



ArcelorMittal

Arval

by ArcelorMittal

Blachy łukowe FLOLINE



SPIS TREŚCI

I. Opis techniczny

1. Opis, cechy statyczne	2
2. Asortyment łuków trapezowych	2
3. Materiał	3
4. Ochrona antykorozyjna	3
5. Charakterystyczne wielkości profilu	3
6. Zasady obliczania	4
7. Obciążalność konstrukcji łukowych	6
8. Pozostałe elementy systemu	
8.1. Podpory i ściąg	8
8.2. Płytki zaciskowe	8
8.3. Konstrukcje dystansowe	8
8.4. Łukowe krawędzie szczytowe	9
8.5. Pasma świetlikowe	9

II. Instrukcja montażu

1. Transport	10
2. Rozładunek	10
3. Składowanie	10
4. Brygada montażowa	10
5. Projekty montażowe	11
6. Montaż blach łukowych – konstrukcja jednowarstwowa	11
7. Montaż blach łukowych – konstrukcja dwuwarstwowa	11
8. Zalecane zamocowania	
8.1. Dach łukowy jednowarstwowy	13
8.2. Dach łukowy dwuwarstwowy	13
8.3. Obróbki blacharskie	13

III. Rozwiązania konstrukcyjne – rysunki

14

IV. Obiekty referencyjne

23

I. Opis techniczny

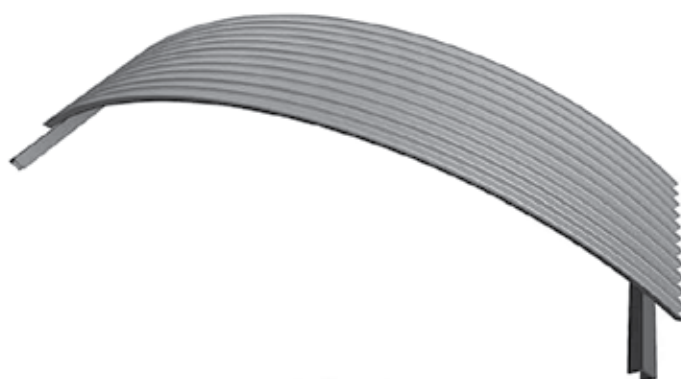
1. OPIS, CECHY STATYCZNE

Elementami znajdującymi zastosowanie w systemach łukowych, są blachy trapezowe, wyginane w łuk kołowy, według opatentowanej technologii (Rys. 1).

Poprzez kołowe wygięcie blach trapezowych osiąga się to, że statyczne działanie powstających w ten sposób elementów łukowych, przekształca się z systemu dźwigarów pracujących na zginanie, na system dwuprzegubowych łuków.

Zaletą takiego systemu jest fakt, że elementy konstrukcyjne, przy jednakowym profilu i grubości blachy oraz przy jednakowym obciążeniu, mogą być stosowane przy wielokrotnie większej rozpiętości niż tradycyjne blachy trapezowe. Siły poziome, powstające na podporach łuku, kompensuje się zwykle za pomocą ściągów.

Rys. 1 - Element łukowy, wygięty z blachy łukowej



Elementy łukowe mogą być stosowane jako konstrukcje jednowarstwowe lub dwuwarstwowe.

Dla systemu dwuwarstwowego przestrzeń pomiędzy blachą nośną i pokryciową wypełnia się materiałem izolacyjnym (najczęściej wełną mineralną).

Grubość warstwy izolacji termicznej odpowiada wysokości profili dystansowych.

2. ASORTYMENT ŁUKÓW TRAPEZOWYCH

Florprofile oferuje blachy łukowe wytwarzane na bazie dwóch typów blach trapezowych.

W zależności od grubości blachy, profile te mogą być gięte na określone promienie minimalne (Tabela 1 i Tabela 2).

Łuki FLOLINE 40 na bazie profilu TS40

A1
Strona wypukła*

A2
Strona wklęsła*

* Służy do określania strony pokrytej powłoką dekoracyjną

Rys. 2 - FLOLINE 40

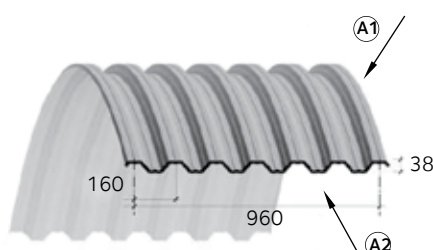


Tabela 1 - Tabela gięcia profilu FLOLINE 40

ŁUK Typ profilu	Grubość blachy [mm]	Ciężar 1m ²	Promień minimalny [m]
	0,63	6,44	11,00
	0,75	7,67	8,00
	0,88	8,99	6,00
	1,00	10,22	4,50
	1,25	12,78	4,00
	1,50	15,33	3,00

FLOLINE 40
szer. budowlana
960 mm

Łuki FLOLINE 70 na bazie profilu TR70

A1
Strona wypukła*

A2
Strona wklęsła*

* Służy do określania strony pokrytej powłoką dekoracyjną

Rys. 3 – FLOLINE 70

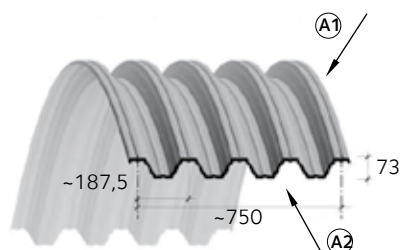


Tabela 2 – Tabela gięcia profilu FLOLINE 70

ŁUK Typ profilu	Grubość blachy [mm]	Ciężar 1m ²	Promień minimalny [m]
FLOLINE 70 szer. budowlana 750 mm	0,75	9,82	13,00
	0,88	11,52	9,00
	1,00	13,09	7,00
	1,25	16,36	6,00
	1,50	19,63	6,00

3. MATERIAŁ

Stosowany zwykle materiał wsadowy to stal w gatunku FeE 320 G

(Granica plastyczności co najmniej 320 N/mm²) wg. EN 10 147.

Grubości blachy wynoszą 0,75, 0,88, 1,00, 1,25, oraz 1,50 mm (ew. 0,63 mm dla FLOLINE 40)

4. OCHRONA ANTYKOROZYJNA

Materiał stanowią blachy ocynkowane ogniowo metodą Sendzimira. Grubość powłoki cynku wynosi 275 g/m², zgodnie z normą EN 10 147.

Blachy są dostarczane z dodatkową powłoką z następujących tworzyw sztucznych:

W wykonaniu standardowym:

poliester cienkopowłokowy 15µm, strona odwrotna – lakier ochronny

lub

poliester 25 µm, strona odwrotna – lakier ochronny

5. CHARAKTERYSTYCZNE WIELKOŚCI PROFILU

W Tabeli 3 podano wskaźniki przekroju, obliczone dla blach trapezowych, formowanych w łuki, przy założeniu granicy plastyczności stali $f_y = 320 \text{ N/mm}^2$.

Tabela 3 – wskaźniki przekroju dla $f_y = 320 \text{ N/mm}^2$

Grubość blachy	Dla sztywności i rozciągania			Dla ściskania osiowego		Dla zginania		
t_n mm	A_g cm ² /m	I_g cm ⁴ /m	i_g cm	A_{ef} cm ² /m	i_{ef} cm	I_{ef} cm ⁴ /m	W_{cef} cm ³ /m	W_{sef} cm ³ /m
TR 40/160	Granica plastyczności $f_y = 320 \text{ N/mm}^2$							
0,75	8,87	20,49	1,52	7,47	1,54	20,46	10,62	10,61
0,88	10,49	24,24	1,52	9,21	1,53	24,20	12,66	12,66
1,00	11,99	27,70	1,52	10,83	1,53	27,66	14,56	14,56
1,25	15,11	34,91	1,52	14,27	1,53	34,87	18,43	18,43
1,50	18,23	42,12	1,52	17,76	1,52	42,07	22,29	22,28
TR 0/187,5	Granica plastyczności $f_y = 320 \text{ N/mm}^2$							
0,75	10,98	86,08	2,80	6,95	2,97	85,97	23,44	23,23
0,88	12,99	101,84	2,80	8,96	2,92	101,72	28,19	27,48
1,00	14,84	116,35	2,80	10,89	2,89	116,25	32,63	31,41
1,25	18,71	146,69	2,80	14,99	2,86	146,52	41,80	39,58
1,50	22,57	176,95	2,80	19,20	2,84	176,79	50,63	47,76

Legenda:

A_g
przekrój brutto

i_{ef}
promień bezwładności dla przekroju efektywnego

I_g
moment bezwładności dla przekroju brutto

I_{ef}
moment bezwładności dla przekroju efektywnego

i_g
promień bezwładności dla przekroju brutto

W_{cef}
wskaźnik wytrzymałości dla strefy ściskanej w pasie górnym

A_{ef}
przekrój efektywny

W_{sef}
wskaźnik wytrzymałości dla strefy ściskanej w pasie dolnym

W tabeli 4 podano wskaźniki przekroju, obliczone dla blach trapezowych, formowanych w łuki, przy założeniu granicy plastyczności stali $f_y = 280 \text{ N/mm}^2$.

Tabela 4 - Wskaźniki przekroju dla $f_y = 280 \text{ N/mm}^2$

Grubość blachy	Dla sztywności i rozciągania			Dla ściskania osiowego		Dla zginania		
t_n mm	A_g cm ² /m	I_g cm ⁴ /m	i_g cm	A_{ef} cm ² /m	i_{ef} cm	I_{ef} cm ⁴ /m	W_{cef} cm ³ /m	W_{sef} cm ³ /m
TR 40/160	Granica plastyczności $f_y = 280 \text{ N/mm}^2$							
0,75	8,87	20,49	1,52	7,72	1,54	20,46	10,68	10,68
0,88	10,49	24,24	1,52	9,48	1,53	24,20	12,74	12,73
1,00	11,99	27,70	1,52	11,12	1,53	27,66	14,63	14,63
1,25	15,11	34,91	1,52	14,60	1,53	34,87	18,48	18,47
1,50	18,23	42,12	1,52	18,12	1,52	42,07	22,29	22,28
TR O/187,5	Granica plastyczności $f_y = 280 \text{ N/mm}^2$							
0,75	10,98	86,08	2,80	7,44	2,93	85,97	23,71	23,23
0,88	12,99	101,84	2,80	9,52	2,89	101,72	28,52	27,48
1,00	14,84	116,35	2,80	11,48	2,87	116,25	33,04	31,41
1,25	18,71	146,69	2,80	15,65	2,85	146,52	41,96	39,58
1,50	22,57	176,95	2,80	19,93	2,83	176,79	50,63	47,76

Legenda:

A_g
przekrój brutto

I_g
moment bezwładności dla przekroju brutto

i_g
promień bezwładności dla przekroju brutto

A_{ef}
przekrój efektywny

i_{ef}
promień bezwładności dla przekroju efektywnego

I_{ef}
moment bezwładności dla przekroju efektywnego

W_{cef}
wskaźnik wytrzymał. dla strefy ściskanej w pasie górnym

W_{sef}
wskaźnik wytrzymał. dla strefy ściskanej w pasie dolnym

6. ZASADY OBLICZANIA

Jak już wspomniano uprzednio, systemy łukowe oblicza się jako jedno lub dwuwarstwowe łuki dwuprzegubowe, gdzie obie warstwy stanowią współśrodkowe łukowe blachy trapezowe.

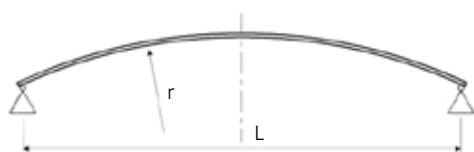
W celu dokonania obliczeń przy pomocy jednego z dostępnych programów statyki prętowej, należy przyjąć odpowiedni schemat statyczny.

W systemie jednowarstwowym przedstawia się łuk jako pojedynczy wielobok o odpowiedniej rozdzielczości, natomiast w systemie dwuwarstwowym, jako dwa wieloboki współśrodkowe, dystansowane wzajemnie przez pręty promieniowe, które symulują dystansowe profile trapezowe.

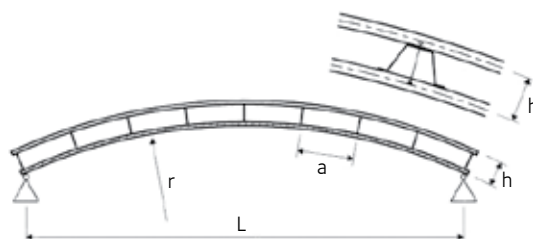
Połączenie prętów promieniowych do warstwy wewnętrznej traktuje się, z uwagi na rozkroczne położenie dystansu trapezowego na profilu dolnym, jako sztywne, natomiast połączenie z warstwą zewnętrzną, poprzez wąską górną półkę, jako przegubowe (Rys. 4 i Rys. 5).

Położenie blach trapezowych przyjmuje się w osiach ciężkości profili. Położenie prętów dystansowych przyjmuje się w ich osi pionowej. Odstęp (a) pomiędzy profilami dystansowymi wynosi zwykle od 1,25 do 1,50 m.

Rys. 4 - System łukowy jednowarstwowy



Rys. 5 - System łukowy dwuwarstwowy

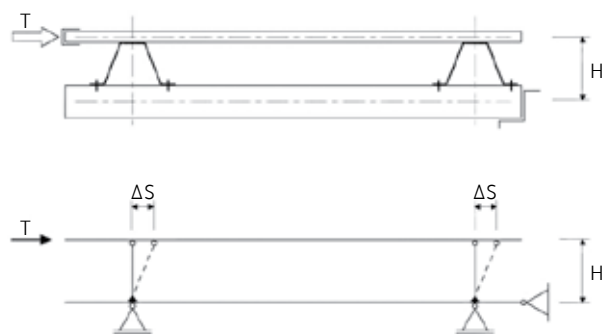


Wartości przekrojowe profilu daszkowego

Trapezowe profile dystansowe, stosowane w systemach dwuwarstwowych, traktowane są ze statycznego punktu widzenia jako pręty, których sztywności określono doświadczalnie.

Momenty bezwładności I_H oraz graniczną siłę ścinającą T_H wyznaczono rachunkowo opierając się na analizie sił ścinających T i odpowiadających im odkształceń ΔS uzyskanych doświadczalnie w badaniach przeprowadzonych na schemacie zastępczym. (Rys. 6).

Rys. 6 - Schemat zastępczy do wyznaczenia sztywności profili dystansowych



Charakterystyczne wartości przekroju profilu dystansowego trapezowego

(Profil ciągły, współpracujący z łukami typu FLOLINE 40 oraz FLOLINE 70)

Uwaga:

Do przeprowadzenia prób obciążenia, umocowano profile dystansowe jednym nitem jednostronnie zamykanym o średnicy 4,8 mm, do każdej półki profilu dolnego.

Tabela 5

Łuk dwuwarstwowy		h [cm]	Profil dystansowy	
Łuk dolny	Łuk górny		I_{HK} [cm ⁴ /.]	T_{HK} [kN/m]
FLOLINE 40 – 0,88	FLOLINE 40 – 0,75	17,12	0,9	12,5
FLOLINE 40 – 1,25	FLOLINE 40 – 1,25	17,12	1,0	12,5
FLOLINE 70 – 1,50	FLOLINE 40 – 0,75	21,20	1,1	7,0
FLOLINE 70 – 1,50	FLOLINE 40 – 0,88	21,21	2,0	7,0
FLOLINE 70 – 0,88	FLOLINE 70 – 0,75	23,49	1,5	7,0
FLOLINE 70 – 1,50	FLOLINE 70 – 1,25	23,49	2,0	7,0

Legenda:

h

Pozorna długość pręta (wysokość profilu daszkowego + odległość punktów ciężkości profilu dolnego i górnego)

I_{HK}

Porównawczy, charakterystyczny moment bezwładności

T_{HK}

Przenoszona siła ścinająca

Charakterystyczne wartości przekroju, dla kombinacji pojedynczego kabłąka, z listwą z tworzywa sztucznego

Tabela 6

Łuk dwuwarstwowy		H [cm]	Profil dystansowy	
Łuk dolny	Łuk górny		I_{HK} [cm ⁴ /.]	T_{HK} [kN/m]
FLOLINE 40 – 0,88	FLOLINE 40 – 0,75	18,10	1,17	11,23
FLOLINE 40 – 1,00	FLOLINE 40 – 0,75	18,10	1,17	14,58
FLOLINE 70 – 1,00	FLOLINE 40 – 0,75	21,40	1,36	9,84
FLOLINE 70 – 0,88	FLOLINE 70 – 0,75	24,70	2,60	10,97
FLOLINE 70 – 1,00	FLOLINE 70 – 0,75	24,70	2,60	12,18

Legenda:

H

Długość pręta zastępczego, wstawiana do obliczeń

I_{HK}

Charakterystyczny, porównawczy moment bezwładności pręta zastępczego, dla stanu obciążenia granicznego

T_{HK}

Charakterystyczna, graniczna siła ścinająca

Obliczanie charakterystycznych wartości profilu oraz wymiarowanie konstrukcji łukowych można przeprowadzać według normy EUROCODE 3

Obliczenia systemów dwuwarstwowych przeprowadza się zasadniczo według teorii II.

Dla konstrukcji łukowych jedno-warstwowych wystarcza obliczenie według teorii I, jeżeli naprężenia wyznaczono według wzoru interakcyjnego z normy DIN 18 807, część 3, rozdział 3, punkt 3.3.3.6.1

Po wyznaczeniu sił wewnętrznych w założonym układzie prętowym sprawdza się, czy w najbardziej wyężonych przekrojach, spełniona jest nierówność.

$$N_D/N_{dD} + M/M_d \leq 1$$

$$N_D/N_{dD} \cdot [1 + 0,5 \cdot a \cdot (1 - N_D/N_{dD})] + M/M_d \leq 1$$

Legenda:

N_D
g - krotna siła ściskająca

N_{dD}
dopuszczalna siła ściskająca

M
g - krotny moment zginania

M_d
dopuszczalny moment zginania

a
oblicza się według DIN 18 807, część 1, 4.2.3.6 w zależności charakterystycznych wartości profilu, oraz czynnych szerokości na przekroju profilu, wyznaczonych z warunków obciążenia

**.....

dla obliczania ugięć, względnie określania sztywności w obliczeniach statycznych, przyjmuje się pełne wartości przekrojów.

Uwaga:
Wartości przedstawione w tabelach 5, 6, 7 wynikiem badań doświadczalnych przeprowadzonych w laboratoriach Uniwersytetu w Karlsruhe.

Tabela 7 - Graniczne momenty i siły normalne

Typ łuku	Grubość blachy f[mm]	Graniczna Siła Normalna [kN/m]		Moment Graniczny M_{RK} [kNm/m]
		N_{RK} - rozciąganie	N_{RK} - ściskanie	
FLOLINE 40 $f_y = 280 \text{ N/mm}^2$	0,75	248,36	217,84	2,94
	0,88	293,72	267,40	3,54
	1,00	335,72	313,60	4,10
	1,25	423,08	411,32	5,16
FLOLINE 70 $f_y = 280 \text{ N/mm}^2$	1,50	510,44	510,44	6,23
	0,75	309,40	219,80	6,57
	0,88	365,96	279,72	7,78
	1,00	418,04	336,00	8,89
	1,25	526,96	455,00	11,20
	1,50	635,88	576,52	13,52

7. OBCIĄŻALNOŚĆ KONSTRUKCJI ŁUKOWYCH

Dla blach trapezowych można korzystać z tabel, które przy założeniu określonych obciążeń, schematu statycznego i rozpiętości, zawierają dokładne dane umożliwiające dobór profilu blachy.

Dla elementów łukowych nie ma możliwości zestawienia podobnych tablic, gdyż obciążalność elementów łukowych

zależy nie tylko od rozpiętości i warunków obciążenia, ale także w znacznym stopniu od stosunku rozpiętości do promienia łuku.

Stawiając sobie zadanie uwzględnienia wszystkich pośrednich wartości promieni, należałoby sporządzić niezliczoną ilość tabel dla różnych przypadków rozpiętości i obciążenia. Jest to praktycznie niemożliwe.

Przeliczenie do tej pory ogromnej liczby przypadków wykazuje jednak, że istnieje określony stosunek rozpiętości do promienia, przy którym, lub w pobliżu którego, uzyskuje się pod względem statycznym, najlepszy efekt ekonomiczny.

Zasady projektowe

- stosunek rozpiętość / promień powinien być w miarę możliwości równy lub bliski 1 : 1.
- doświetlenia dachowe, realizowane bez dodatkowej konstrukcji wsporczej nie powinny przekraczać 10% powierzchni dachu.
- stosunek wysokości łuku do rozpiętości nie powinien być mniejszy niż 1 : 10
- otwory w dachu należy umieszczać, w miarę możliwości, w pobliżu wierzchołka łuku.
- stosunek długości łuku L do promienia R nie może przekraczać wartości 1,20.

Dla celów orientacyjnych, pomocne mogą być rozpiętości graniczne łuków jednowarstwowych, obliczone w oparciu o przykładowe dane, z zastosowaniem norm DIN 18800 oraz DIN 18807 część 1 do 3 oraz EUROCODE 3.

Dane

Specyfika budynku:

Zamknięta hala z dachem łukowym.
Stosunek rozpiętości do promienia = 1/1
Wysokość okapu nad poziomem = 6 m.

Obciążenia:

Przyjęto dwa warianty obciążenia śniegiem: 0,75 kN/m² i 1,00 kN/m², oraz ciężary własne określonych profili.

Przyjęto następujące obciążenia wiatrem:
Podstawowa prędkość wiatru: 125 km/h
Ukształtowanie terenu: 2
Stąd nacisk wiatru: $q = 0,57 \text{ kN/m}^2$

Rozpiętości graniczne dla łuku trapezowego FLOLINE 40 jednowarstwowego

Tabela 8 - Rozpiętości graniczne

Grubość blachy	Obciążenie śniegiem = 0,75 kN/m ²	Obciążenie śniegiem = 1,00 kN/m ²
0,75 mm	8,75 m	7,75 m
1,00 mm	9,75 m	8,50 m
1,25 mm	10,50 m	9,5 m

Rozpiętości graniczne dla łuku trapezowego FLOLINE 70 jednowarstwowego

Tabela 9 - Rozpiętości graniczne

Grubość blachy	Obciążenie śniegiem = 0,75 kN/m ²	Obciążenie śniegiem = 1,00 kN/m ²
0,75 mm	13,50 m	12,25 m
1,00 mm	15,00 m	13,50 m
1,25 mm	16,50 m	15,00 m
1,50 mm	17,50 m	16,00 m

Uwagi ogólne:

Podane powyżej rozpiętości graniczne dotyczą wyłącznie zdefiniowanej geometrii systemu oraz przyjętych obciążeń i norm.

Ponadto należy pamiętać, że w wielu przypadkach stosowania mniejszych promieni łuku, o doborze grubości blachy decydują nie tylko warunki statyczne, lecz także uwarunkowania technologiczne.

Rozpiętości graniczne dla dwuwarstwowego łuku złożonego z kombinacji dwóch trapezowych blach łukowych FLOLINE 40. Dystans pomiędzy warstwami = 130 mm

Tabela 10 - Rozpiętości graniczne

Grubość blachy	Obciążenie śniegiem = 0,75 kN/m ²	Obciążenie śniegiem = 1,00 kN/m ²
0,88 + 0,75 mm	13,00 m ²⁾ (16,00 m)	13,00 m ²⁾ (15,00 m)
1,25 + 0,88 mm	14,25 m ²⁾ (17,50 m)	14,25 m ²⁾ (15,75 m)

Rozpiętości graniczne dla dwuwarstwowego łuku złożonego z kombinacji dwóch trapezowych blach łukowych FLOLINE 70. Dystans pomiędzy warstwami = 130 mm

Tabela 11 - Rozpiętości graniczne

Grubość blachy	Obciążenie śniegiem = 0,75 kN/m ²	Obciążenie śniegiem = 1,00 kN/m ²
0,88 + 0,75 mm	20,00 m ¹⁾	20,00 m ¹⁾

Uwagi ogólne:

1) W przypadkach oznaczonych tym znakiem, podana maksymalna rozpiętość nie wynika z przyczyn statycznych, lecz z ograniczeń wynikających z możliwości produkcyjnych, transportowych i montażowych

2) W przypadkach oznaczonych tym znakiem nie decydują statyczne stany graniczne określonych kombinacji profili, lecz wyniki badań stabilności w przebiegu montażu.

Wyznaczono je następująco:

Zbadano kombinację obciążeń, złożonych z ciężaru własnego warstwy wewnętrznej oraz z obciążenia skupionego w punkcie 1/4 łuku o wartości 1,50 kN, zakładając współczynniki bezpieczeństwa $g_F = 1,35$ oraz $g_M = 1,1$ tylko dla warstwy wewnętrznej. Z tego wyniku wyznaczono rozpiętość graniczną.

Uwzględniono fakt, że w trakcie montażu pierwszej warstwy łukowej, gdy nie dokończono jeszcze nitowania elementów, system jest relatywnie bardzo wrażliwy.

Rozpiętości, które byłyby osiągalne dla całej, gotowej konstrukcji, podano w nawiasach obok wyżej wymienionych wartości.

8. POZOSTAŁE ELEMENTY SYSTEMU

8.1. Podpory, ściąg

Najlepszym rozwiązaniem podporowym dla blach łukowych są indywidualnie projektowane, spawane profile stalowe z półką górną pod kątem odpowiadającym nachyleniu łuków.

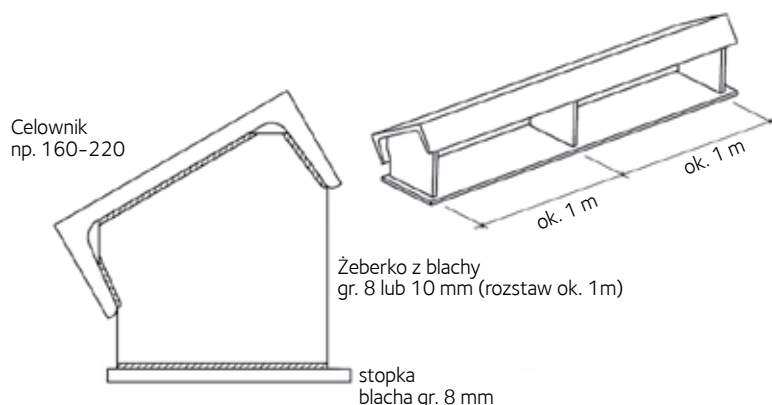
Do tworzenia tego typu profili wykorzystuje się kształtowniki walcowane (najczęściej ceowniki 160–220) oraz blachy stalowe gr. 8–10 mm jako uźebrowanie i podstawa.

Najczęściej stosuje się rozstawy żeberek ok. 1 m.

Ściąg projektuje się w postaci prętów lub rur stalowych z możliwością regulacji naciągu (śruby rzymskie itp.) a przekroje wymiaruje się na rozciąganie.

Zalecany rozstaw dla ściągów to ok. 3 m lub 3 rozstawy żeberek.

Rys. 7 – Typowy element podporowy dla przekryć łukowych



8.2. Płytki zaciskowe

Mocowanie łuków z blachy trapezowej na podporach następuje za pomocą stalowych, ocynkowanych płytek zaciskowych, z zastosowaniem podkładki samowulkanizującej lub EPDM, oraz centralnie usytuowanej śruby z podkładką i nakrętką.

Zalecane jest stosowanie płytek o gr. 8 mm i wymiarach:

- 40 x 50 mm mocowane śrubami M10 – dla łuków FLOLINE40
- 50 x 50 mm mocowane śrubami M16 – dla łuków FLOLINE70

Minimalna klasa śrub 4.6.

W Tabeli 12 przedstawiono, wyznaczone doświadczalnie, obciążenia graniczne przenoszone powyższymi połączeniami zaciskowymi.

Uwaga:

Siły oznaczone znakiem *) dotyczą mocowania zaciskowego w co drugie wgłębienie, wszystkie inne – mocowania w każdym wgłębieniu profilu trapezowego.

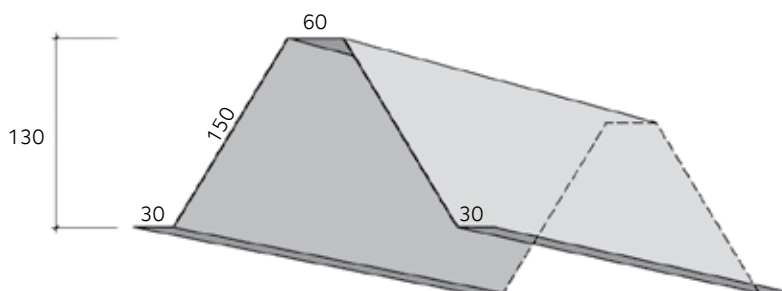
Tabela 12 – Obciążenia graniczne połączeń zaciskowych

TYP ŁUKU TRAPEZOWEGO	ŚRUBA M16 (FLOLINE 70) względnie ŚRUBA M10 (FLOLINE 40) MOMENT DOCIĄGNIĘCIA	PŁYTKA ZACISKOWA PŁASKA	ŚREDNIA SIŁA KRYTYCZNA	ŚREDNIA SIŁA KRYTYCZNA na mb
	Ma [Nm]	Uszczelka nie/tak	F_{GK} [kN]	$F_{GK/m}$ [kN/m]
FLOLINE 70	100	nie	42,81	85,62
FLOLINE 40	300	nie	53,33	106,66
FLOLINE 40	33	nie	31,86	99,56
FLOLINE 40	33	nie	31,86	49,78 *)
FLOLINE 40	33	tak	22,88	71,50
FLOLINE 40	33	tak	22,88	35,75 *)

8.3. Konstrukcje dystansowe

- Profile trapezowe ciągłe, ocynkowane, o grubości 1,00 mm, 1,25 mm lub 1,50 mm (Rys. 8)
- Wysokość profili 130 do 250 mm
- Długość do 6000 mm
- Dla ograniczenia efektu mostka termicznego na górną półkę profili dystansowych należy nakleić taśmę termoizolacyjną np. 40 x 7 mm

Rys. 8 – Typowy profil trapezowy o wysokości 130 mm



8.4. Łukowe blachy krawędzi szczytowych

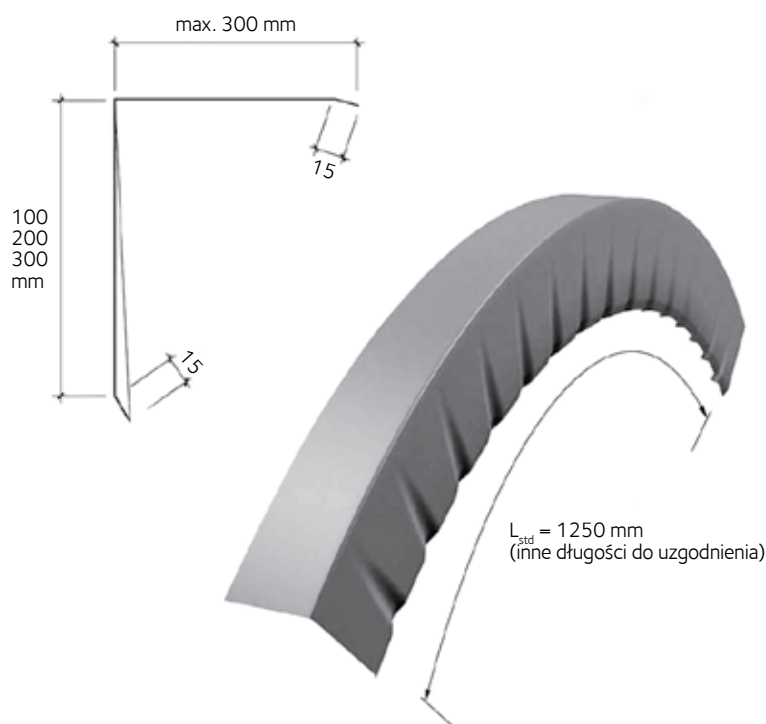
Dla pokrycia łukowych krawędzi szczytowych stosuje się blachy obróbkowe kątowe wyginane łukowo. Wykonuje się je w 3 różnych wysokościach (100, 200 i 300 mm).

Wygięcie w łuk uzyskuje się przez wytłaczanie fałd w ramieniu pionowym profilu.

Odstęp pomiędzy tymi fałdami decyduje o stopniu wygięcia.

Minimalny promień gięcia takich blach wynosi 3,0 m a ich maksymalna długość, mierząc po długości łuku wynosi 5 m.

Rys. 9 - Łukowe blachy obróbki szczytowej - przekrój

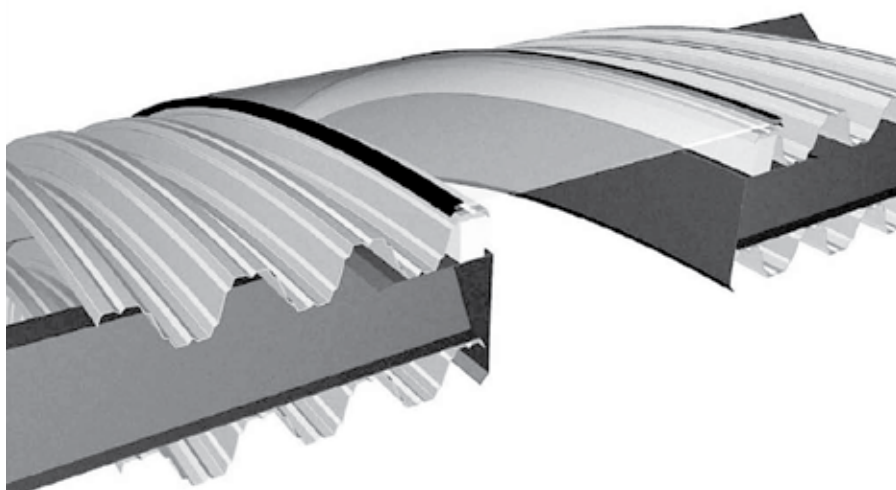


8.5. Pasma świetlikowe

Standardowym rozwiązaniem świetlików pasmowych są łukowo montowane dwukomorowe płyty poliwęglanowe. Przykładowe rozwiązanie przedstawiono na rysunkach szczegółów konstrukcyjnych.

Wewnętrzne, blaszane ościeżnice pasm świetlikowych są tego samego typu, jak blachy łukowe obróbek szczytowych (patrz pkt 8.4).

Rys. 10 - Zintegrowane pasmo świetlikowe – model



II. Instrukcja montażu

1. Transport

Transport blach trapezowych łukowych o dużym promieniu i niewielkich długościach (do ~ 12m) odbywa się w sposób tradycyjny z zastosowaniem niewielkich elementów podporowych w środku rozpiętości.

Przy transporcie blach łukowych o dużej rozpiętości i wysokości powinno się zwracać uwagę na całkowitą wysokość

pojazdu, która nie może przekroczyć 4,2 m. Ważne jest aby przeanalizować drogę umożliwiającą bezproblemowe dotarcie transportu na miejsce budowy.

Istotne jest również sprawdzenie czy na budowie zapewniona jest wszędzie odpowiednia wysokość przejazdu.

2. Rozładunek

Rozładunek paczek blach łukowych, których ciężar wynosi standardowo ok. 3000 kg realizowany jest tak samo jak w przypadku prostych blach trapezowych za pomocą pasów o wysokiej nośności.

Pasy przewleka się pod paletami sąsiadującymi ze środkiem paczki. Długość pasów musi być tak dobrana, aby

tworzyły możliwie ostry kąt przy zawiesiu (haku) – zminimalizuje to siły poziome mogące przesuwac palety. Lżejsze paczki (do 2000 kg) składające się z krótkich elementów można przemieszczać widłami ładunkowymi.

3. Składowanie

Paczki blach łukowych na budowie należy rozlokować możliwie blisko miejsca wbudowania.

Standardowe paczki blach łukowych zawierają po ok. 20 blach, co daje ciężar od 2000 do max 3500 kg.

W pewnych okolicznościach korzystne może być szczególne ułożenie elementów w paczkach. Producent oferuje spakowanie zgodnie z życzeniami klienta, przy bardzo nietypowych wielkościach paczek za dopłatą.

Powierzchnie przeznaczone do składowania należy dobrze wyrównać i zaopatrzyć w wypoziomowane podkłady drewniane dla ułożenia końców paczek. Dla podparcia środków paczek należy przygotować koziółki o nastawnej wysokości.

Jeżeli składowanie ma trwać dłużej niż kilka dni paczki należy okryć szczelną folią odporną na wiatr i warunki atmosferyczne.

4. Brygada montażowa

Brygada montażowa musi liczyć co najmniej 4 osoby. Minimum 3 osoby na poziomie dachu oraz minimum 1 osoba na poziomie posadzki.

Kwalifikacje fachowe monterów zwykłych blach trapezowych oraz doświadczenie w tym zakresie są w zupełności wystarczające do prowadzenia montażu blach łukowych. Wystarczające jest

również typowe wyposażenie montażystów blach trapezowych w narzędzia i przyrządy.

Z uwagi na niezbędne prace wykończeniowe z użyciem kształtek i obróbek blacharskich zalecane jest, aby co najmniej jeden członek grupy montażowej miał kwalifikacje blacharza.

5. Projekty montażowe

Dla poprawnego przebiegu montażu istotne jest posiadanie dokładnych opisów projektowych i szczegółowych specyfikacji dostaw oraz związanych z nimi zakresów prac.

Istotne jest, aby w projekcie zaznaczyć miejsce rozpoczęcia montażu i kierunek, w którym ma być kontynuowany.

6. Montaż blach łukowych konstrukcja jednowarstwowa

Przed rozpoczęciem montażu blach łukowych, należy sprawdzić kompletność konstrukcji podpór, elementów podporowych oraz to czy są one trwale połączone z nośnymi elementami budowl.

Najczęściej wraz z montażem blach łukowych mocuje się haki rynnowe, kabłąki, odprowadzenia itp. – dlatego też powinny one być przygotowane przed przystąpieniem do montażu.

Bardzo ważnym krokiem jest prawidłowe ustawienie, wypionowanie i zamocowanie pierwszej blachy łukowej.

Zadanie to jest ułatwione jeżeli istnieje już konstrukcja i tarcza ściany szczytowej.

Do transportu pionowego blach łukowych niezbędny jest żuraw przejezdny, którego udźwig przy maksymalnym wysięgu musi wynosić min. 500 kg.

Rezerwa udźwigu żurawia stwarza lepsze warunki pracy monterom oraz wpływa na szybsze tempo robót. W trakcie prac montażowych należy odpowiednio zabezpieczyć wolne krawędzie barierami chroniącymi przed upadkiem pracujących monterów.

Zabezpieczenia należy wykonywać zgodnie z przepisami BHP dot. prac na wysokości.

OPIS MONTAŻU

Podnoszenie i ustawianie blach łukowych następuje przy pomocy widel montażowych, do których zakleszczony jest arkusz w sposób uniemożliwiający upadek spowodowany podmuchem wiatru.

Początek montażu i kierunek powinien być określony w projekcie. Po dokładnym wypionowaniu i dokręceniu śrub mocujących na podporach można zwolnić zaciski na widłach montażowych. Chodzenie po powierzchni blachy łukowej możliwe jest przy użyciu drabin sznurowych, zamocowanych na obu końcach. Po ustawieniu drugiego elementu łukowego i umocowaniu na podporach należy, rozpoczynając od szczytu łuku w obu kierunkach połączyć zakładkę wzdłużną łącznikami w rozstawie nie większym niż 500 mm.

Dla dachów jednowarstwowych łącznikami tymi powinny być śruby samowierzące nierdzewne z podkładką samowulkanizującą.

Montaż następnych blach przebiega identycznie.

Po zamontowaniu 3 – max 5 blach należy sprawdzić dokładność ułożenia, pion itd.

W ten sposób kontynuuje się montaż do końca dachu lub miejsca wbudowania świetlika lub innego elementu.

Otwory w dachu np. dla świetlików (zwykle jedna szerokość blachy) powstają przez pominięcie jednego arkusza łukowego.

Dalej kontynuuje się montaż w sposób podany wyżej.

Przed zabudową świetlików (najczęściej w postaci płyt poliwęglanowych dwu-średnikowych), należy w odstępach co najmniej 1,50 m wbudować pod pasmami świetlikowymi poprzeczne profile łączące.

Ich zadaniem jest zapobieganie bocznemu rozchylaniu się krawędzi elementów łukowych przy obciążeniu świetlików. Dach łukowy uzyskuje swoją ostateczną nośność po ostatecznym dokręceniu śrub na podporach, połączeniu wszystkich styków podłużnych blach, usztywnień świetlikowych oraz napięciu ściągu (jeżeli jest przewidziany w schemacie statycznym).

7. Montaż blach łukowych konstrukcja dwuwarstwowa

Dla montażu dolnej warstwy dachu łukowego obowiązuje ten sam przebieg montażu jak dla pokryć jednowarstwowych opisany w punkcie 6.

Połączenie elementów łukowych wzdłuż ich zakładkę można wykonać przy użyciu nitów.

Po znitowaniu elementów warstwy wewnętrznej zakleja się taśmą uszczelniającą

krawędzie zakładki wzdłużnych wraz z główkami nitów tak, aby warstwa wewnętrzna stała się dyfuzyjnie szczelną barierą parową.

Następnie montuje się konstrukcję dystansową.

Rozróżniamy dwa typy :

- **Typ A** polega na zastosowaniu ciągłego profilu dystansowego o przekroju pojedynczego trapezu co umożliwia uzyskanie wartości $k = 0,51 \text{ W/m}^2\text{K}$ dla całej konstrukcji.
- **Typ B** złożony z pojedynczych kabłąków trapezowych z przebiegającym góra ciągłym profilem z tworzywa sztucznego (ew. drewno) umożliwia uzyskanie wartości $k = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$ dla całej konstrukcji

Elementy dystansowe układa się, począwszy od podpór w kierunku szczytu, w odstępach co 1,25 – 1,50 m.

Zasadniczo obowiązuje reguła, budowania środkowego profilu dokładnie na linii szczytu. W pozostałych przypadkach dokładne usytuowanie elementów określa projekt.

Montaż elementów dystansowych Typu A:

- Przed transportem do góry, na miejscu montażu, wypełnia się trapezowe profile dystansowe materiałem izolacyjnym (wełna mineralna) i zabezpiecza jego położenie taśmą klejącą.
- przygotowane profile dystansowe transportuje się na miejsce wbudowania i nituje się obie stopki profilu do każdej półki górnej wewnętrznej warstwy dachu.
- na półkę górną profili dystansowych nakleja się pasek izolacyjny 50 x 3 m

Montaż elementów dystansowych Typu B:

- na warstwie wewnętrznej dachu mocuje się za pomocą nitów uszczelniających kabłąki trapezowe do każdej półki górnej blachy łukowej FLOLINE 70, ewentualnie do co drugiej półki w przypadku gdy warstwa wewnętrzna wykonana jest z blach FLOLINE 40.
- do zamocowanych kabłąków przykręcamy ciągły profil z tworzywa sztucznego (ew. krawędziaki drewniane) stosując samowiercące śruby z łbem wpuszczanym.
- kolejnym krokiem jest wypełnienie wnętrza kabłąków materiałem izolacyjnym oraz ułożenie izolacji termicznej wraz z montażem blach łukowych warstwy zewnętrznej.

Szczegółowe wytyczne zastosowania typu A lub typu B powinien zawierać projekt montażu.

Po zamocowaniu profili dystansowych następuje montaż blach warstwy zewnętrznej.

Rozdzielone na mniejsze jednostki, po 5 - 10 sztuk, blachy łukowe transportu-

je się przy użyciu żurawia przejezdnego i wideł montażowych układając je na elementach dystansowych w odległościach odpowiadających liczbie sztuk pomnożonej przez szerokość budowlaną blach.

Żurawiem transportuje się również na dach materiały izolacyjne (maty, płyty, zwoje) i rozkłada proporcjonalnie na powierzchni dachu.

Przy dalszych pracach żuraw potrzebny jest tylko w przypadku gdy jako warstwę zewnętrzną przewidziano blachy FLOLINE 70 o dużej wadze arkusza.

Generalnie jako blachę pokryciową stosuje się FLOLINE 40 i pozostałe prace są wykonywane ręcznie.

Elementy łukowe warstwy zewnętrznej, pobrane ze stosu, nakłada się na odcinek wyłożony materiałem izolacyjnym oraz mocuje do elementów dystansowych śrubami nierdzewnymi, samowiercącymi z podkładką samowulkanizującą.

Zasady mocowania blach warstwy górnej:

- Łukowe profile zewnętrzne typu FLOLINE 40 mocuje się na elementach dystansowych najbliższych linii okapu oraz w linii szczytowej w każdej półce dolnej. Na wszystkich pozostałych profilach dystansowych w co drugiej półce dolnej.
- Łukowe profile zewnętrzne typu FLOLINE 70 mocuje się generalnie na wszystkich profilach dystansowych w każdej półce dolnej.

Rynny oraz inne obróbki blacharskie montuje się najczęściej równocześnie z warstwą zewnętrzną dachu.

Ostatnią czynnością jest montaż pasm świetlikowych wraz z obróbkami.

Na zakończenie należy zwrócić jeszcze raz uwagę na to, że w czasie wszystkich opisanych robót muszą być zawsze zastosowane niezbędne zabezpieczenia określone przepisami BHP.

8.1. Dach łukowy jednowarstwowy

Mocowanie na podporach płytkami zaciskowymi z uszczelkami oraz śrubami M16 lub M10 klasy 4.6.:

- profile FLOLINE 70 – w każdej półce dolnej, średnica śrub 16 mm
- profile FLOLINE 40 – w zależności od obciążenia na podporach:
 - dla obc. < 19 kN/mb mocowanie w co drugiej półce dolnej
 - dla obc. ≥ 19 kN/mb mocowanie w każdej półce dolnej
 - Średnica śrub 10 mm.

Wzajemne połączenia elementów łukowych na zakładkach wzdłużnych w odległościach max. co 500 mm śrubami nierdzewnymi, samowiercącymi z podkładką samowulkanizującą.

Długość śrub co najmniej 25 mm, średnica 5,5 mm.

8.2. Dach łukowy dwuwarstwowy

Mocowanie na podporach identyczne jak dla dachów jednowarstwowych.

Połączenia wzdłużne blach warstwy wewnętrznej – nitami jednostronnie zamykanymi 4,8/10 mm w odległości max. co 500 mm.

Uszczelnienie zakładki – taśmy klejące z naparowanym aluminium o szerokości min. 50 mm pokrywające całkowicie zakładki i otwory nitów.

Profile dystansowe trapezowe ciągłe lub kabłąkowe – mocowanie do wewnętrznej warstwy dachu:

- z profili FLOLINE 70 w każdej półce górnej
- z profili FLOLINE 40 w co drugiej półce górnej

Łączniki – nity jednostronnie zamykane 4,8/10 mm.

Izolacja mostków termicznych:

- na dystansach ciągłych – taśma samoprzylepna z gumy piankowej 50x3mm
- na kabłąkach dystansowych – mocowanie listew śrubami samowiercącymi z łbem wpuszczanym 5,5x60 mm

Mocowanie blach łukowych zewnętrznych:

- profile FLOLINE 70 – we wszystkich półkach dolnych
- profile FLOLINE 40 – przy okapie i w szczycie w każdej a dla pozostałych w co drugiej półce dolnej Śruby nierdzewne samowiercące z podkładką samowulkanizującą (neoprenową) Długość co najmniej 25mm (35mm przy dystansach kabłąkowych) Średnica 5,5mm.

W przypadku konieczności zapewnienia pokryciu podwyższonej odporności ogniowej nie można stosować nitów aluminiowych lub ze stopów mających niższą temperaturę topnienia od stali.

8.3. Obróbki blacharskie

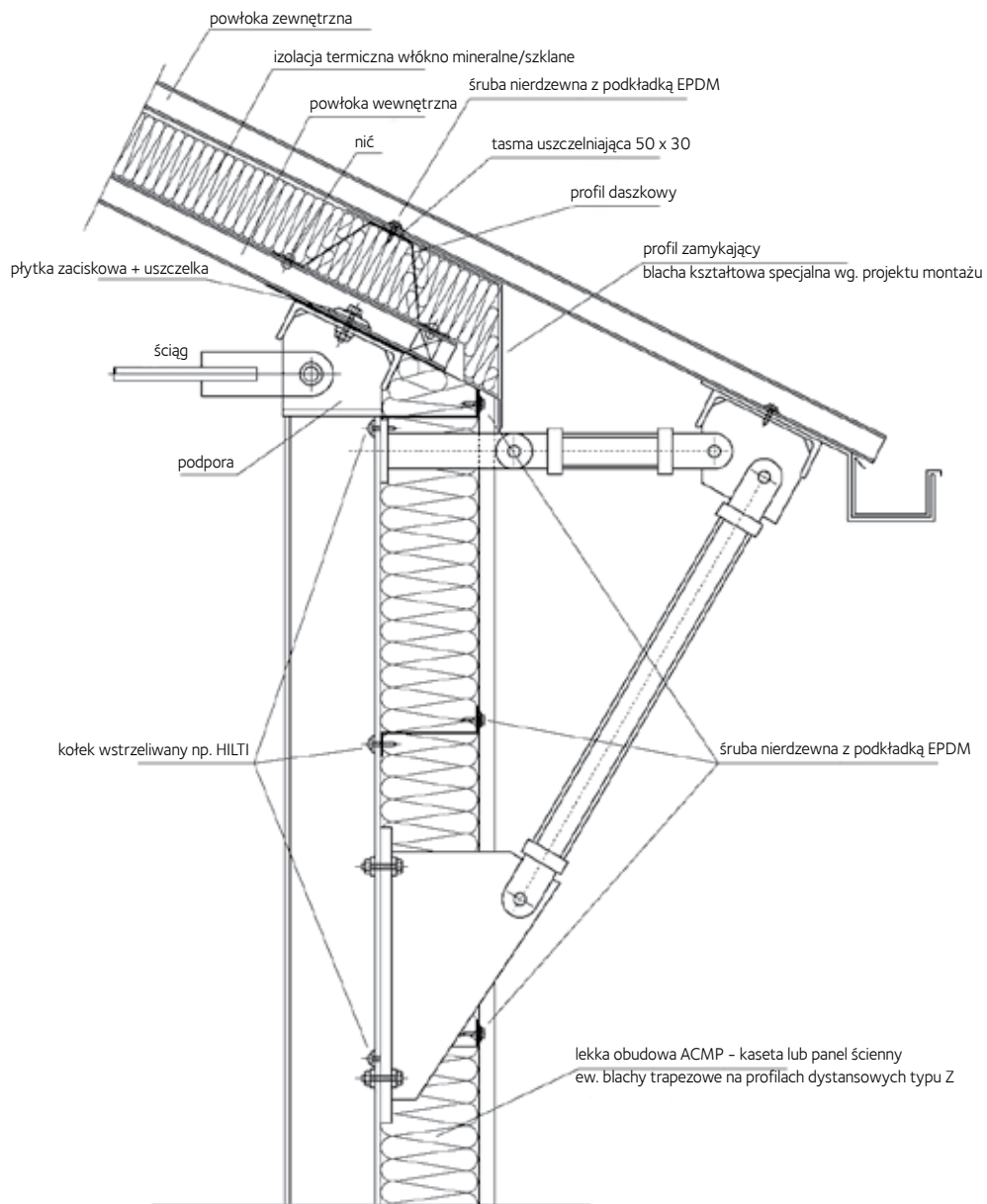
- **dachu** – mocowanie śrubami nierdzewnymi samowiercącymi z podkładką samowulkanizującą. Średnica 5,5 mm, długość min. 25 mm, odstęp śrub max. 333 mm (3 szt./mb)
- **ścian** – mocowanie nitami jednostronnie zamykanymi z aluminium lub stopów nierdzewnych 4,8/10 mm w odstępach max. 333 mm (3 szt./mb)

III. Rozwiązania konstrukcyjne – rysunki

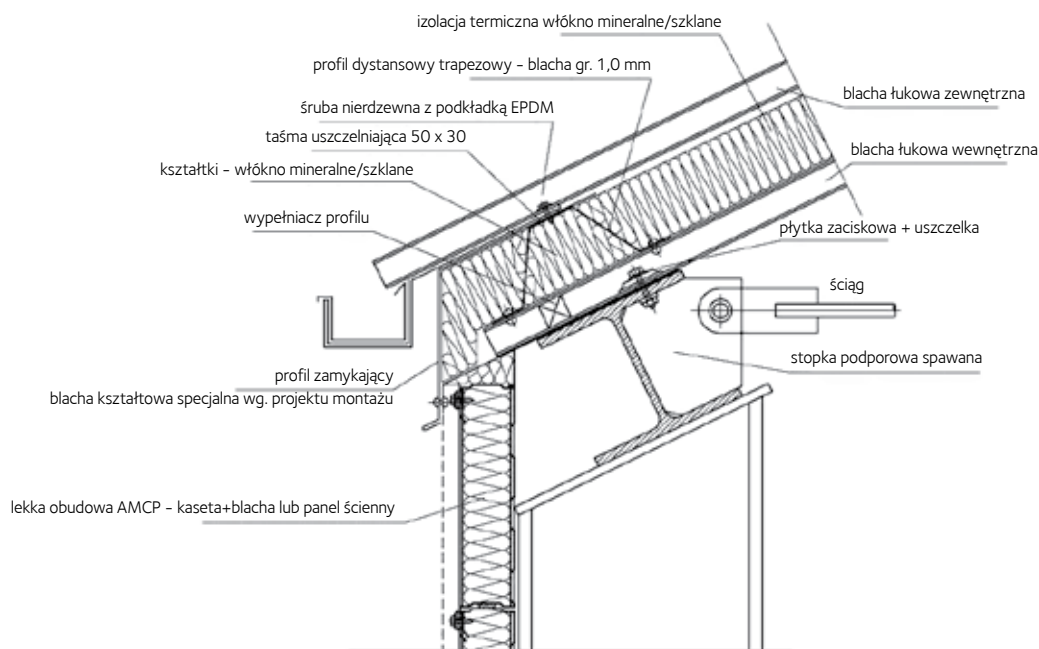
Spis rysunków:

1.	Dach łukowy Okap z występem		15
2.	Dach łukowy Okap przy podporze na konstrukcji stalowej	Wariant I	16
3.	Dach łukowy Okap przy podporze na konstrukcji stalowej	Wariant II	16
4.	Osłona szczytowa dachu z występem		17
5.	Osłona szczytowa		17
6.	Dach łukowy Rynna koszowa nośna (stal)		18
7.	Dach łukowy Okap z podporą na stropie		18
8.	Dach łukowy Okap z podporą na konstrukcji betonowej	Wariant I	19
9.	Dach łukowy Okap z podporą na konstrukcji betonowej	Wariant II	19
10.	Dach łukowy Okap z podporą na konstrukcji betonowej	Wariant III	20
11.	Dach łukowy Okap z podporą na konstrukcji betonowej	Wariant IV	20
12.	Świetlik w łuku jednowarstwowym		21
13.	Rama – wymian Dach łukowy jednowarstwowym		21
14.	Rama – wymian Dach łukowy dwuwarstwowym		22
15.	Świetlik w łuku dwuwarstwowym		22

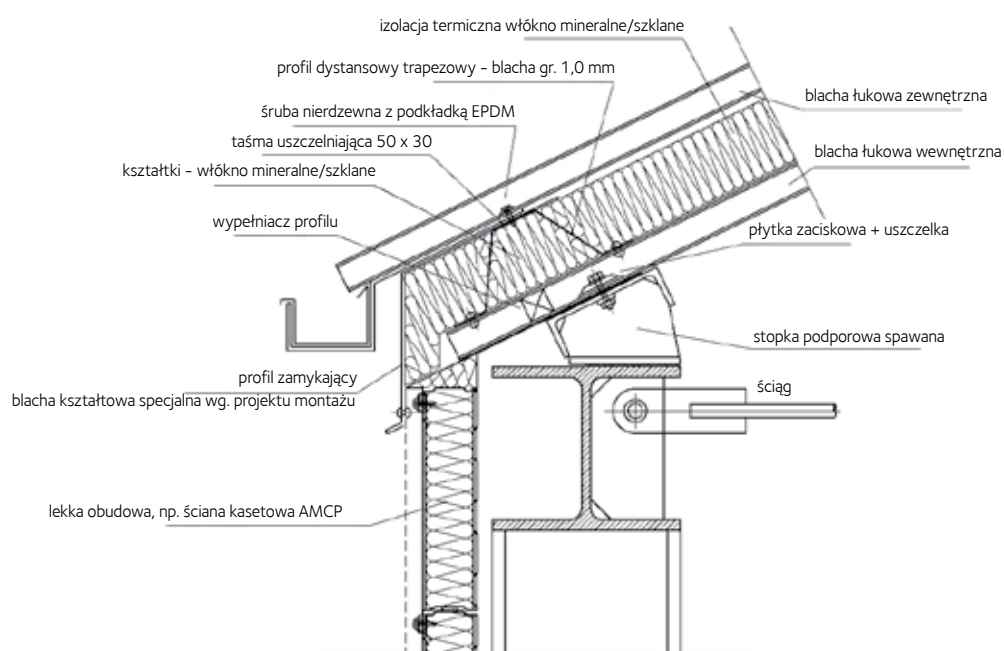
1. Dach łukowy Okap z występem



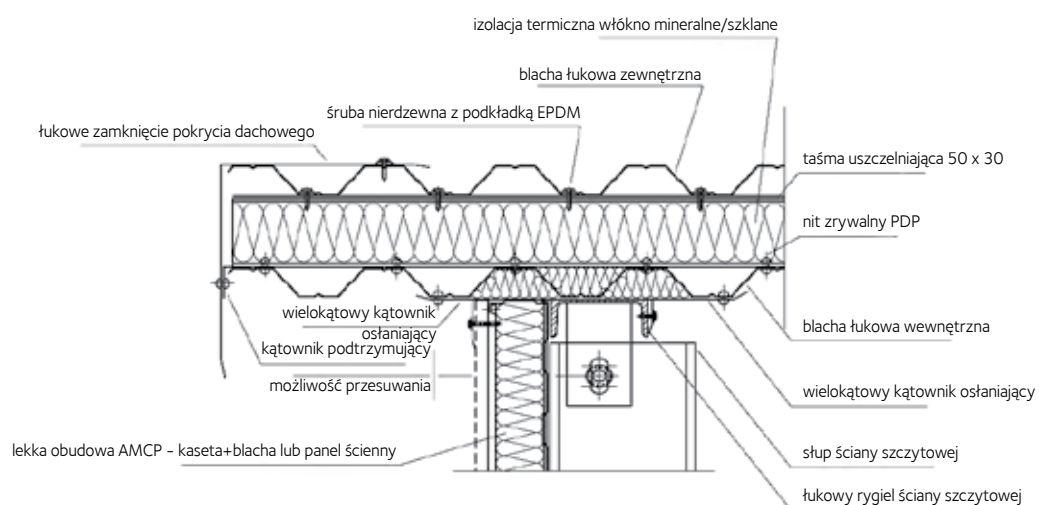
2. Dach łukowy Okap przy podporze na konstrukcji stalowej Wariant I



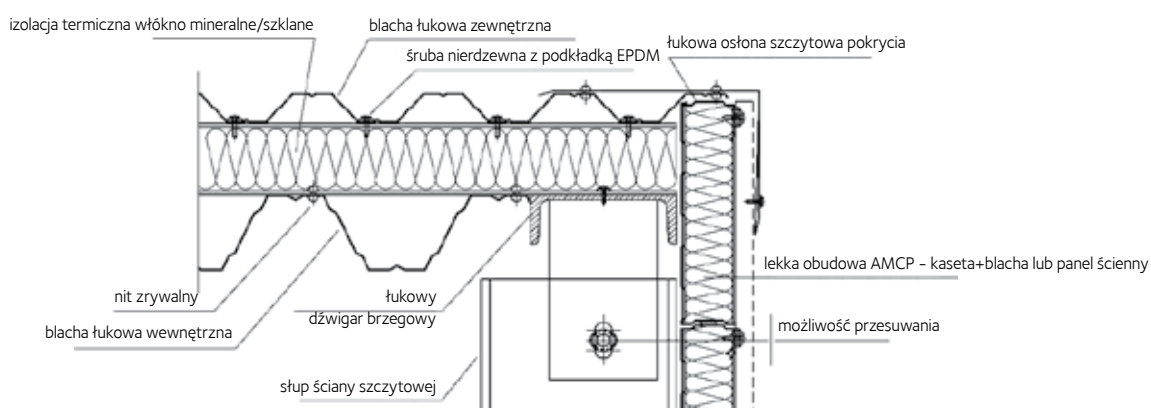
3. Dach łukowy Okap przy podporze na konstrukcji stalowej Wariant II



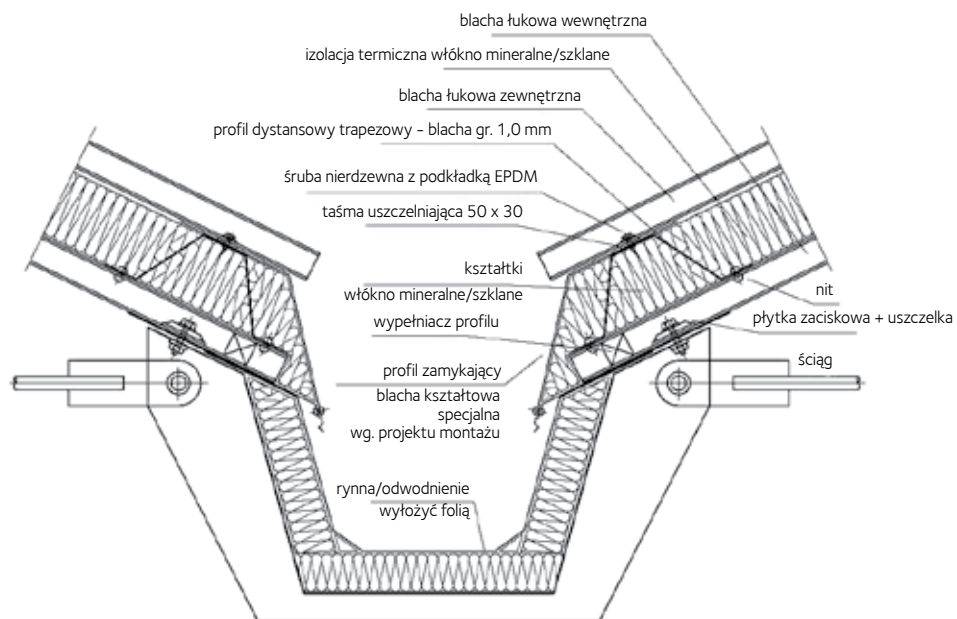
4. Osłona szczytowa dachu z występem



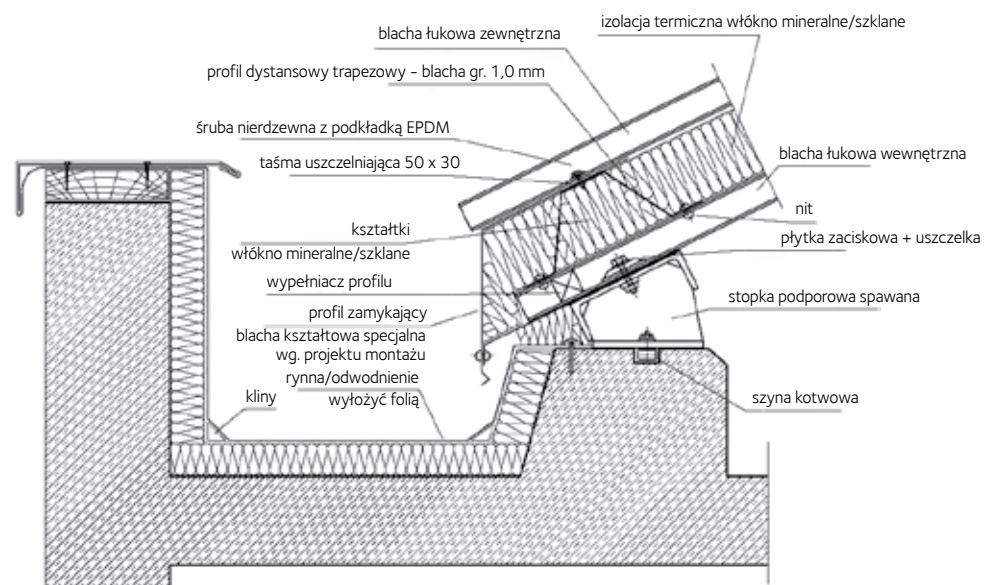
5. Osłona szczytowa



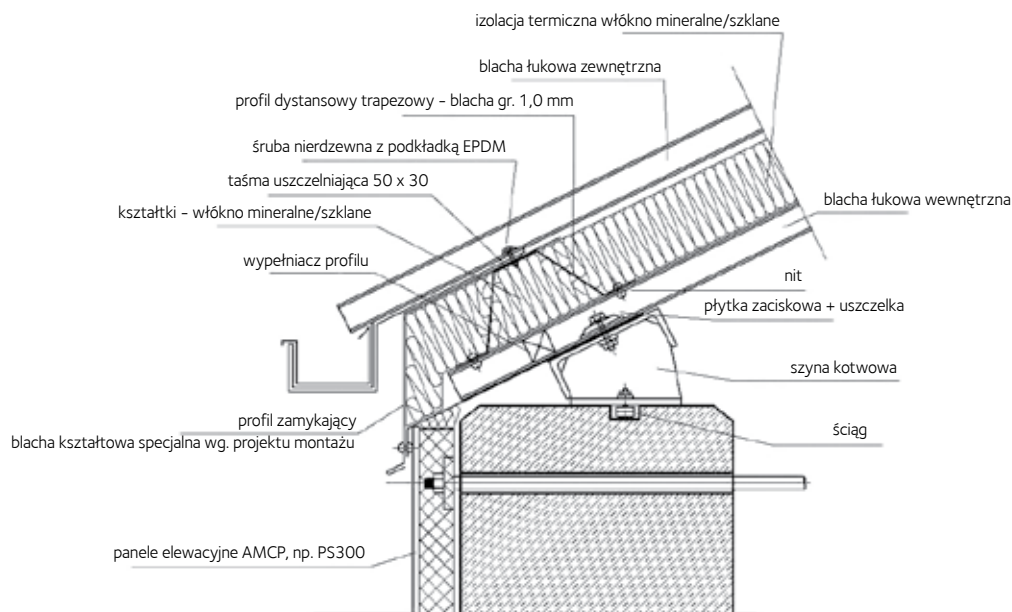
6. Dach łukowy Rynna koszowa nośna (stal)



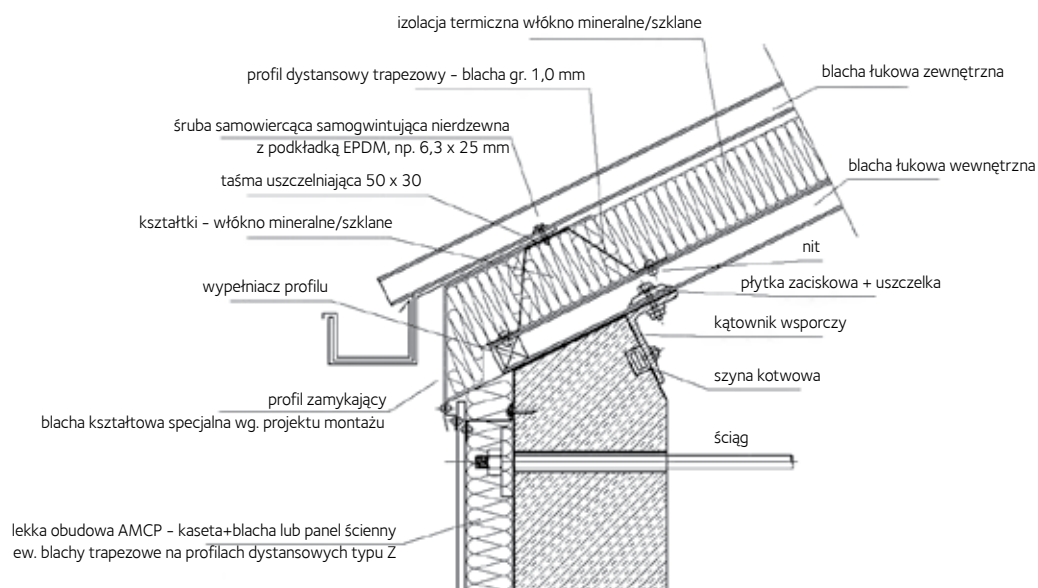
7. Dach łukowy Okap z podporą na stropie



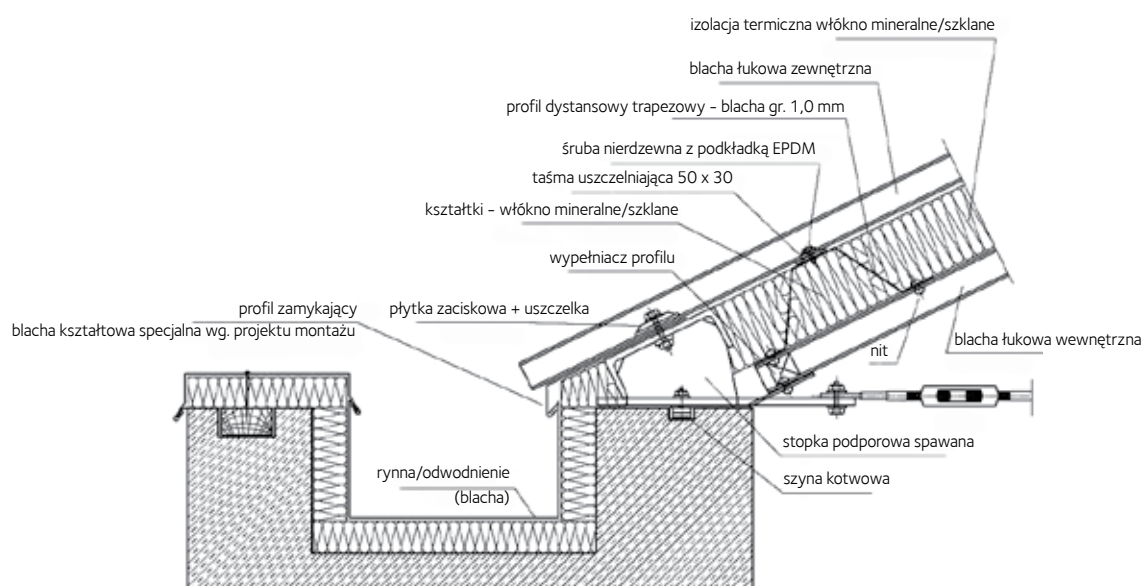
8. Dach łukowy Okap z podporą na konstrukcji betonowej Wariant I



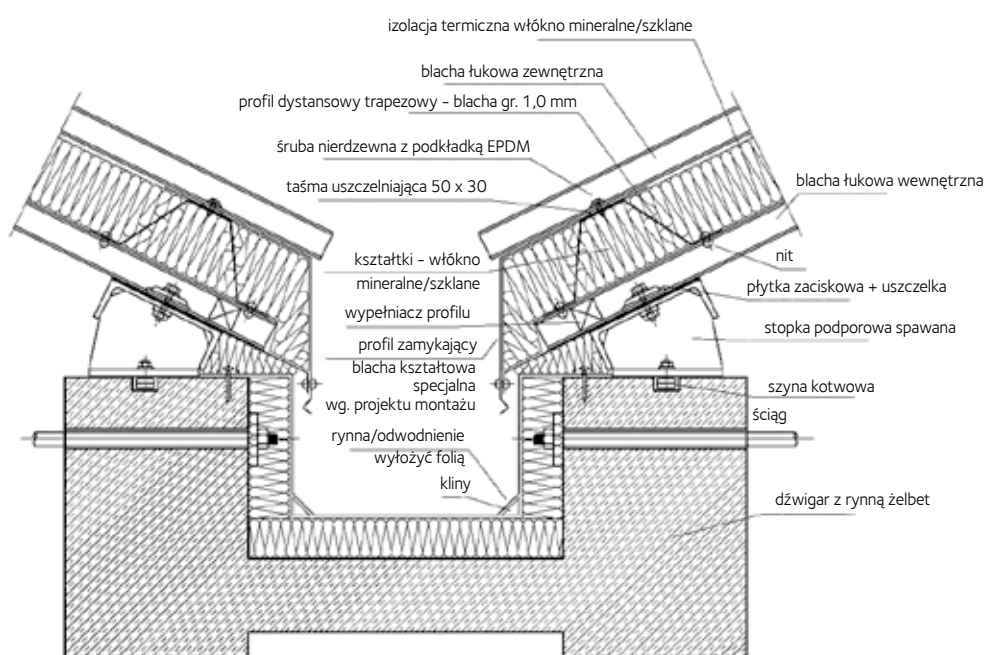
9. Dach łukowy Okap z podporą na konstrukcji betonowej Wariant II



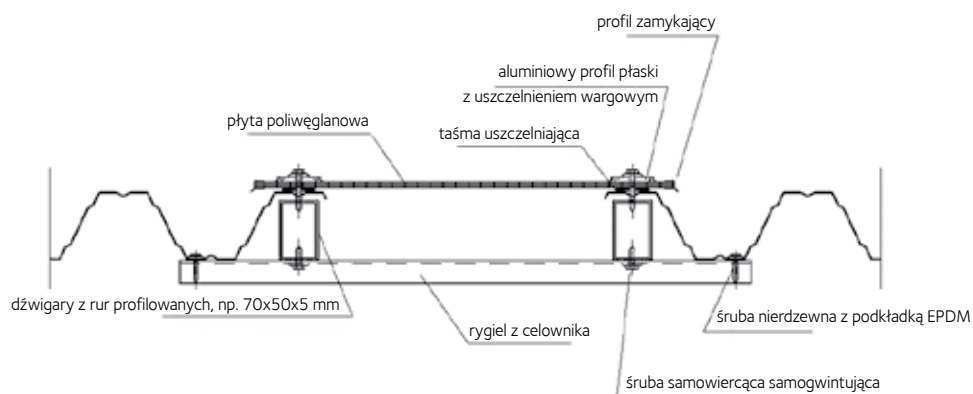
10. Dach łukowy Okap z podporą na konstrukcji betonowej Wariant III



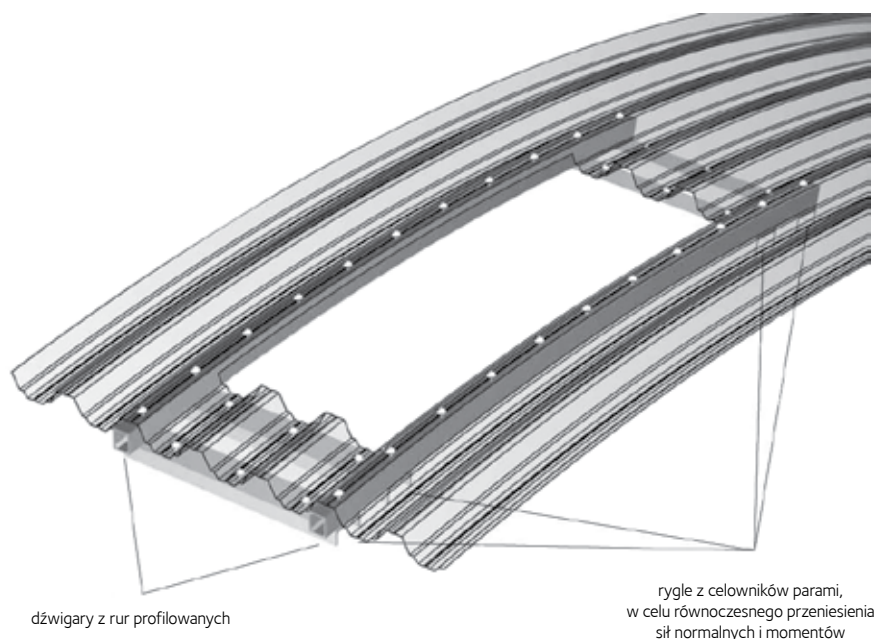
11. Dach łukowy Okap z podporą na konstrukcji betonowej Wariant IV



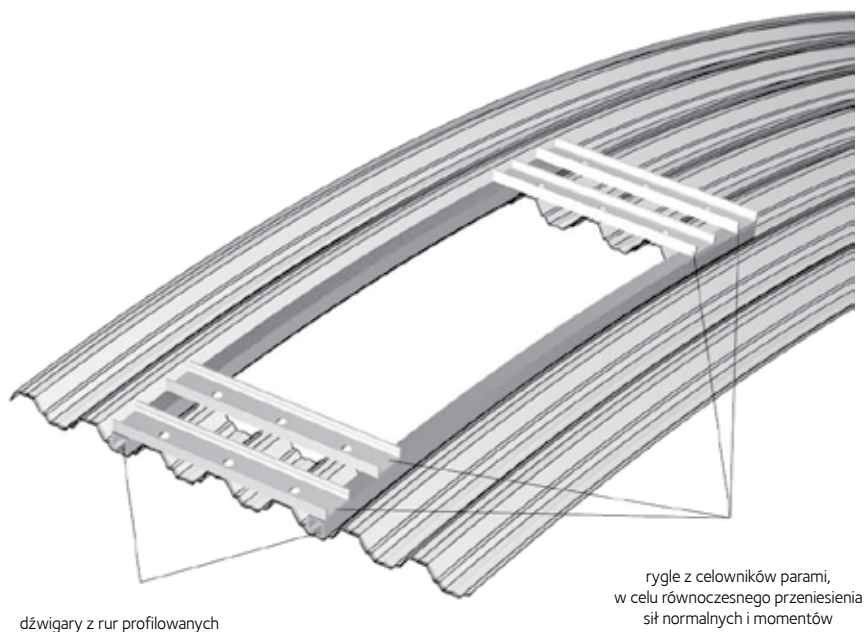
12. Światlik w łuku jednowarstwowym



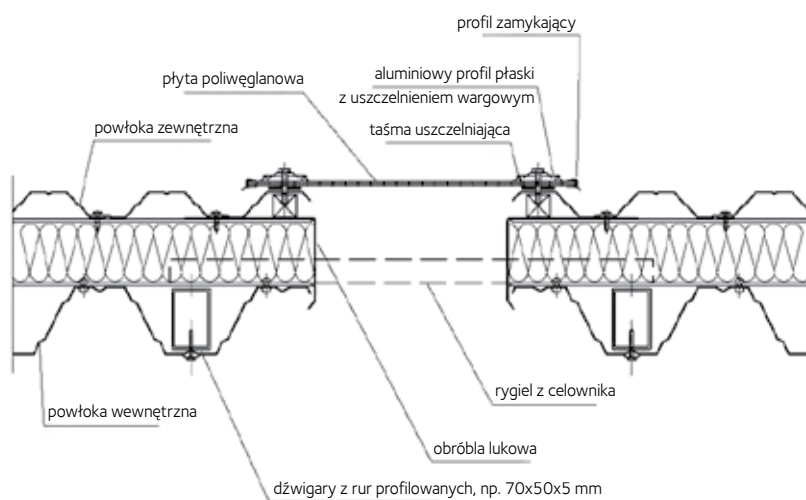
13. Rama - wymian Dach łukowy jednowarstwowy



14. Rama - wymian Dach łukowy dwuwarstwowy



15. Świetlik w łuku dwuwarstwowym



IV. Obiekty referencyjne

PKL - Góra Żar



Blachy łukowe - Ukraina



Blachy łukowe - Ukraina



ArcelorMittal Construction Polska

ARVAL

Konopnica 120, 96-200 Rawa Mazowiecka
T +48 (046) 813 28 00
F +48 (022) 213 38 49
amc.rawa@arcelormittal.com

ul. Metalowców 1, 41-600 Świętochłowice
T +48 (032) 770 65 40
F +48 (032) 245 45 21
amc.swietochlowice@arcelormittal.com

www.arval-construction.pl
www.arcelormittal-construction.pl

Niniejszy katalog nie jest dokumentem kontraktowym. Zamieszczone w nim informacje techniczne są podane wyłącznie celem objaśnienia. Nie ponosimy odpowiedzialności za zamieszczone treści w niniejszym opracowaniu. W przypadku istnienia opracowań i dokumentacji o sprzecznej treści, aktualne są najnowsze materiały.

This brochure is not a contractual document. The technical features mentioned in all the documents are given for your information only and not involve our responsibility. In case of contradiction with more recent official documents, the latter will prevail. This document invalidates and replaces all the previous ones.