



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 BADAŃ OGNIOWYCH | 02-656 Warszawa | ul. Ksawerów 21 |
tel. 22 853 34 27 | fax 22 847 23 11 | fire@itb.pl | www.itb.pl

OCENA
skuteczności ogniochronnej systemu PROMATECT-XS
do zabezpieczania ogniochronnego konstrukcji stalowych
wg PN-EN 13381-4:2013

1633/16/R79NZP

Warszawa, czerwiec 2016



®

INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ

00-611 Warszawa, ul. Filtrowa 1, tel. (0-22) dyrektor 825-13-03, centrala 825-04-71

Zakład: **Zakład Badań Ogniowych /NZP/**

Tytuł pracy:

**Ocena skuteczności ogniochronnej
systemu PROMATECT-XS
do zabezpieczania ogniochronnego konstrukcji stalowych
wg PN-EN 13381-4:2013**

Nr pracy usługowej: **1633/16/R79NZP**

Zleceniodawca: **PROMAT
Techniczna Ochrona Przeciwpożarowa Sp. z o.o.
ul. Przeclawska 8
03-879 Warszawa**

Wykonawcy:

główny referent: **dr inż. Grzegorz Woźniak**

kierownik Zakładu: **dr inż. Paweł Sulik**

Pracę rozpoczęto: **czerwiec 2016**
zakończono: **czerwiec 2016**

Wykonano w liczbie 4 egzemplarzy

Spis treści

	strona
1. Podstawy formalne	4
2. Podstawy merytoryczne	4
3. Opis techniczny wyrobu	4
4. Opis badanych elementów próbnych	5
4.1. Badanie [2.4]	5
4.2. Badanie [2.5]	6
5. Metoda oceny właściwości systemu zabezpieczenia ogniochronnego	6
6. Korekta czasów osiągnięcia projektowej temperatury stali	6
6.1. Badanie [2.4] – układy jednowarstwowe	6
6.2. Badanie [2.5] – układy wielowarstwowe	6
7. Czas osiągnięcia projektowej temperatury stali	6
7.1. Badanie [2.4] – układy jednowarstwowe	6
7.2. Badanie [2.5] – układy wielowarstwowe	8
8. Wyniki obliczeń metodą regresji	9
8.1. Obliczenia dla izolacji jednowarstwowych	9
8.2. Obliczenia dla izolacji dwuwarstwowych	10
9. Wymagane grubości izolacji PROMATECT-XS do zabezpieczania elementów stalowych	11
9.1. Wymagane grubości izolacji jednowarstwowej	11
9.2. Wymagane grubości izolacji wielowarstwowej	14
10. Granice stosowalności wyników oceny	17
11. Termin ważności oceny	17

OCENA
skuteczności ogniochronnej systemu PROMATECT-XS
do zabezpieczania ogniochronnego konstrukcji stalowych
wg PN-EN 13381-4:2013

1. Podstawy formalne

- 1.1. Zamówienie numer 4010506215 z dn. 2016-06-06.
- 1.2. Aneks do Umowy Ramowej nr 1633/16/R79NZP.

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 badań w celu ustalenia wpływu zabezpieczeń na odporność ogniowa elementów konstrukcyjnych – Część 8: Bierne zabezpieczenia elementów stalowych.*
- 2.4. *Raport nr 2015-Efectis-R000195 z badania skuteczności ogniochronnej jednowarstwowej obudowy z płyt gipsowych (5 prób ogniowych), Laboratorium Efectis Nederland BV, Bleiswijk, Holandia, 2015.*
- 2.5. *Raport nr 2015-Efectis-R000346 z badania skuteczności ogniochronnej wielowarstwowej obudowy z płyt gipsowych (4 próby ogniowe), Laboratorium Efectis Nederland BV, Bleiswijk, Holandia, 2015.*
- 2.6. *Raport z Oceny nr 2015-Efectis-R000196 skuteczności ogniochronnej jednowarstwowej obudowy z płyt gipsowych zgodnie z EN 13381-4:2013, Efectis Nederland BV, Bleiswijk, Holandia, 2015.*
- 2.7. *Raport z Oceny nr 2015-Efectis-R000347 skuteczności ogniochronnej wielowarstwowej obudowy z płyt gipsowych zgodnie z EN 13381-4:2013, Efectis Nederland BV, Bleiswijk, Holandia, 2015.*
- 2.8. *Oświadczenie firmy S.A. Etex N.V. zezwalające na wykorzystanie wyników badań w celu wydania oceny systemu Promatect-XS, 2016-05-23.*

3. Opis techniczny wyrobu

Przedmiotem oceny jest skuteczność ogniochronna systemu PROMATECT-XS, przeznaczonego do zabezpieczania ogniochronnego konstrukcji stalowych. Izolacja ogniochronna w formie opływowania skrzynkowego, wykonywana jest z płyt gipsowo – włóknowych PROMATECT-XS, charakteryzujących się parametrami podanymi w Tablicy 1.

Tablica 1.
Parametry płyt PROMATECT-XS

Nazwa handlowa	Typ	Krawędź	Grubość	Gęstość powierzchniowa	Gęstość objętościowa
			[mm]	[kg/m ²]	[kg/m ³]
PROMATECT-XS	A1	AK, VK	12,5	11,3	900
		AK, VK	15,0	13,5	900
		VK	20,0	18,0	900
		VK	25,0	22,5	900

Szczegółowe zasady montażu izolacji w systemie PROMATECT-XS na kształtownikach stalowych pokazano na rysunkach w Załączniku 1.

System PROMATECT-XS jest przeznaczony do zastosowań wewnętrznych.

4. Opis badanych elementów próbnych

4.1. Badanie [2.4]

Badania dla jednowarstwowego systemu obudowy przeprowadzono w 5 próbach ogniowych na elementach scharakteryzowanych w Tablicy 2.

Wskaźniki ekspozycji A_m/V ustalono na podstawie pomiarów.

Tablica 2
Charakterystyka elementów próbnych do badań [2.4]

Nr	Typ	Profil	Długość próbki [mm]	Kształt zabezpieczenia	Grubość zabezpieczenia (rzeczywista) d_p rzecz [mm]	Wskaźnik ekspozycji przekroju (rzeczywisty) A_m/V rzecz [m ⁻¹]
1-1	LB	IPE 400	5000 (D)	skrzynkowy	12,5	123
2-1	RB	IPE 400	1000 (D)	skrzynkowy	12,5	124
3-1	LB	IPE 400	5000 (D)	skrzynkowy	25	123
4-1	RB	IPE 400	1000 (D)	skrzynkowy	25	126
5-1	SIC	HEM 280	1000 (D)	skrzynkowy	12,5	50
6-1	SIC	HEM 280	1000 (D)	skrzynkowy	15	50
7-1	SIC	HEM 280	1000 (D)	skrzynkowy	20	49
8-1	SIC	HEA 200	1000 (D)	skrzynkowy	12,5	156
9-1	SIC	HEA 200	1000 (D)	skrzynkowy	20	155
10-1	SIC	HEA 200	1000 (D)	skrzynkowy	25	154
11-1	SIC	IPE 200	1000 (D)	skrzynkowy	12,5	227
12-1	SIC	IPE 200	1000 (D)	skrzynkowy	15	224
13-1	SIC	IPE 200	1000 (D)	skrzynkowy	20	221
14-1	SIC	IPE 200	1000 (D)	skrzynkowy	25	227
15-1	SIC	IPE 80	1000 (D)	skrzynkowy	15	342
16-1	SIC	IPE 80	1000 (D)	skrzynkowy	20	355
17-1	SIC	IPE 80	1000 (D)	skrzynkowy	25	345

Elementy próbne zostały poddane nagrzewaniu wg krzywej standardowej temperatura – czas zgodnie z procedurą podaną w normie EN 13381-4 [2.3].

Opis elementów próbnych oraz przebieg badania przedstawiono w raporcie [2.4].

4.2. Badanie [2.5]

Badania dla wielowarstwowego systemu obudowy przeprowadzono w 4 próbach ogniowych na elementach scharakteryzowanych w Tabelcy 3.

Wskaźniki ekspozycji A_m/V ustalono na podstawie pomiarów.

Tablica 3
Charakterystyka elementów próbnych do badań [2.5]

Nr	Typ	Profil	Długość próbki [mm]	Kształt zabezpieczenia	Grubość zabezpieczenia (rzeczywista) d_p rzecz [mm]	Wskaźnik ekspozycji przekroju (rzeczywisty) A_m/V rzecz [m^{-1}]
1-2	LB	IPE 400	5000 (D)	skrzynkowy	2x12,5	123
2-2	RB	IPE 400	1000 (D)	skrzynkowy	2x12,5	124
3-2	LB	IPE 400	5000 (D)	skrzynkowy	25+20	123
4-2	RB	IPE 400	1000 (D)	skrzynkowy	25+20	126
5-2	SIC	HEM 280	1000 (D)	skrzynkowy	2x12,5	50
6-2	SIC	HEM 280	1000 (D)	skrzynkowy	2x15	50
7-2	SIC	HEM 280	1000 (D)	skrzynkowy	2x20	50
8-2	SIC	HEA 200	1000 (D)	skrzynkowy	2x12,5	157
9-2	SIC	HEA 200	1000 (D)	skrzynkowy	2x20	156
10-2	SIC	HEA 200	1000 (D)	skrzynkowy	25+20	155
11-2	SIC	IPE 200	1000 (D)	skrzynkowy	2x12,5	225
12-2	SIC	IPE 200	1000 (D)	skrzynkowy	2x15	225
13-2	SIC	IPE 200	1000 (D)	skrzynkowy	2x20	229
14-2	SIC	IPE 200	1000 (D)	skrzynkowy	25+20	234
15-2	SIC	IPE 80	1000 (D)	skrzynkowy	2x15	344
16-2	SIC	IPE 80	1000 (D)	skrzynkowy	2x20	346
17-2	SIC	IPE 80	1000 (D)	skrzynkowy	25+20	345

Elementy próbne zostały poddane nagrzewaniu wg krzywej standardowej temperatura – czas zgodnie z procedurą podaną w normie EN 13381-4 [2.3].

Opis elementów próbnych oraz przebieg badania przedstawiono w raporcie [2.5].

5. Metoda oceny właściwości systemu zabezpieczenia ogniochronnego

Analizę i ocenę właściwości systemu PROMATECT-XS przeprowadzono metodą regresji numerycznej, zgodnie z Załącznikiem E do normy [2.3].

6. Korekta czasów osiągnięcia projektowej temperatury stali

6.1. Badanie [2.4] – układy jednowarstwowe

Na podstawie analizy wyników badań belek LB i RB (numery 1-1, 2-1, 3-1 i 4-1 w Tabelcy 2) ustalono, iż współczynnik korekcyjny „k” dla izolacji jednowarstwowej wynosi $k=1,00$.

6.2. Badanie [2.5] – układy wielowarstwowe

Na podstawie analizy wyników badań belek LB i RB (numery 1-2, 2-2, 3-2 i 4-2 w Tabelcy 3) ustalono, iż współczynnik korekcyjny „k” dla izolacji wielowarstwowych wynosi $k=1,00$.

7. Czas osiągnięcia projektowej temperatury stali

7.1. Badanie [2.4] – układy jednowarstwowe

W Tabelicy 4, dla poszczególnych zbadanych słupów z izolacją jednowarstwową, zestawiono średnie wartości temperatury zarejestrowane po czasie 30,...,240 minut badania.

W Tabelicy 5, dla poszczególnych zbadanych słupów z izolacją jednowarstwową, zestawiono czasy do osiągnięcia w badaniu temperatury projektowej stali.

Tablica 4.
Średnia temperatura zarejestrowana
w poszczególnych słupowych elementach próbnych, w °C

Numer	Grubość zabezpieczenia [mm]	Wskaźnik ekspozycji $A_m/V [m^{-1}]$	Temperatura po czasie [min]							
			30	60	90	120	150	180	210	240
5-1	12,5	50	115	266	405	521	615	701	-	-
6-1	15	50	107	253	390	504	598	677	763	-
7-1	20	49	78	165	274	378	469	547	617	677
8-1	12,5	156	221	513	677	779	-	-	-	-
9-1	20	155	108	354	557	691	783	-	-	-
10-1	25	154	101	207	413	570	689	773	-	-
11-1	12,5	227	288	614	768	-	-	-	-	-
12-1	15	224	105	440	660	776	-	-	-	-
13-1	20	221	99	291	558	711	-	-	-	-
14-1	25	227	104	231	489	652	761	-	-	-
15-1	15	342	124	592	798	-	-	-	-	-
16-1	20	355	98	439	732	-	-	-	-	-
17-1	25	345	98	197	552	756	-	-	-	-

Tablica 5.
Czasy do osiągnięcia temperatury projektowej dla zbadanych układów jednowarstwowych

Numer	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
5-1	12,5	50	77,5	89	101	114,5	129	145	162,5	179,5
6-1	15	50	81	92,5	105	119	134	151	169,5	188,5
7-1	20	49	111,5	127	143,5	161,5	181	202,5	226	252
8-1	12,5	156	42	47	52,5	58,5	65,5	74	83,5	95,5
9-1	20	155	59,5	66	72,5	80	89	98,5	110	122,5
10-1	25	154	79,5	87,5	95,5	104,5	114,5	126,5	139	153
11-1	12,5	227	34,5	38	42	46,5	52	58,5	65,5	74
12-1	15	224	52,5	56,5	61	66,5	72	79	88	98,5
13-1	20	221	65,5	70,5	76	82	89	97	107	117,5
14-1	25	227	72,5	78,5	84,5	91,5	99,5	108,5	119,5	131
15-1	15	342	43	46	49	52,5	56,5	61	66	73
16-1	20	355	54,5	57,5	61	65	69	73,5	78,5	85
17-1	25	345	72	75,5	80	84,5	90	95,5	101,5	109

7.2. Badanie [2.5] – układy wielowarstwowe

W Tablicy 6, dla poszczególnych zbadanych słupów z izolacją dwuwarstwową, zestawiono średnie wartości temperatury zarejestrowane po czasie 60,...,300 minut badania.

W Tablicy 7, dla poszczególnych zbadanych słupów z izolacją dwuwarstwową, zestawiono czasy do osiągnięcia w badaniu temperatury projektowej stali.

Tablica 6.
Średnia temperatura zarejestrowana
w poszczególnych słupowych elementach próbnych, w °C

Nr	Grubość zabezpieczenia [mm]	Wskaźnik ekspozycji A_m/V [m^{-1}]	Temperatura po czasie [min]								
			60	90	120	150	180	210	240	270	300
5-2	2x12,5	50	120	218	312	404	503	636	751	-	-
6-2	2x15	50	94	155	236	316	400	514	618	704	-
7-2	2x20	50	77	100	150	219	287	353	418	482	557
8-2	2x12,5	157	213	424	578	694	-	-	-	-	-
9-2	2x20	156	102	124	260	407	525	624	717	800	-
10-2	25+20	155	99	111	153	270	399	512	613	708	-
11-2	2x12,5	225	249	509	679	-	-	-	-	-	-
12-2	2x15	225	138	374	565	701	-	-	-	-	-
13-2	2x20	229	103	126	280	462	591	698	794	-	-
14-2	25+20	234	99	112	153	291	445	569	673	765	-
15-2	2x15	344	149	467	686	-	-	-	-	-	-
16-2	2x20	346	107	146	401	606	734	-	-	-	-
17-2	25+20	345	99	116	208	424	605	737	-	-	-

Tablica 7.
Czasy do osiągnięcia temperatury obliczeniowej dla zbadanych układów wielowarstwowych

Nr	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
5-2	2x12,5	50	132,5	149	166	179,5	190	201,5	213,5	226
6-2	2x15	50	163	180	194	206,5	220	234,5	250,5	268,5
7-2	2x20	50	208,5	231,5	255	278,5	299	307	309	309,5
8-2	2x12,5	157	79	86	94,5	103,5	113,5	125	138	152
9-2	2x20	156	138	148,5	160	173	187	202,5	218	234
10-2	25+20	155	168,5	180,5	193	206,5	221	236	251,5	267,5
11-2	2x12,5	225	70,5	75,5	82	88,5	96	104,5	114	124,5
12-2	2x15	225	87	93,5	100,5	108,5	117	126,5	138	150
13-2	2x20	229	131	139	147,5	157,5	169	182,5	196,5	210,5
14-2	25+20	234	161	170,5	181	193	205	218,5	233	248
15-2	2x15	344	79	83	88	94	100	106,5	114	122,5
16-2	2x20	346	114,5	120	126	133	141	149	159	170,5
17-2	25+20	345	140,5	147	154	162	170,5	179	189	199,5

8. Wyniki obliczeń metodą regresji

8.1. Obliczenia dla izolacji jednowarstwowych

8.1.1. Zakres oceny:

- grubość zabezpieczenia - 12,5 ÷ 25 mm (izolacja jednowarstwowa)
- wskaźnik ekspozycji - 45 ÷ 390 m⁻¹
- temperatura krytyczna - 350°C ÷ 700°C

8.1.2. Wyniki obliczeń

	WSPÓŁCZYNNIKI REGRESJI		KOR= 0,96
	Obliczone	Skorygowane	
A0=	-28,09	-26,9664	
A1=	2,566428	2,463771	
A2=	-187,817	-180,304	
A3=	0,065774	0,063143	
A4=	-0,00018	-0,00018	
A5=	0,762504	0,732004	
A6=	1,484563	1,425181	
A7=	713,5551	685,0129	
R2=	0,984185	0,974264	

W Tabelicy 8 dokonano zestawienia przewidywanych (obliczonych) czasów do uzyskania temperatury dla zbadanych izolacji jednowarstwowych.

Tabelica 8

Przewidywane (obliczone) czasy do osiągnięcia temperatury – izolacje jednowarstwowe

Numer	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
5-1	12,5	50	67,8	81,4	95,1	108,7	122,3	135,9	149,5	163,2
6-1	15	50	77,6	93,0	108,5	123,9	139,3	154,8	170,2	185,6
7-1	20	49	98,3	117,7	137,1	156,4	175,8	195,2	214,6	233,9
8-1	12,5	156	38,8	45,3	51,7	58,1	64,6	71,0	77,4	83,9
9-1	20	155	60,6	68,8	76,9	85,1	93,3	101,4	109,6	117,8
10-1	25	154	75,2	84,5	93,9	103,2	112,6	121,9	131,2	140,6
11-1	12,5	227	34,6	39,9	45,3	50,7	56,1	61,4	66,8	72,2
12-1	15	224	41,5	47,3	53,1	58,9	64,7	70,5	76,3	82,1
13-1	20	221	55,4	62,0	68,6	75,2	81,9	88,5	95,1	101,7
14-1	25	227	68,8	76,0	83,3	90,6	97,9	105,2	112,5	119,7
15-1	15	342	38,0	42,8	47,6	52,5	57,3	62,1	67,0	71,8
16-1	20	355	50,8	56,0	61,3	66,5	71,8	77,0	82,2	87,5
17-1	25	345	64,1	69,9	75,7	81,5	87,3	93,1	98,9	104,7

8.1.3. Akceptacja zastosowanej metody oceny – izolacje jednowarstwowe

Kryteria akceptacji wyników dokonanej oceny w zakresie temperatury kształtowników stalowych oraz sprawdzenie tych kryteriów podano w Tabelicy 9.

Tablica 9
Akceptacja zastosowanej metody oceny

Analiza akceptowalności			
Kryterium	Opis	Wartość	Sprawdzenie
13.5 a)	Różnica pomiędzy przewidywanym a skorygowanym czasem osiągnięcia temperatury dla każdego elementu $\leq 15\%$	9,00%	OK
13.5 b)	Średnia wartość wszystkich różnic procentowych $< 0\%$	-3,71%	OK
13.5 c)	Maksymalnie 30% poszczególnych wartości z wszystkich różnic procentowych $> 0\%$	26,92%	OK

Wszystkie kryteria akceptacji wg EN 13381-4 zostały spełnione.

8.2. Obliczenia dla izolacji dwuwarstwowych

8.2.1. Zakres oceny:

- grubość zabezpieczenia - 25 ÷ 45 mm (izolacja dwuwarstwowa)
- wskaźnik ekspozycji - 45 ÷ 381 m⁻¹
- temperatura krytyczna - 350°C ÷ 700°C

8.2.2. Wyniki obliczeń:

	WSPÓŁCZYNNIKI REGRESJI		KOR= 0,98
	Obliczone	Skorygowane	
A0=	-66,8626	-65,5253	
A1=	2,641728	2,588893	
A2=	82,82144	81,16502	
A3=	0,039955	0,039156	
A4=	0,003463	0,003394	
A5=	0,03169	0,031056	
A6=	6,242882	6,118024	
A7=	96,71748	94,78313	
R2=	0,974391	0,970694	

W Tablicy 10 dokonano zestawienia przewidywanych (obliczonych) czasów do uzyskania temperatury dla zbadanych izolacji dwuwarstwowych

Tablica 10.
Przewidywane (obliczone) czasy do osiągnięcia temperatury – układy dwuwarstwowe

Numer	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
5-2	25	50	133,3	146,4	159,5	172,6	185,7	198,8	211,9	225,0
6-2	30	50	161,4	175,5	189,6	203,7	217,8	231,9	246,0	260,1
7-2	40	50	217,6	233,7	249,8	265,9	282,0	298,1	314,2	330,3
8-2	25	157	71,5	79,9	88,3	96,7	105,1	113,5	121,9	130,3
9-2	40	156	137,2	148,3	159,4	170,5	181,6	192,7	203,8	214,9
10-2	45	155	159,3	171,3	183,3	195,3	207,3	219,4	231,4	243,4
11-2	25	225	62,8	70,5	78,2	86,0	93,7	101,4	109,2	116,9
12-2	30	225	83,7	92,3	100,9	109,5	118,1	126,8	135,4	144,0
13-2	40	229	125,1	135,4	145,8	156,1	166,5	176,8	187,2	197,6

14-2	45	234	145,4	156,6	167,8	179,0	190,2	201,4	212,6	223,8
15-2	30	344	76,0	84,1	92,2	100,2	108,3	116,4	124,4	132,5
16-2	40	346	116,3	126,2	136,0	145,8	155,6	165,4	175,2	185,0
17-2	45	345	136,6	147,3	158,0	168,7	179,3	190,0	200,7	211,4

8.2.3. Akceptacja zastosowanej metody oceny – izolacje dwuwarstwowe

Kryteria akceptacji wyników dokonanej oceny w zakresie temperatury kształtowników stalowych oraz sprawdzenie tych kryteriów podano w Tabelcy 11.

Tabela 11.
Akceptacja zastosowanej metody oceny

Analiza akceptowalności			
Kryterium	Opis	Wartość	Sprawdzenie
13.5 a)	Różnica pomiędzy przewidywanym a skorygowanym czasem osiągnięcia temperatury dla każdego elementu $\leq 15\%$	11,00%	OK
13.5 b)	Średnia wartość wszystkich różnic procentowych $< 0\%$	-1,75%	OK
13.5 c)	Maksymalnie 30% poszczególnych wartości z wszystkich różnic procentowych $> 0\%$	29,81%	OK

Wszystkie kryteria akceptacji wg EN 13381-4 zostały spełnione.

9. Wymagane grubości izolacji PROMATECT-XS do zabezpieczenia elementów stalowych

9.1. Wymagane grubości izolacji jednowarstwowej

Wymagane minimalne grubości zabezpieczenia PROMATECT-XS przy obudowie jednowarstwowej, w zależności od klasy odporności ogniowej, wskaźnika ekspozycji oraz temperatury obliczeniowej stali, podano w Tablicach 12÷18. Wymagania ustalono dla zakresu wskaźników ekspozycji oraz temperatur obliczeniowych podanych w p. 8.1.1.

Tabela 12.
Wymagane grubości zabezpieczenia systemem PROMATECT-XS dla klasy odporności ogniowej R15 – izolacja jednowarstwowa

Wskaźnik ekspozycji [m^{-1}]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤ 50	12,5	12,5	12,5	0	0	0	0	0
60÷80	12,5	12,5	12,5	12,5	0	0	0	0
90÷100	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	0	0	0
110÷120	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	0	0
130÷140	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	0
150÷390	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
> 390	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 13.
Wymagane grubości zabezpieczenia systemem PROMATECT-XS dla klasy odporności ogniowej R30 – izolacja jednowarstwowa

Wskaźnik ekspozycji [m^{-1}]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤ 390	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
> 390	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 14.

Wymagane grubości zabezpieczenia systemem PROMATECT-XS
dla klasy odporności ogniowej R60 – izolacja jednowarstwowa

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤60	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
70÷80	15	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
90÷110	20	15	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
120÷140	20	20	15	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
150	20	20	15	15	12,5	12,5	12,5	12,5
160	20	20	20	15	12,5	12,5	12,5	12,5
170÷180	25	20	20	15	12,5	12,5	12,5	12,5
190÷210	25	20	20	15	15	12,5	12,5	12,5
220÷240	25	20	20	20	15	12,5	12,5	12,5
250	25	20	20	20	15	15	12,5	12,5
260÷280	25	25	20	20	15	15	12,5	12,5
290÷320	25	25	20	20	20	15	12,5	12,5
330÷390	25	25	20	20	20	15	15	12,5
> 390	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 15.

Wymagane grubości zabezpieczenia systemem PROMATECT-XS
dla klasy odporności ogniowej R90 – izolacja jednowarstwowa

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤50	20	15	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
60	25	20	15	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
70	25	20	20	15	12,5	12,5	12,5	12,5
80	25	25	20	15	12,5	12,5	12,5	12,5
90	-	25	20	20	15	12,5	12,5	12,5
100	-	25	20	20	15	15	12,5	12,5
110	-	25	25	20	20	15	12,5	12,5
120	-	25	25	20	20	15	15	12,5
130	-	-	25	20	20	20	15	12,5
140	-	-	25	25	20	20	15	15
150÷160	-	-	25	25	20	20	20	15
170	-	-	25	25	25	20	20	15
180÷210	-	-	-	25	25	20	20	20
220÷230	-	-	-	25	25	25	20	20
240÷260	-	-	-	-	25	25	20	20
270÷300	-	-	-	-	25	25	25	20
310÷320	-	-	-	-	-	25	25	20
330÷390	-	-	-	-	-	25	25	25
> 390	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 16.
Wymagane grubości zabezpieczenia systemem PROMATECT-XS
dla klasy odporności ogniowej R120 – izolacja jednowarstwowa

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤45	25	20	20	15	12,5	12,5	12,5	12,5
50	-	25	20	15	12,5	12,5	12,5	12,5
60	-	25	20	20	15	12,5	12,5	12,5
70	-	-	25	20	20	15	15	12,5
80	-	-	25	25	20	20	15	15
90	-	-	-	25	20	20	20	15
100	-	-	-	25	25	20	20	20
110÷120	-	-	-	-	25	25	20	20
130	-	-	-	-	25	25	25	20
140	-	-	-	-	-	25	25	20
150	-	-	-	-	-	25	25	25
160÷190	-	-	-	-	-	-	25	25
200÷220	-	-	-	-	-	-	-	25
>220	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 17.
Wymagane grubości zabezpieczenia systemem PROMATECT-XS
dla klasy odporności ogniowej R180 – izolacja jednowarstwowa

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤45	-	-	-	25	20	20	15	15
50	-	-	-	25	25	20	20	15
60	-	-	-	-	25	25	20	20
70	-	-	-	-	-	25	25	20
80	-	-	-	-	-	-	25	25
90	-	-	-	-	-	-	-	25
>90	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 18.
Wymagane grubości zabezpieczenia systemem PROMATECT-XS
dla klasy odporności ogniowej R240 – izolacja jednowarstwowa

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤45	-	-	-	-	-	25	25	20
50	-	-	-	-	-	-	25	25
60	-	-	-	-	-	-	-	25
>60	-	-	-	-	-	-	-	-

9.2. Wymagane grubości izolacji wielowarstwowej

Wymagane minimalne grubości zabezpieczenia PROMATECT-XS przy obudowie dwuwarstwowej, w zależności od klasy odporności ogniowej, wskaźnika ekspozycji oraz temperatury obliczeniowej stali, podano w Tablicach 19÷25. Wymagania ustalono dla zakresu wskaźników ekspozycji oraz temperatur obliczeniowych podanych w p. 8.2.1.

Tablica 19.

Wymagane grubości zabezpieczenia systemem PROMATECT-XS dla klasy odporności ogniowej R15 – izolacja dwuwarstwowa

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤50	2x12,5	2x12,5	2x12,5	0	0	0	0	0
60-80	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	0	0	0	0
90-100	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	0	0	0
110-120	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	0	0
130-140	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	0
150÷381	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
>381	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 20.

Wymagane grubości zabezpieczenia systemem PROMATECT-XS dla klasy odporności ogniowej R30 – izolacja dwuwarstwowa

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤381	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
>381	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 21.

Wymagane grubości zabezpieczenia systemem PROMATECT-XS dla klasy odporności ogniowej R60 – izolacja dwuwarstwowa

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤260	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
270÷381	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
> 381	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 22.

Wymagane grubości zabezpieczenia systemem PROMATECT-XS dla klasy odporności ogniowej R90 – izolacja dwuwarstwowa

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤90	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
100÷110	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5

120	15+12,5	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
130÷140	2x15	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
150÷160	2x15	15+12,5	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
170	2x15	2x15	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
180÷190	20+12,5	2x15	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
200÷220	20+12,5	2x15	15+12,5	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
230÷240	20+12,5	2x15	2x15	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
250÷260	20+12,5	20+12,5	2x15	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
270	20+12,5	20+12,5	2x15	15+12,5	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
280÷320	20+15	20+12,5	2x15	15+12,5	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
330÷381	20+15	20+12,5	2x15	2x15	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
> 381	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 23.

Wymagane grubości zabezpieczenia systemem PROMATECT-XS
dla klasy odporności ogniowej R120 – izolacja dwuwarstwowa

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤50	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
60	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
70	15+12,5	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
80	2x15	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
90	20+12,5	2x15	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
100	20+12,5	2x15	2x15	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
110	20+15	20+12,5	2x15	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
120	20+15	20+12,5	2x15	15+12,5	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
130	20+15	20+12,5	20+12,5	2x15	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
140	2x20	20+15	20+12,5	2x15	15+12,5	15+12,5	2x12,5	2x12,5
150÷160	2x20	20+15	20+12,5	2x15	2x15	15+12,5	2x12,5	2x12,5
170÷180	2x20	20+15	20+12,5	20+12,5	2x15	15+12,5	15+12,5	2x12,5
190÷200	2x20	2x20	20+15	20+12,5	2x15	2x15	15+12,5	2x12,5
210	2x20	2x20	20+15	20+12,5	2x15	2x15	15+12,5	15+12,5
220÷230	2x20	2x20	20+15	20+12,5	20+12,5	2x15	15+12,5	15+12,5
240	2x20	2x20	20+15	20+15	20+12,5	2x15	15+12,5	15+12,5
250	2x20	2x20	20+15	20+15	20+12,5	2x15	2x15	15+12,5
260÷280	2x20	2x20	2x20	20+15	20+12,5	2x15	2x15	15+12,5
290	25+20	2x20	2x20	20+15	20+12,5	2x15	2x15	15+12,5
300÷340	25+20	2x20	2x20	20+15	20+12,5	20+12,5	2x15	15+12,5
350÷381	25+20	2x20	2x20	20+15	20+15	20+12,5	2x15	2x15
> 381	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 24.
Wymagane grubości zabezpieczenia systemem PROMATECT-XS
dla klasy odporności ogniowej R180 – izolacja dwuwarstwowa

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤45	20+15	2x15	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
50	20+15	20+15	2x15	15+12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5	2x12,5
60	2x20	20+15	20+12,5	2x15	15+12,5	15+12,5	2x12,5	2x12,5
70	2x20	2x20	20+15	20+12,5	2x15	2x15	15+12,5	2x12,5
80	25+20	2x20	2x20	20+15	20+12,5	2x15	2x15	15+12,5
90	25+20	25+20	2x20	2x20	20+15	20+12,5	2x15	2x15
100	25+20	25+20	2x20	2x20	20+15	20+15	20+12,5	2x15
110	-	25+20	25+20	2x20	2x20	20+15	20+12,5	20+12,5
120	-	25+20	25+20	2x20	2x20	20+15	20+15	20+12,5
130	-	-	25+20	25+20	2x20	2x20	20+15	20+12,5
140	-	-	25+20	25+20	2x20	2x20	20+15	20+15
150÷160	-	-	25+20	25+20	2x20	2x20	2x20	20+15
170	-	-	-	25+20	25+20	2x20	2x20	20+15
180÷200	-	-	-	25+20	25+20	2x20	2x20	2x20
210÷220	-	-	-	25+20	25+20	25+20	2x20	2x20
230÷280	-	-	-	-	25+20	25+20	2x20	2x20
290÷330	-	-	-	-	25+20	25+20	25+20	2x20
340÷381	-	-	-	-	-	25+20	25+20	2x20
> 381	-	-	-	-	-	-	-	-

Tablica 25.
Wymagane grubości zabezpieczenia systemem PROMATECT-XS
dla klasy odporności ogniowej R240 – izolacja dwuwarstwowa

Wskaźnik ekspozycji [m ⁻¹]	Temperatura obliczeniowa							
	350°C	400°C	450°C	500°C	550°C	600°C	650°C	700°C
≤45	25+20	2x20	2x20	20+15	20+12,5	2x15	15+12,5	2x12,5
50	25+20	25+20	2x20	2x20	20+15	20+12,5	2x15	15+12,5
60	-	25+20	25+20	2x20	2x20	20+15	20+15	20+12,5
70	-	-	-	25+20	25+20	2x20	2x20	20+15
80	-	-	-	25+20	25+20	25+20	2x20	2x20
90	-	-	-	-	25+20	25+20	2x20	2x20
100	-	-	-	-	-	25+20	25+20	2x20
110	-	-	-	-	-	25+20	25+20	25+20
120÷130	-	-	-	-	-	-	25+20	25+20
140÷160	-	-	-	-	-	-	-	25+20
>160	-	-	-	-	-	-	-	-

Podane w Tablicach 12÷25 wymagane grubości zabezpieczenia wykonanego w systemie PROMATECT-XS odnoszą się do słupów i belek stalowych o profilach otwartych i zamkniętych.

UWAGA: Podane w Tablicach 19÷25 układy izolacji dwuwarstwowych mogą być modyfikowane na następujących zasadach:

- a) łączna grubość zmodyfikowanego układu izolacji musi być większa lub równa od grubości podanej w Tablicach 19÷25 (np. zamiast „2x20” można stosować „25+15”)
- b) układ dwuwarstwowy można zastąpić układem trójwarstwowym (np. zamiast „25+20” można stosować „3x15”)

10. Granice stosowalności wyników oceny

Wyniki mają zastosowanie do systemu PROMATECT-XS w zakresie grubości materiału ogniochronnego – 12,5 mm ÷ 45 mm oraz wartości wskaźnika ekspozycji przekroju - $A_m/V \leq 390 \text{ m}^{-1}$ oraz temperatur maksymalnych - 700°C.

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

Wyniki oceny mają zastosowanie do kształtowników walcowanych oraz blachownic spawanych o profilu otwartym.

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

Ocena ma zastosowanie do metody montażu systemu zabezpieczenia wykorzystanego podczas przygotowywania elementów próbnych i przedstawionej w Załączniku 1.

11. Termin ważności oceny

Podana ocena zachowuje ważność do dnia 27 czerwca 2019.

Autor oceny:

dr inż. Grzegorz Woźniak

Kierownik
Zakładu Badań Ogniochronnych
dr inż. Paweł Sulik

Załącznik nr 1. Opis techniczny zabezpieczenia ogniochronnego konstrukcji stalowej z płyt PROMATECT®-XS

ZAŁĄCZNIK NR 1
DO PRACY nr 1633/16/R79NZZ

OPIS TECHNICZNY ZABEZPIECZENIA OGNIOPRONNEGO
KONSTRUKCJI STALOWEJ Z PŁYT PROMATECT®-XS

OPIS TECHNICZNY ZABEZPIECZENIA OGNIOPRONNEGO KONSTRUKCJI STALOWEJ Z PŁYT PROMATECT®-XS

System obudowy płytowej PROMATECT®-XS, produkcji firmy Etex N.V. Belgia, jest przeznaczony do zabezpieczania ogniopronnego elementów konstrukcji stalowych metodą obudowy skrzynkowej.

W skład systemu zabezpieczeń ogniopronnych konstrukcji stalowych PROMATECT®-XS wchodzi następujące elementy:

- płyty ogniopronne PROMATECT®-XS o gęstości $900 \text{ kg/m}^3 \pm 10\%$ produkowane w następujących grubościach: 12,5; 15; 20 i 25 mm, długość $2500 \div 3000 \text{ mm}$, szerokość 1200 mm .
- zszywki stalowe służące do łączenia płyt, rozstaw zszywek $100 \div 150 \text{ mm}$, długość zszywek
- wkręty stalowe służące do łączenia płyt, rozstaw wkrętów 200 mm .

Montaż obudowy skrzynkowej na słupach stalowych wykonuje się przy użyciu zszywek lub zamiennie stalowych wkrętów lub gwoździ. Wzajemnie prostopadłe płyty obudowy położone w jednej warstwie łączone są krawędziowo. Płyty w kolejnych warstwach łączy się krawędziowo między sobą oraz dodatkowo – do poprzedniej warstwy płyt za pomocą stalowych zszywek w rozstawie nie większym niż $100 \div 150 \text{ mm}$ lub wkrętów lub gwoździ w rozstawie nie większym niż 200 mm .

Przy montażu zabezpieczeń ogniopronnych słupów stalowych nie stosuje się żadnej konstrukcji pomocniczej, a płyty obudowy nie są mocowane do zabezpieczonego profilu.

Sposób montażu obudowy skrzynkowej na słupach stalowych o profilu otwartym lub zamkniętym pokazano na rys. 1.


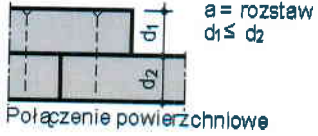
Przy wykonywaniu zabezpieczeń belek, pierwsza warstwa obudowy mocowana jest do konstrukcji pomocniczej, którą stanowią pasma z płyt PROMATECT®-XS o grubości minimum 20 mm i szerokości $\geq 100 \text{ mm}$. Pasma pionowe montowane są na mocowanie klinowe między półką górną i dolną profilu, w rozstawie nie większym niż 1200 mm lub na każdym połączeniu płyt.

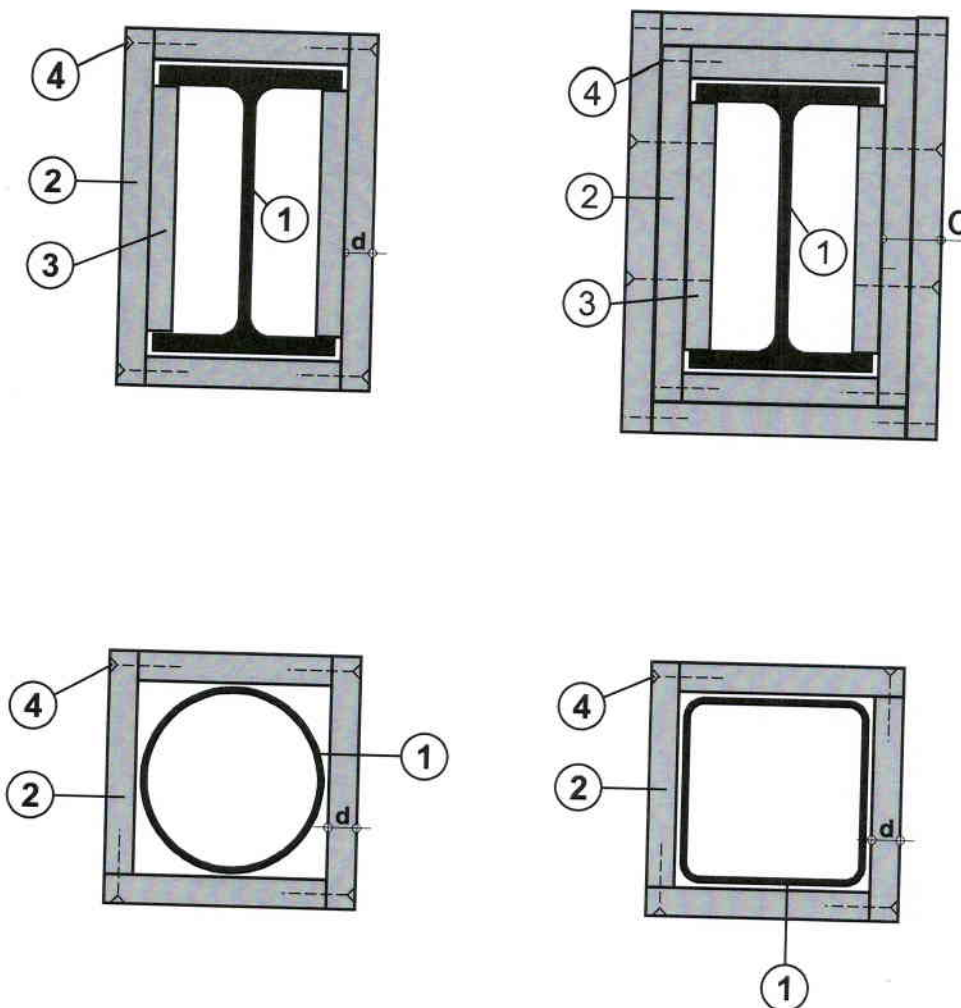
Płyty w kolejnych warstwach łączone są krawędziowo między sobą oraz dodatkowo do poprzedniej warstwy płyt zgodnie z rys. 2 i 3. Spoiny poziome płyt na sąsiednich bokach obudowy słupa lub belki stalowej powinny być przesunięte względem siebie o co najmniej 400 mm .

W przypadku gdy wysokość zabezpieczanego elementu przekracza $\geq 400 \text{ mm}$ pionowe pasmo wzmacniające należy podeprzeć w przestrzeni pomiędzy nim a środkiem elementem poprzecznym wykonanym również z płyt PROMATECT®-XS (tzw. wkładka stabilizująca) zgodnie z rys. 3.

Długość stalowych zszywek, gwoździ lub wkrętów podane są w tablicy nr 1

Tablica nr 1

Grubość płyty d_1 mm						
	wkręty $a \leq 200$ mm	gwoździe $a \leq 200$ mm	zszywki stalowe $a = 100 \div 150$ mm	Wkręty $a \leq 200$ mm	gwoździe $a \leq 200$ mm	zszywki stalowe $a = 100 \div 150$ mm
12,5	-	≥ 30	$\geq 28/10,7/1,2$	-	≥ 20	$\geq 19/10,7/1,2$
15	$\geq 3,5 \times 40$	≥ 40	$\geq 38/10,7/1,2$	$\geq 3,5 \times 35$	≥ 30	$\geq 28/10,7/1,2$
20	$\geq 4,0 \times 50$	≥ 50	$\geq 50/11,2/1,53$	$\geq 4,0 \times 35$	≥ 35	$\geq 38/10,7/1,2$
25	$\geq 4,0 \times 60$	≥ 70	$\geq 63/11,2/1,83$	$\geq 4,0 \times 45$	≥ 45	$\geq 38/10,7/1,2$



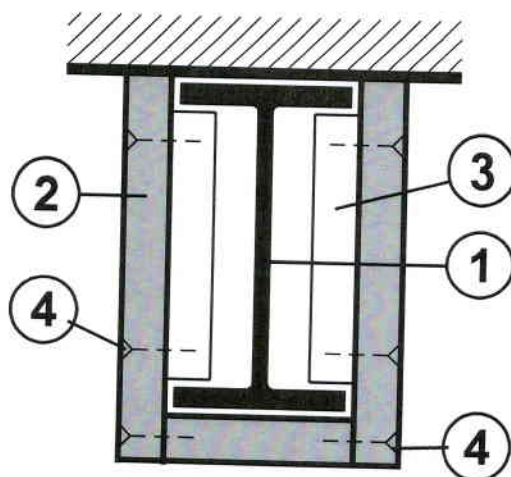
Rys. 1. Obudowa słupów stalowych

1 - słup stalowy

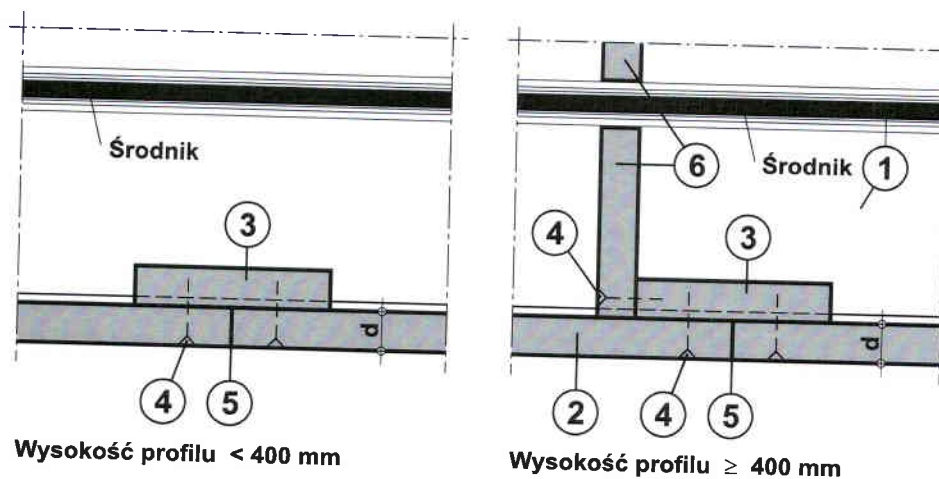
2 - płyty PROMATECT®-XS

3 – pasmo z płyt o szerokości ≥ 100 mm i grubości ≥ 20 mm

4 – stalowe zszywki, wkręty lub gwoździe

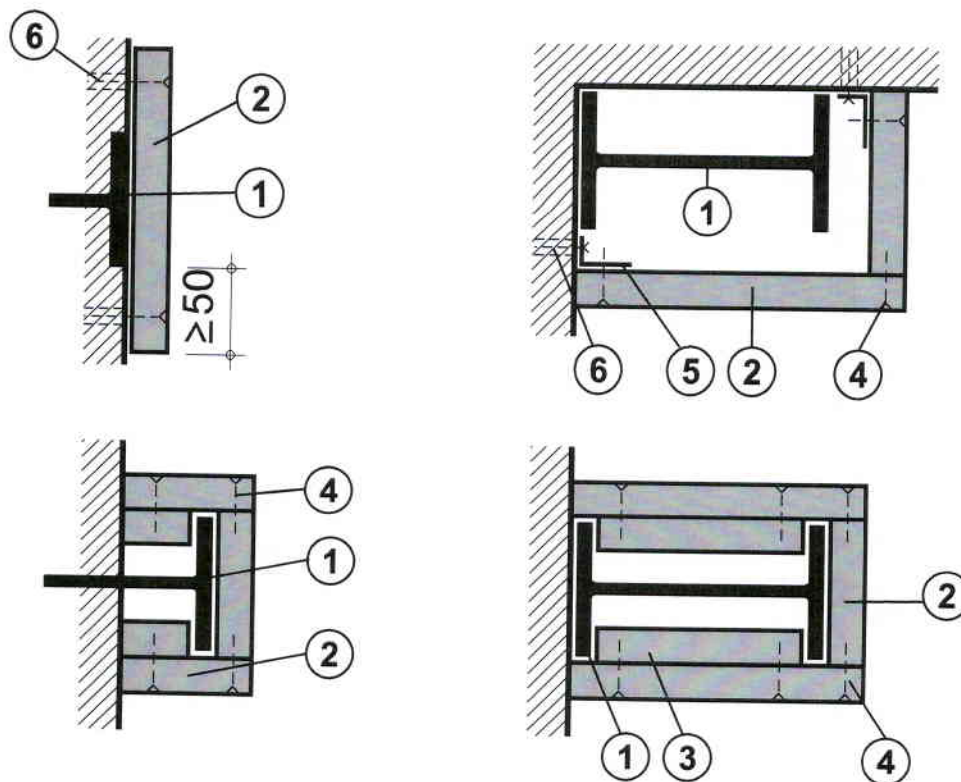


Rys. 2. Obudowa belki stalowej - przekrój poprzeczny



Rys. 3. Obudowa belki stalowej - przekrój podłużny

- 1 - belka stalowa
- 2 - okładzina z płyt PROMATECT®-XS
- 3 - pasmo o szerokości $\geq 100\text{ mm}$ i grubości $\geq 20\text{ mm}$ (podkładka pionowa)
- 4 - stalowe zszywki lub wkręty
- 5 - miejsce łączenia płyt
- 6 - dodatkowe usztywnienie w postaci pasma z płyty PROMATECT®-XS w przypadku profili o wysokości większej niż 400 mm .



Rys. 4. Przykłady obudowy jedno-, dwu i trzystronnej profili stalowych

- 1 - profil stalowy
- 2 - okładzina z płyt PROMATECT® -XS
- 3 - pasmo o szerokości ≥ 100 mm i grubości ≥ 20 mm (podkładka pionowa)
- 4 – stalowe zszywki lub wkręty
- 5 – stalowy kątownik
- 6 – kotwa stalowa do mocowania w masywnych przegrodach