

Przemysław Kasza¹

PRZEGLĄD ROZWIĄZAŃ ŚWIETLIKÓW DACHOWYCH

Wprowadzenie

Parametry i właściwości świetlików dachowych, jakie są montowane w Polsce, wynikają z zapisów, które podane są w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Rozporządzenie to jest podstawowym aktem prawnym dla projektantów. Ponadto, kwestia świetlików (nazywanych również naświetlami, doświetlami lub pasmami świetlnymi) jest objęta normami PN-EN 14963:2006 (mowa o „ciągłych naświetlach z tworzywa”) i PN-EN 1873 (dotyczy „pojedynczych świetlików dachowych z tworzywa sztucznego”). Obie przywołane normy definiują urządzenia przytoczone w tytułach, odnosząc się do nich w sposób opisowy. Tym niemniej, bazując na wspomnianych aktach prawnych (oraz szerszych dokumentach, które mówią choćby o obciążeniach, jakie wynikają z umieszczenia danego budynku w konkretnej strefie klimatycznej), otrzymuje się szereg wymagań, jakim powinny podlegać takie urządzenia. Z technicznego punktu widzenia należy oczywiście również dobrać sposób rozwiązania świetlika stosownie do przyjętego materiału, jak też zastosowanych rozwiązań techniczno-architektonicznych dachu, na którym świetlik ma zostać zainstalowany. W artykule przedstawiono przegląd różnych sposobów doświetlania obiektów budowlanych z uwzględnieniem najnowszych rozwiązań wprowadzanych na rynek budowlany.

1. Wymagania dotyczące świetlików

Hale produkcyjne, magazynowe i innego przeznaczenia, jakie obecnie projektuje się i wykonuje w Polsce, z reguły są tzw. halami ciepłymi, czyli takimi, gdzie bardzo istotną rolę odgrywa izolacyjność cieplna ścian zewnętrznych i dachów.

W Rozporządzeniu między innymi podano konkretne wymagania dotyczące świetlików odnośnie do przenikalności cieplnej i wymagalności co do palności wyrobów (materiałów) budowlanych. W Załączniku nr 2, w którym mowa o „Wymaganiach izolacyjności cieplnej i innych wymaganiach związanych z oszczędnością energii”, podano następujące wymagania co do świetlików instalowanych w budynkach produkcyjnych, magazynowych i gospodarczych (tab. 1).

¹ Politechnika Częstochowska, Wydział Budownictwa, ul. Akademicka 3, 42-200 Częstochowa, e-mail: przemekkasza@bud.pcz.czyst.pl

TABELA 1

Współczynnik przenikania ciepła dla okien, świetlików i drzwi [1]

Lp.	Okna, świetliki i drzwi	Współczynnik przenikania ciepła $U(\max)$ [W/(m ² ·K)]
1	Okna (z wyjątkiem połaciowych), drzwi balkonowe i powierzchnie przezroczyste nieotwieralne:	
	a) $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,1
	b) $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,6
2	Okna połaciowe (bez względu na strefę klimatyczną) w pomieszczeniach o $t_i > 16^\circ\text{C}$	1,8
	a) $t_i \geq 16^\circ\text{C}$	1,3
	b) $t_i < 16^\circ\text{C}$	1,6
3	Okna w ścianach wewnętrznych:	2,6
	a) $t_i \geq 8^\circ\text{C}$	1,3
	b) $t_i < 8^\circ\text{C}$	bez wymagań
	c) oddzielające pomieszczenie ogrzewane od nieogrzewanego	1,3
4	Drzwi w przegrodach zewnętrznych lub w przegrodach między pomieszczeniami ogrzewanymi i nieogrzewanymi	1,5
5	Okna i drzwi zewnętrzne w przegrodach zewnętrznych pomieszczeń nieogrzewanych	bez wymagań
t_i - temperatura obliczeniowa w pomieszczeniu zgodnie z §134 ust. 2 Rozporządzenia		

Ponadto podano, że w budynkach użyteczności publicznej świetliki stosowane nad klatkami schodowymi nieogrzewanymi nie są poddane żadnym wymaganiom dotyczącym współczynnika przenikania ciepła.

Bardzo ważnym parametrem, który musi cechować naświetle dachowe, jest odpowiednia odporność ogniowa, która określona została dla materiałów budowlanych w przywołanym Rozporządzeniu w Załączniku nr 3, gdzie podano tabelę zawierającą klasy reakcji na ogień (tab. 2).

Rozwinięciem klasy reakcji na ogień danego materiału jest uszczegółowienie odporności ogniowej dla materiału z uwzględnieniem miejsca, w którym ten materiał będzie stosowany. I tak w przypadku świetlików z tworzyw sztucznych, które mogą być elementem wyposażenia dachów, otrzymuje się następujące klasyfikacje, dotyczące rozprzestrzeniania się ognia przez dachy [1]:

- słabo rozprzestrzeniające ogień (SRO), co rozporządzenie definiuje w sposób następujący w Załączniku nr 3:

2.2 *Słabo rozprzestrzeniającym ogień elementom budynku odpowiadają elementy:*

- wykonane z wyrobów klasy reakcji na ogień: C-s1, d0 ; C-s2, d0 ; C-s3, d0 oraz D-s1, d0 ;
- stanowiące wyrób o klasie reakcji na ogień: C-s1, d0 ; C-s2, d0 ; C-s3, d0 oraz Ds1, d0, przy czym warstwa izolacyjna elementów warstwowych powinna mieć klasę reakcji na ogień co najmniej E.

TABELA 2

Klasy reakcji na ogień wg [2]

Określenia dotyczące palności stosowane w Rozporządzeniu		Klasy reakcji na ogień zgodnie z PN-EN 13501-1:2008
Niepalne		A1 A2-s1, d0 ; A2-s2, d0 ; A2-s3, d0
Palne	niezapalne	A2-s1, d1 ; A2-s2, d1 ; A2-s3, d1 A2-s1, d2 ; A2-s2, d2 ; A2-s3, d2 B-s1, d0 ; B-s2, d0 ; B-s3, d0 B-s1, d1 ; B-s2, d1 ; B-s3, d1 B-s1, d2 ; B-s2, d2 ; B-s3, d2
	trudno zapalne	C-s1, d0 ; C-s2, d0 ; C-s3, d0 C-s1, d1 ; C-s2, d1 ; C-s3, d1 C-s1, d2 ; C-s2, d2 ; C-s3, d2 D-s1, d0 ; D-s1, d1 ; D-s1, d2
	łatwo zapalne	D-s2, d0 ; D-s3, d0 D-s2, d1 ; D-s3, d1 D-s2, d2 ; D-s3, d2 E-d2 ; E F
Niekapiące		A1 A2-s1, d0 ; A2-s2, d0 ; A2-s3, d0 B-s1, d0 ; B-s2, d0 ; B-s3, d0 C-s1, d0 ; C-s2, d0 ; C-s3, d0 D-s1, d0 ; D-s2, d0 ; D-s3, d0
Samogasnące		co najmniej E
Intensywnie dymiące		C-s3, d0 ; C-s3, d1 ; C-s3, d2 D-s3, d0 ; D-s3, d1 ; D-s3, d2 E-d2 ; E F

Ponadto dla dachów mamy wyszczególnione następujące kryteria (tab. 3), jakie muszą zostać wypełnione, aby dany materiał był klasyfikowany jako SRO w dachu (tab. 3 Załącznika nr 3 z Rozporządzenia).

$B_{ROOF(t1)}$ jest najwyższą klasą ogniową dotyczącą rozprzestrzeniania się ognia przez dachy. Taką klasyfikację uzyskują materiały budowlane, które wykazują szereg cech w trakcie próby wykonanej zgodnie z normą PN-ENV 1187: 2004 „Metody badań oddziaływania ognia zewnętrznego na dachy”; badanie 1. Tabela 3 z Załącznika nr 3 opisuje warunki i kryteria, jakie musi wypełnić materiał, który osiągnął klasę $B_{ROOF(t1)}$.

TABELA 3

Warunki do klasyfikacji materiału jako SRO [1]

Grupa b penetracja ognia do wewnątrz budynku	brak palących się lub żarzących się cząstek penetrujących konstrukcję dachu
	brak pojedynczych otworów przelotowych o powierzchni $> 25 \text{ mm}^2$
	suma powierzchni wszystkich otworów przelotowych $< 4500 \text{ mm}^2$
	brak wewnętrznego spalania w postaci żarzenia

TABELA 4

Warunki do klasyfikacji materiału jako $B_{ROOF(t1)}$ [3]

Grupy kryteriów	Warunki i kryteria dla klasy $B_{ROOF(t1)}$ (konieczne spełnienie wszystkich wymienionych poniżej)
Grupa a powierzchniowe rozprzestrzenianie ognia	zasięg zniszczenia (na zewnątrz i wewnątrz dachu) w górę dachu < 0,70 m
	zasięg zniszczenia (na zewnątrz i wewnątrz dachu) w dół dachu < 0,60 m
	maksymalny zasięg zniszczenia na skutek spalania (na zewnątrz i wewnątrz dachu) < 0,80 m
	brak palących się materiałów (kropli lub odpadów stałych) spadających od strony ekspozycyjnej
	boczny zasięg ognia nie osiąga krawędzi mierzonej strefy (pasa)
	maksymalny zasięg (promień) zniszczenia na dachach płaskich (na zewnątrz i wewnątrz dachu) < 0,20 m

Zgodnie z §219.1 Rozporządzenia, świetliki dachowe powinny wykazywać klasę $B_{ROOF(t1)}$. Wyjątkiem od tego zapisu jest sytuacja, kiedy powierzchnia dachu nie przekracza 1000 m^2 i jednocześnie otwory w połaci dachowej nie stanowią większej powierzchni niż 20% całości. Tym niemniej znacząca ilość świetlików, jakie montowane są w Polsce, musi spełniać wymagania $B_{ROOF(t1)}$, o których mowa powyżej.

2. Materiały wykorzystywane na świetliki dachowe

W dachach, jak też w ścianach projektowane są otwory, przez które wpada naturalne światło. Odpowiednie doświetlenie stanowisk pracy w hali jest konieczne do zapewnienia komfortowego miejsca pracy osobom, które wykonują swoje zawodowe obowiązki w tych budynkach. Ponadto rachunek ekonomiczny, który wynika z wysokości kosztów sztucznego oświetlenia hali, jednoznacznie wskazuje na sensowność stosowania doświetli z naturalnym światłem słonecznym. Świetliki montowane w tych otworach podlegają odpowiednim wymogom prawnym, technicznym, ekonomicznym i materiałowym [4].

Poniżej omówiono cechy materiałów wykorzystywanych do produkcji świetlików dachowych.

Poliwęglan lity profilowany jest materiałem o bardzo wysokiej odporności na starzenie, czyli niekorzystny wpływ warunków atmosferycznych (szczególnie promieniowania UV). Jest to kluczowe wymaganie w przypadku materiałów dachowych, które stale podlegają niszczącemu oddziaływaniu czynników atmosferycznych. W kontekście idei świetlika, jako elementu przepuszczającego światło widzialne dla oka ludzkiego, degradacja warstwy zewnętrznej poprzez jej starzenie, czyli odbarwienie (a dokładnie zabarwienie na kolor żółty, a docelowo brązowy) i utrata przepuszczalności światła oraz utrata właściwości mechanicznych sprawia, że taki świetlik przestaje pełnić swoją funkcję i praktycznie przestaje działać. Tak zdegradowany świetlik należy wymienić na nowy, co wiąże się z kosztami materiału i robocizny, jak również kosztami związanymi ze wstrzymaniem produkcji w hali, w której znajduje się świetlik. Materiał ten charakteryzuje się:

- bardzo wysoką wytrzymałością udarnościową. Chodzi tutaj głównie o odporność na uderzenia gradu, który w polskim klimacie występuje często i regularnie niszczy zadaszenia, które zazwyczaj wykonywane są z materiałów nieodpornych na gradobicie. Płyty poliwęglanowe profilowane są odporne na uderzenia gradu, co opisano w gwarancji tego materiału w sposób następujący: „Produkt nie ulegnie zniszczeniu w związku z utratą wytrzymałości udarnościowej będącej bezpośrednim i wyłącznym wynikiem starzenia oraz / lub nie ulegnie zniszczeniu w wyniku bezpośredniego i wyłącznego uderzenia gradu o średnicy do 25 mm (1 cal), osiągając prędkość do 20 m/s (44,7 mil/h)”;
- znakomitą odpornością na starzenie, co jest niesłychanie ważne w przypadku dachu, gdy materiały budowlane wystawione są na stałe działanie czynników atmosferycznych, a w szczególności na działanie promieniowania UV, które działa degradująco na materiały nieodporne lub słabo odporne na ten czynnik. Gwarancja na płyty profilowane z poliwęglanu zapewnia, że: „Produkt nie utraci więcej niż 6% przepuszczalności światła przez okres 10 lat od dnia rozpoczęcia użytkowania” oraz że „Produkt nie wykaże zmiany w żółknięciu o więcej niż 10 jednostek delta w przypadku produktu w kolorze bezbarwnym i 15 jednostek delta w przypadku produktów o kolorach opal i dyfuzyjnych przez okres 10 lat od dnia rozpoczęcia użytkowania”;
- wysoką odpornością na działanie wysokich temperatur, które często występują na dachu. Poliwęglan może pracować w temperaturze pracy ciągłej od -40°C do $+100^{\circ}\text{C}$. W sytuacji gdy temperatura blachy w słoneczny dzień osiąga nawet $+80^{\circ}\text{C}$, konieczne jest stosowanie materiału, który jest odporny na takie warunki atmosferyczne.

Poliwęglan komorowy jest elementem, który w związku z komorową budową ma osiągać odpowiedni poziom izolacyjności cieplnej (im grubsza płyta, tym lepszy współczynnik przenikania ciepła U). W przypadku zastosowania dwóch płyt komorowych współczynnik U będzie szczególnie korzystny, co jest istotne w przypadku tzw. dachów ciepłych, a takimi są dachy wykonywane z płyt warstwowych, stanowi element konstrukcyjny całego zestawu. Szczególnie duże znaczenie ma warstwa z poliwęglanu komorowego znajdująca się pod wkładką z poliestru wzmocnionego włóknem szklanym, która stanowi o nośności całego systemu, który będzie poddawany obciążeniom od śniegu i wiatru (+ ciężar własny), czyli obciążeniom równomiernie rozłożonym. Świetliki wykonywane są z poliwęglanu komorowego, a z uwagi na niemożność dokładnego dopasowania poliwęglanu komorowego do kształtu blachy trapezowej są mocowane na blaszanym (stalowym lub aluminiowym) cokole zwanym podstawą świetlika. W przypadku rozwiązań standardowych, czyli świetlików mocowanych na cokołach, szczelność wynika z poprawności wykonania montażu cokołu, zwłaszcza uszczelnienia za pomocą wielu dodatkowych materiałów dekarских, takich jak: uszczelniacze, silikon i taśmy rozprężne. Stosowane rozwiązania są skomplikowane pod względem montażowym (istnieje duże prawdopodobieństwo popełnienia błędu, przez co generowane są koszty związane z reklamacjami - jest to dość powszechne zjawisko) [5].

Profilowany poliestr wzmocniony włóknem szklanym jest materiałem o nieokreślonych parametrach wytrzymałościowych na starzenie. W praktyce oznacza

to, że świetliki zimne, gdzie użyto płyty poliestrowej wzmocnionej włóknem szklanym, tracą w ciągu kilku lat swoją przezroczystość i zmieniają swój kolor na ciemnożółty, a nawet brązowy (rys. 1). Ponadto, laminat wystawiony na ciągłe działanie promieni słonecznych, łuszczy się, a zatopione włókno szklane odpaja się od poliestru [6].

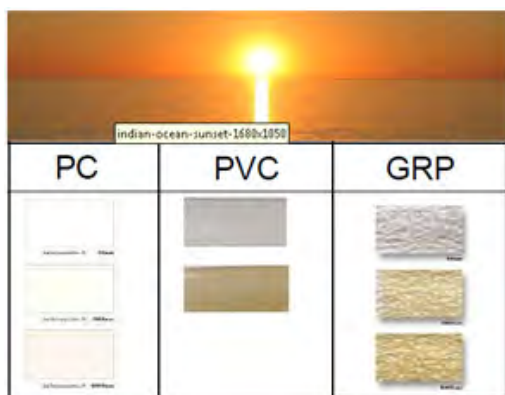


Rys. 1. Świetliki wykonane z poliestru wzmocnianego włóknem szklanym (GRP) po okresie użytkowania 5 lat (po lewej) i podobne świetliki wykonane z poliwęglanu (PC) po takim samym okresie użytkowania (po prawej) [6]

Poliester, który pod wpływem procesu starzenia zmienia swoje cechy, jest wyjątkowo podatny na uszkodzenia mechaniczne od gradu.

PVC profilowany ustępuje poliwęglanowi profilowanemu parametrami wytrzymałościowymi, zarówno od strony mechanicznej (zdecydowanie gorsza wytrzymałość udarowościowa), jak i odporności na wysoką temperaturę (odporność do 70°C, co oznacza, że ten materiał będzie ulegał procesowi utraty kształtu w przypadku osiągnięcia na dachu temperatury ponad 70°C).

Na rysunku 2 pokazano wpływ oddziaływania promieniowania UV przez okres 10 lat na omawiane materiały stosowane na świetliki [7].



Rys. 2. Zmiana koloru materiałów, które zostały poddane wpływowi promieniowania UV przez okres 10 lat użytkowania (PC - poliwęglan, PVC - polichlorek winylu, GRP - poliestru wzmocniony włóknem szklanym) [7]

3. Przegląd obecnie stosowanych rozwiązań technicznych

3.1. Świetliki łukowe i płaskie montowane na cokole z blachy

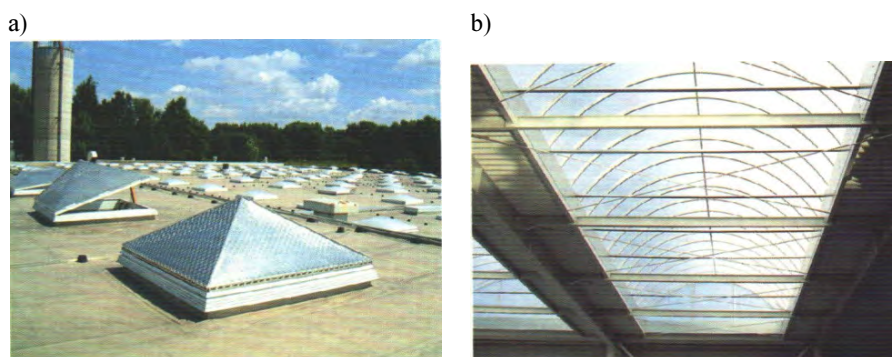
Najpopularniejszym i najbardziej tradycyjnym rozwiązaniem obecnie stosowanym na polskim rynku jest świetlik łukowy lub płaski (jednospadowy lub wielospadowy), posadowiony na podstawie, która zazwyczaj jest wykonana z blachy aluminiowej lub stalowej, tak zwanym cokole (rys. 3).



Rys. 3. Przykładowy świetlik łukowy [7]

Powszechnie stosowanymi rozwiązaniami są również świetliki kopułowe oraz łukowe-ciągłe, których przykłady przedstawiono na rysunku 4.

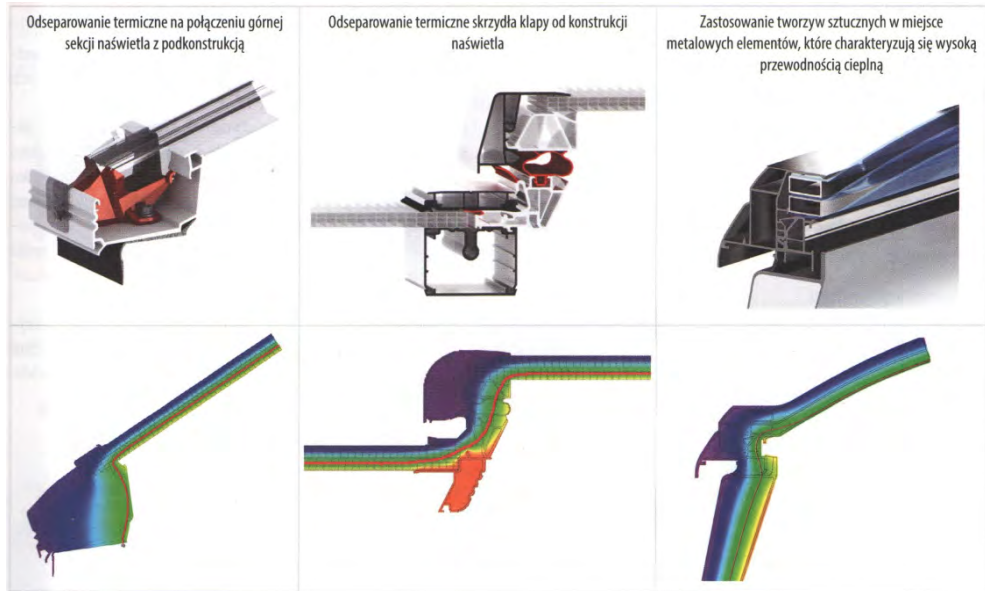
W typowym, najczęściej stosowanym rozwiązaniu występuje szereg wad: stosowanie cokołu utrudnia uzyskanie szczelności oraz zwiększa koszty materiału i akcesoriów montażowych niezbędnych do wykonania świetlika.



Rys. 4. Świetlik kopułowy (a) oraz świetlik łukowy-ciągły (b) [8]

W halach produkcyjnych minimalne powierzchnie naświetli powinny zajmować 1/8 powierzchni podłogi, a w halach magazynowych 1/12 tej powierzchni.

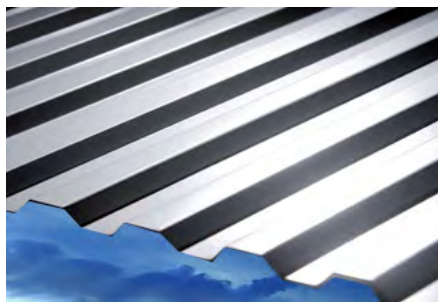
W związku z tym producenci świetlików dostrzegli problem energooszczędności i proponują rozwiązania, dzięki którym inwestor skłonny jest zainwestować w materiały bardziej rozwinięte technologicznie, przynoszące realne oszczędności (rys. 5).



Rys. 5. Przykłady rozwiązań dla naświetli dachowych pozbawionych mostków termicznych [9]

3.2. Świetliki profilowane z tworzyw dopasowane do blachy trapezowej

Na rynku polskim można znaleźć świetliki o kształcie blachy trapezowej, które wykonywane są z tworzyw, takich jak poliwęglan, PVC i poliester wzmocniony włóknem szklanym (rys. 6).



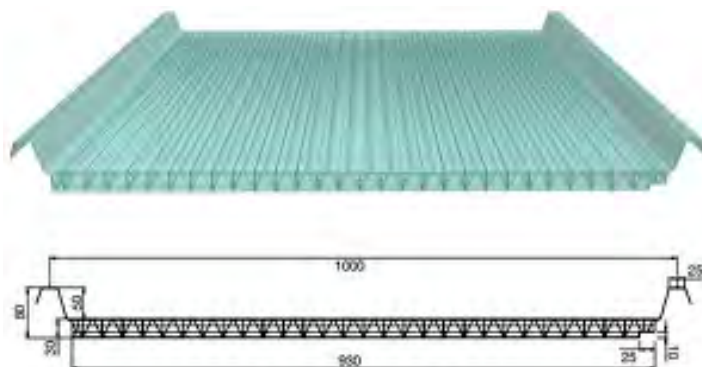
Rys. 6. Przykład naświetla w kształcie blachy trapezowej [10]

Takie naświetla są tzw. naświetlami zimnymi, przez co nie mogą być stosowane w dachach z płyty warstwowej. Naświetla takie nie stanowią jakiegokolwiek bariery

termicznej. Naświetla zimne osiągają co najwyżej klasę odporności ogniowej w dachu SRO (słabo rozprzestrzeniające ogień) - w przypadku ich wykonania z PVC. Dla poliestru ta odporność nie jest w ogóle zdefiniowana. W przypadku świetlików zimnych z poliestru wzmacnianego włóknem szklanym i PVC należy wspomnieć o mocno obniżonej wytrzymałości na starzenie (PVC - gorsza odporność na starzenie, a w przypadku poliestru znacznie gorsza odporność na starzenie) i słabej odporności na wysokie temperatury (PVC).

3.3. Komorowe panele poliwęglanowe dedykowane do dachów warstwowych lub wykonanych z blachy trapezowej

Panele komorowe z poliwęglanu są dopasowane jedynie po bokach do trapezów płyt warstwowych, co wymusza stosowanie pasma świetlnego przez całą długość dachu - od kalenicy do okapu. Kształt paneli przedstawiono na rysunku 7.



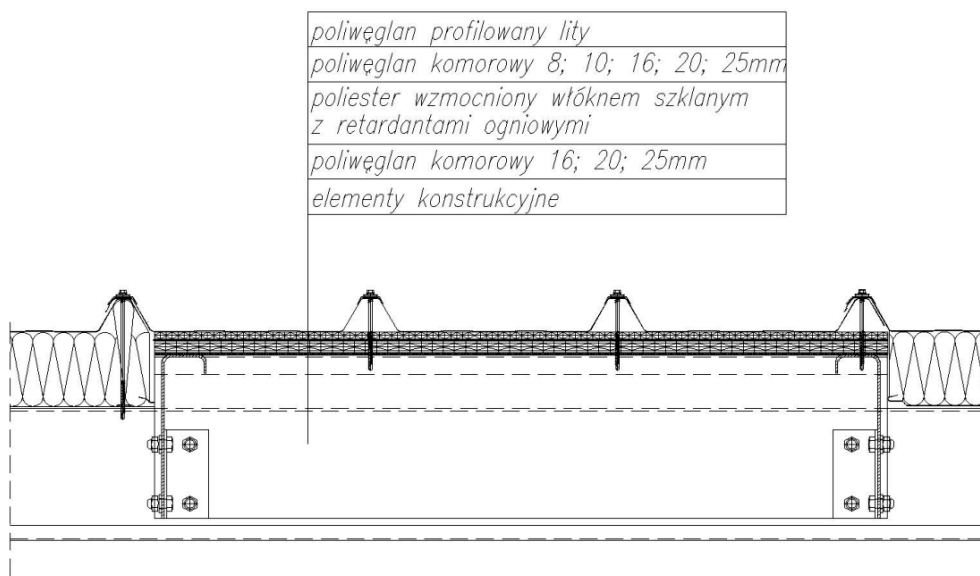
Rys. 7. Przykładowy panel poliwęglanowy [10]

W przypadku próby zamontowania paneli w środku połaci lub połączenia dwóch paneli ze sobą niesłychanie trudno jest osiągnąć szczelność złącza, co w praktyce eliminuje użycie paneli w takiej sytuacji. Dopasowanie boczne paneli jest jedynie przybliżone do trapezów płyt warstwowych (nie jest to idealne odwzorowanie trapezu płyty warstwowej), co oznacza, że istnieje możliwość braku szczelności połączenia. Panele poliwęglanowe mają klasyfikację ogniową B, s2,d0.

3.4. Płaskie świetliki dopasowane do modułu płyt warstwowych AXPW- B_{ROOF(t1)}

Istotną cechą, która charakteryzuje rozwiązanie doświetla AXPW- B_{ROOF(t1)}, jest to, że w jednym produkcie odnajduje się cechy, jakie do tej pory można było znaleźć w kilku osobnych sposobach rozwiązania świetlika. Świetlik składa się

z kilku warstw, które łącznie dają innowacyjne podejście do naświetli dachowych. Warstwę wierzchnią stanowi dopasowany do modułu płyt dachowych profilowany poliwęglan lity, kolejnym elementem są dwie płyty z poliwęglanu komorowego przedzielonego warstwą płaskiego poliestru wzmocnionego włóknem szklanym z dodatkiem retardantów, który stanowi element powstrzymujący rozprzestrzenianie się ognia zewnętrznego działającego na powierzchnię dachu. Przekrój przez warstwę świetlika przedstawiono na rysunku 8.



Rys. 8. Świetlik AXPW- B_{ROOF (t1)} opracowany przez firmę AXPLAST Sp. z o.o. [opr. własne]

Podsumowanie

Znanych jest wiele różnorodnych metod wykonania naświetli dachowych. Najbardziej rozpowszechnionym rozwiązaniem jest ciągle konstrukcja świetlika łukowego na cokole z blach stalowych lub aluminiowych. Jednakże konieczność budowania hal tzw. ciepłych narzuca producentom świetlików potrzebę szukania metod oraz rozwiązań wykonania doświetli w technologiach, które eliminowałyby mostki termiczne. Istotny wpływ mają również wymagania przeciwpożarowe, które stawiają naświetlom dachowym odpowiednią odporność ogniową. Wyróżniającym się rozwiązaniem spośród przytoczonych propozycji jest stosunkowo nowa metoda wykonania świetlika z połączenia kilku warstw poliwęglanu i poliestru wzmocnionego włóknami szklanymi. Możliwość dopasowania do układu warstwowych płyt dachowych oraz wykorzystanie retardantów ogniowych powstrzymujących rozprzestrzenianie się ognia powoduje, że może to być wiodące rozwiązanie w metodach budowy naświetli dachowych.

Literatura

- [1] Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.
- [2] PN-EN 13501-1:2008 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków - Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień.
- [3] PN-ENV 1187: 2004 Metody badań oddziaływania ognia zewnętrznego na dachy.
- [4] Kasprowicz W., Skalik M., Ekonomika stosowania dachowych pasm świetlnych w procesie inwestycyjnym, *Nowoczesne Hale* 2015, 4-5, 37-41.
- [5] Byrdy A., Byrdy C., Świetliki dachowe z płyt poliwęglanowych, *Dachy* 2009, 4(112).
- [6] Materiały reklamowe firmy Palram (www.palram.com)
- [7] Materiały reklamowe firmy Ramplex (www.ramplex.com)
- [8] Wilk M., Otwory w dachach z warstwą nośną z blachy trapezowej, *Nowoczesne Hale* 2015, 3, 36-37.
- [9] Górzycycki P., Energooszczędne doświetlenie budynków przemysłowych, *Nowoczesne Hale* 2016, 4, 18-21.
- [10] Materiały reklamowe firmy Alfapanel (www.alfapanel24.pl)

Streszczenie

W artykule zaprezentowano materiały oraz rozwiązania techniczne wykorzystywane do produkcji świetlików dachowych. Przedstawiono typowe konstrukcje świetlików łukowych i kopułowych, jak również naświetla płaskie dopasowujące moduł do dachowych płyt warstwowych.

Słowa kluczowe: naświetla, rodzaje świetlików, materiały na świetliki, technologie wykonania świetlików

A review of solutions of skylights

Abstract

This paper presents the materials and technology used in the production of skylights. It shows a typical construction of skylights arch and dome, as well as flat skylights adapting a module to roof panels.

Keywords: types of skylights, material for skylights, technologies of making skylights