belek stalowych o profilu otwartym: metoda I (RIGIPS 6.10.25/1) i metoda II (RIGIPS 6.10.25/2): a), c) obudowa jednowarstwowa, b), d) obudowa dwuwarstwowa

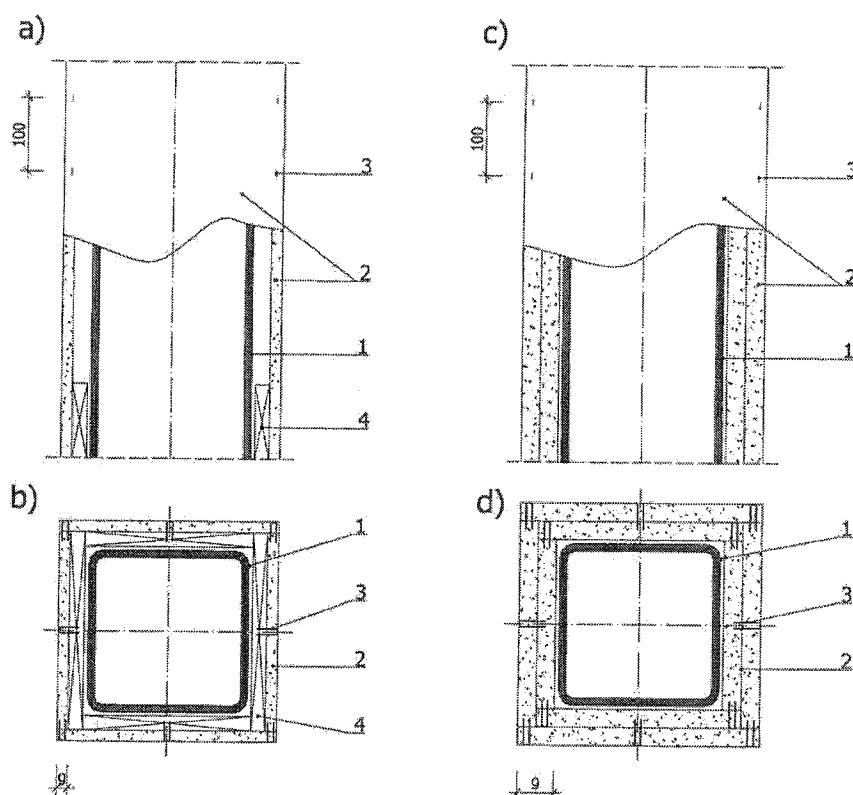
1 – belka stalowa; 2 – zabezpieczenie ogniochronne (obudowa) z płyt GLASROC F (RIDURIT); 3 – pasy z płyt GLASROC F, szerokości co najmniej 100 mm i grubości co najmniej 20 mm, stosowane na stykach płyt GLASROC F lecz w rozstawie nie większym niż 1200 mm; 4 – stalowe zszywki lub wkręty RIDURIT, według Tablicy 1; 5 – wkładki stabilizujące z płyt GLASROC F grubości co najmniej 20 mm, prostopadłe do obudowy, wpasowane pomiędzy półki i środnik kształtownika w rozstawie nie większym niż 1200 mm, stosowane w obudowach profili o wysokości > 400 mm; 6 – kątownik ochraniający naroże obudowy (w zależności od potrzeby); 7 – pasy z płyt GLASROC F, szerokości co najmniej 100 mm i grubości co najmniej 20 mm, stosowane na stykach płyt GLASROC F w obudowie jednowarstwowej; 8 – wkręty do blachy Ø 3,9 mm o co najmniej 10 mm dłuższe od grubości łączonych elementów, w rozstawie nie większym niż 100 mm, mocujące płyty GLASROC F do profili CD 60 ULTRASTIL; 9 – profil CD 60 ULTRASTIL w rozstawie ≤ 600 mm; 10 – klipsy do mocowania profili CD 60 ULTRASTIL w rozstawie 600 mm



g – grubość izolacji ogniochronnej według p. 12.1 i p. 12.2

Rys. 12 Dwustronne zabezpieczenie ogniochronne belek stalowych o profilu otwartym
a) obudowa jednowarstwowa, b) obudowa dwuwarstwowa

1 – belka stalowa; 2 – zabezpieczenie ogniochronne (obudowa) z płyt GLASROC F (RIDURIT); 3 – wkładki stabilizujące z płyt GLASROC F grubości co najmniej 20 mm, prostopadle do obudowy, wpasowane pomiędzy półki i środek kształownika w rozstawie nie większym niż 1200 mm, stosowane w obudowach profili o wysokości > 400 mm; 4 – pasy z płyt GLASROC F, szerokości co najmniej 100 mm i grubości co najmniej 20 mm, stosowane na stykach płyt GLASROC F lecz w rozstawie nie większym niż 1200 mm; 5 – pasy z płyt GLASROC F, szerokości co najmniej 100 mm i grubości co najmniej 20 mm, stosowane na stykach płyt GLASROC F w obudowie jednowarstwowej; 6 – stalowe zszywki lub wkręty RIDURIT, według Tablicy 1; 7 – stalowy kołek rozporowy co najmniej $\varnothing 6$ mm, długości 40 mm w rozstawie nie większym niż 750 mm; 8 – kątownik ochraniający naroże obudowy (w przypadku potrzeby); 9 – ciągły kątownik montażowy z blachy stalowej, ocynkowanej 40 x 40 x 0,6 ÷ 1 mm lub 40 x 20 x 0,6 ÷ 1 mm albo profil RIGIPS UD 30 ULTRASTIL, przymocowany do stropu za pomocą stalowych kołków rozporowych; 10 – wkręty do blachy $\varnothing 3,9$ mm o co najmniej o 10 mm dłuższe od grubości łączonych elementów, w rozstawie nie większym niż 100 mm, mocujące płyty GLASROC F do kątowników montażowych lub profili CD 60 ULTRASTIL w rozstawie nie większym niż 100 mm; 11, 12 – strop i ściana o klasy odporności ogniowej nie mniejszej niż klasa odporności ogniowej zabezpieczonej belki

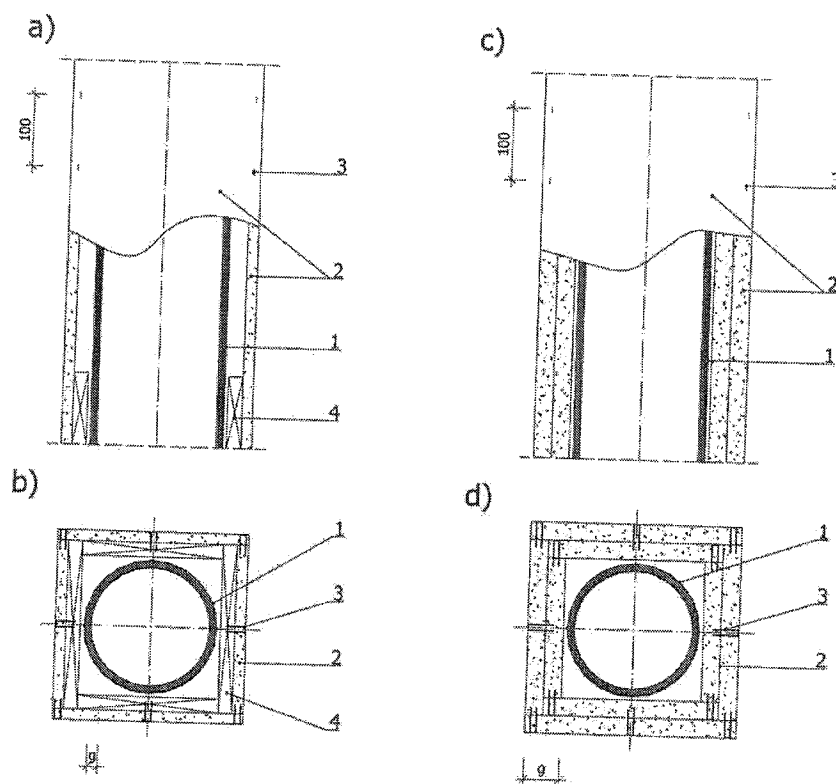


g – grubość izolacji ogniochronnej według p. 12.1 i p. 12.2

Rys. 13 Czterostronne zabezpieczenie ogniochronne konstrukcji stalowych (stupów i belek) o profilu zamkniętym, prostokątnym

a) obudowa jednowarstwowa – przekrój podłużny, b) obudowa jednowarstwowa – przekrój poprzeczny, c) obudowa dwuwarstwowa – przekrój podłużny, d) obudowa dwuwarstwowa – przekrój poprzeczny

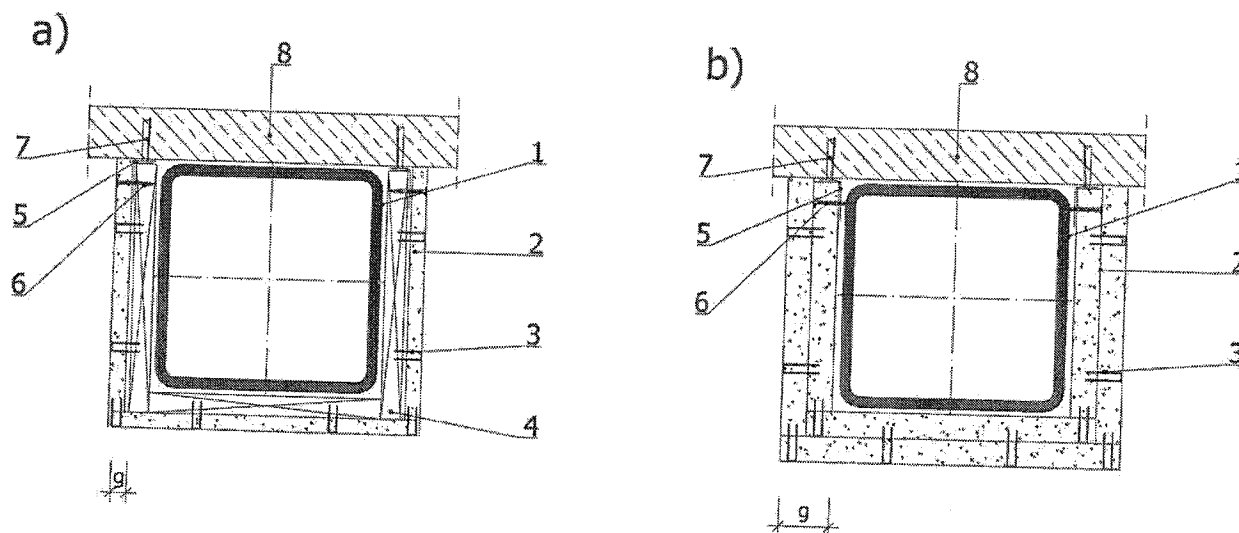
1 – profil stalowy o przekroju prostokątnym; 2 – zabezpieczenie ogniochronne (obudowa) z płyt GLASROC F (RIDURIT); 3 – stalowe zszywki lub wkręty RIDURIT, według Tablicy 1; 4 – pasy z płyt GLASROC F szerokości co najmniej 100 mm i grubości co najmniej 20 mm, stosowane w obudowie jednowarstwowej, w rozstawie nie większym niż 1200 mm oraz na końcach obudowywanego profilu



g – grubość izolacji ogniochronnej według p. 12.1 i p. 12.2

Rys. 14 Czterostronne zabezpieczenie ogniochronne konstrukcji stalowych (stupów i belek) o profilu zamkniętym, okrągłym
 a) obudowa jednowarstwowa – przekrój podłużny, b) obudowa jednowarstwowa – przekrój poprzeczny, c) obudowa dwuwarstwowa – przekrój podłużny, d) obudowa dwuwarstwowa – przekrój poprzeczny

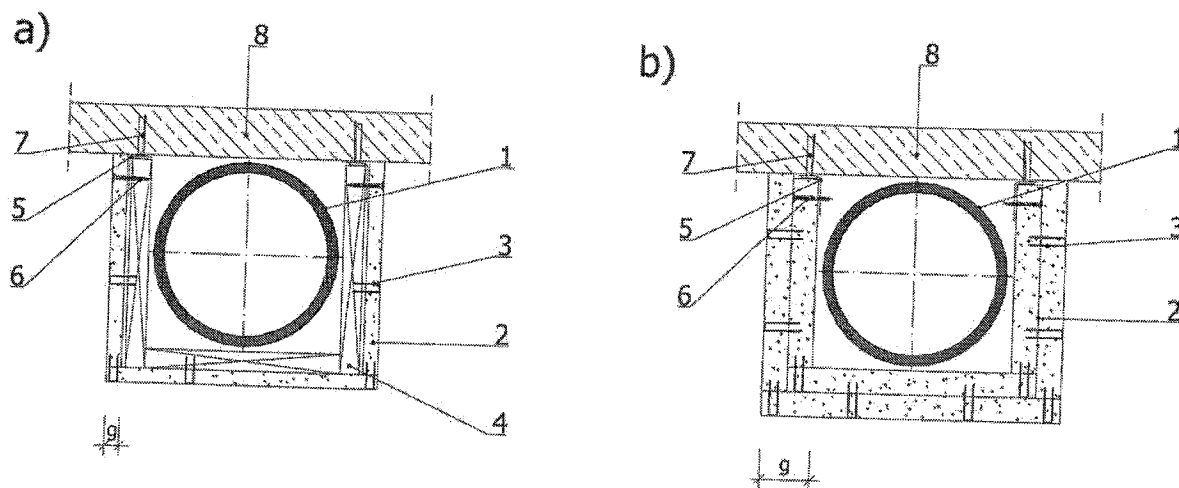
1 – profil stalowy o przekroju okrągłym; 2 – zabezpieczenie ogniochronne (obudowa) z płyt GLASROC F (RIDURIT); 3 – stalowe zszywki lub wkręty RIDURIT według Tablicy 1; 4 – pasy z płyt GLASROC F szerokości co najmniej 100 mm i grubości co najmniej 20 mm, stosowane w obudowie jednowarstwowej na stykach płyt w rozstawie nie większym niż 1200 mm oraz na końcach obudowywanego profilu



g – grubość izolacji ogniochronnej według p. 12.1 i p. 12.2

Rys. 15 Trójstronne zabezpieczenie ogniochronne konstrukcji stalowych (słupów i belek) o profilu zamkniętym, prostokątnym
a) obudowa jednowarstwowa; **b)** obudowa dwuwarstwowa

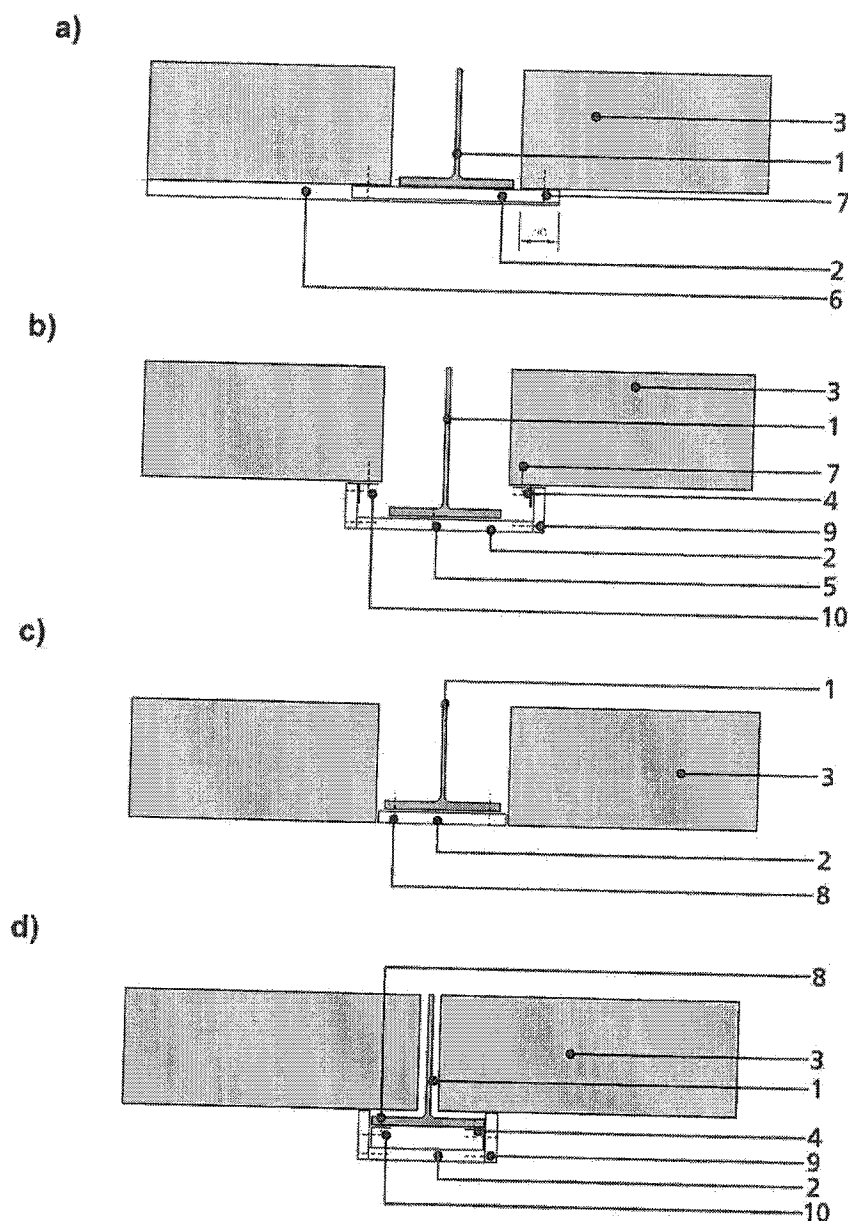
1 – belka lub słup stalowy o przekroju okrągłym; **2** – zabezpieczenie ogniochronne (obudowa) z płyt GLASROC F (RIDURIT); **3** – stalowe zszywki lub wkręty RIDURIT według Tablicy 1; **4** – pasy z płyt jednowarstwowej na stykach płyt w rozstawie nie większym niż 1200 mm oraz na końcach obudowywanego profilu; **5** – ciągły kątownik montażowy z blachy stalowej, ocynkowanej 40 x 40 x 0,6 + 1 mm lub 40 x 20 x 0,6 + 1 mm albo profil RIGIPS UD 30 ULTRASTIL, przymocowany do stropu za pomocą stalowych kołków rozporowych; **6** – wkręty do blachy Ø 3,9 mm o co najmniej o 10 mm dłuższe od grubości łączonych elementów, mocujące płyty GLASROC F do kątowników montażowych w rozstawie nie większym niż 100 mm; **7** – stalowy kołek rozporowy co najmniej Ø 6 mm długości 40 mm



g – grubość izolacji ogniochronnej według p. 12.1 i p. 12.2

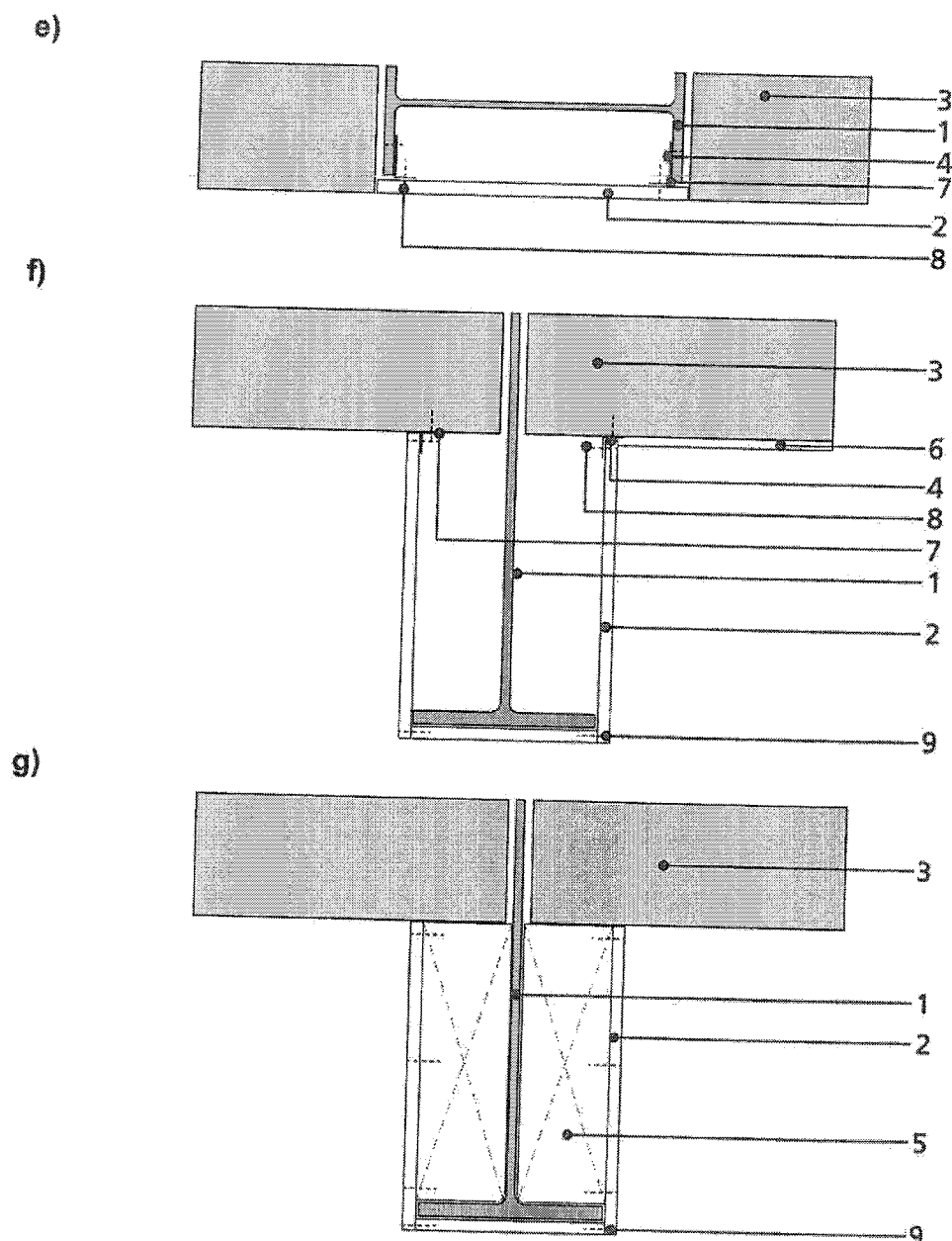
Rys. 16 Trójstronne zabezpieczenie ogniochronne konstrukcji stalowych (słupów i belek) o profilu zamkniętym, okrągłym: **a)** obudowa jednowarstwowa; **b)** obudowa dwuwarstwowa

1 – belka lub słup stalowy o przekroju okrągłym; 2 – zabezpieczenie ogniochronne (obudowa) z płyt GLASROC F (RIDURIT); 3 – stalowe lub wkręty, według Tablicy 1; 4 – pasy z płyt GLASROC F szerokości co najmniej 100 mm i grubości co najmniej 20 mm, stosowane w obudowie jednowarstwowej na stykach płyt w rozstawie nie większym niż 1200 mm oraz na końcach obudowywanego profilu; 5 – ciągły kątownik montażowy z blachy stalowej, ocynkowanej 40 x 40 x 0,6 + 1 mm lub 40 x 20 x 0,6 + 1 mm albo profil RIGIPS UD 30 ULTRASTIL, przymocowany do stropu za pomocą stalowych kołków rozporowych; 6 – wkręty do blachy Ø 3,9 mm o co najmniej o 10 mm dłuższe od grubości łączonych elementów, mocujące płyty GLASROC F do kątowników montażowych w rozstawie nie większym niż 100 mm; 7 – stalowy kołek rozporowy co najmniej Ø 6 mm długości 40 mm



Rys. 17 Zabezpieczenie ogniochronne z płyt GLASROC F (RIDURIT) stóp belek lub słupów stalowych stosowane w systemie RIGIPS 6.10.00 – a) obudowa stopy płytami GLASROC F mocowanymi do stropu lub ściany; b) obudowa stopy płytami GLASROC F z zastosowaniem kątowników montażowych mocowanych do stropu lub ściany; c) obudowa stopy płytami GLASROC F mocowanych bezpośrednio do zabezpieczanej konstrukcji stalowej; d) obudowa stopy płytami GLASROC F z zastosowaniem kątowników montażowych mocowanych do konstrukcji stalowej

1 – belka lub słup stalowy; 2 – ogniochronna obudowa z płyt GLASROC F (RIDURIT) o wymaganej grubości według p. 12.1 i p. 12.2; 3 – strop lub ściana klasy odporności ogniowej nie mniejszej niż klasa odporności ogniowej zabezpieczonej belki lub słupa; 4 – ciągłe kątowniki montażowe z blachy stalowej, ocynkowanej 40 x 40 x 0,6 ÷ 1,0 mm; 5 – łącznik mechaniczny w rozstawie co 500 mm stosowany w obudowach ogniochronnych o szerokości powyżej 600 mm; 6 – tynk gipsowy; 7 – stalowy kołek rozporowy co najmniej Ø 6 mm, długości 40 mm w rozstawie nie większym niż 750 mm; 8 – łącznik mechaniczny w rozstawie co 500 mm; 9 – zszywki stalowe lub wkręty, według Tablicy 1, łączące płyty GLASROC F w narożach zabezpieczenia; 10 – wkręty do blachy Ø 3,9 mm o co najmniej o 10 mm dłuższe od grubości łączonych elementów, mocujące płyty GLASROC F do kątowników montażowych w rozstawie nie większym niż 100 mm



Rys. 18 Zabezpieczenie ogniochronne z płyt GLASROC F (RIDURIT) stóp belek lub słupów stalowych stosowne w systemie RIGIPS 6.10.00 – a) konstrukcji stalowej płytami GLASROC F w płaszczyźnie lica ściany lub stropu; f), g) obudowa konstrukcji wystającej więcej niż 400 mm poza lico stropu lub ściany

1 – słup lub belka stalowa; 2 – ogniochronna obudowa z płyt GLASROC F (RIDURIT) o wymaganej grubości według p. 12.1 i p. 12.2; 3 – strop lub ściana klasy odporności ogniowej nie mniejszej niż klasa odporności ogniowej zabezpieczonej belki lub słupa; 4 – stalowy kołek rozporowy co najmniej $\varnothing$ 6 mm, długości 40 mm w rozstawie nie większym niż 750 mm; 5 – wkładki stabilizujące z płyt GLASROC F grubości co najmniej 20 mm, prostopadłe do obudowy, wpasowane pomiędzy półki i środnik kształtownika w rozstawie nie większym niż 1200 mm; 6 – tynk cementowo-wapienny lub okładzina z płyt gipsowo-kartonowych; 7 – ciągły kątownik montażowy z blachy stalowej, ocynkowanej $40 \times 40 \times 0,6 \pm 1$ mm; 8 – wkręty do blachy $\varnothing$ 3,9 mm o co najmniej o 10 mm dłuższe od grubości łączonych elementów, mocujące płyty GLASROC F do kątowników montażowych w rozstawie nie większym niż 100 mm; 9 – zszywki stalowe lub wkręty, według Tablicy 1, łączące płyty GLASROC F w narożach zabezpieczenia