

Ochrona instalacji i nadbudówek dachowych za pomocą masztów teleskopowych z wykorzystaniem metody kąta ochronnego (cz. 1)

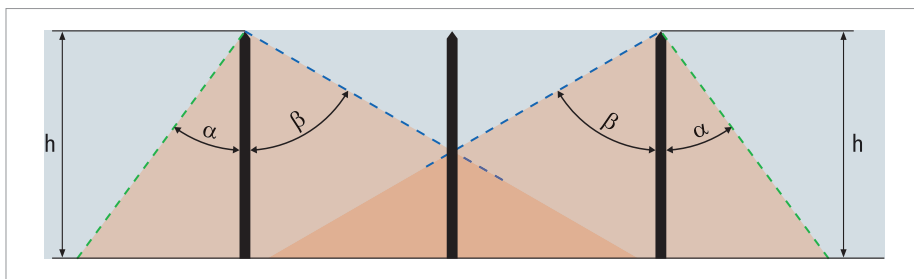
Artykuł przedstawia zasady rozmieszczania zwodów pionowych na dachu budynku z wykorzystaniem metody kąta ochronnego.

Gdy autorzy niniejszego artykułu rozpoczęli swoją przygodę z ochroną odgromową budynków, w Polsce obowiązywały zapisy normy PN-86/E-05003. Wymiarowanie zwodów pionowych do ochrony elementów na dachu budynku różniło się od dzisiejszych zapisów normy PN-EN 62305-3-2011 i praktycznie opierało się na trzech zaleceniach:

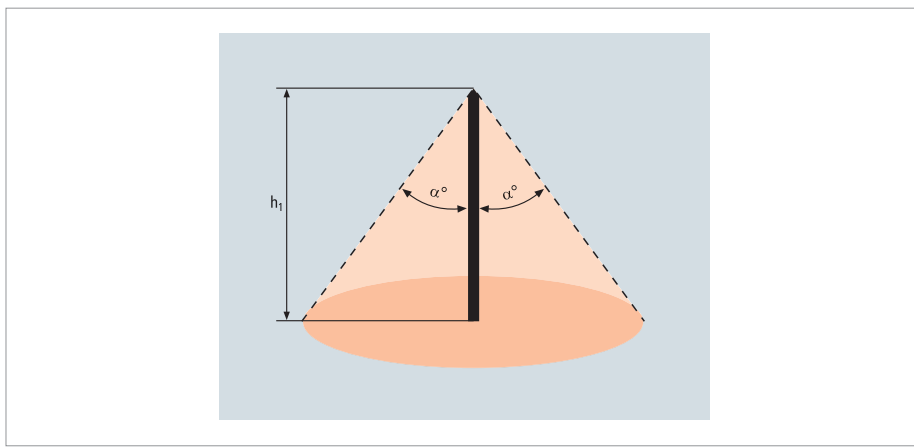
1. wysokość zwodów pionowych sztucznych nie powinna być wyższa niż 30 m względem ziemi,
2. zwody pionowe powinny być tak rozmieszczone, aby chronione obiekty znajdowały się wewnątrz ich stref ochronnych,
3. należy znać i stosować w praktyce wartości kątów ochronnych zewnętrznych (α) i wewnętrznych (β).

W przypadku typowych budynków (ochrona podstawowa) kąty te wynosiły odpowiednio $\alpha = 45^\circ$ oraz $\beta = 60^\circ$ (rys. 1). Wartość kąta ochronnego nie zależała od wysokości zwodu lub budynku.

Pojawienie się normy PN-IEC 61024 na początku lat 2000, a następnie normy PN-EN 62305, zmieniło zasadnicze podejście do wymiarowania ochrony odgromowej dla systemu zwodów pionowych na dachach płaskich lub o niewielkim pochyleniu. Można korzystać z metody toczonej się kuli lub metody kąta, ale należy dodatkowo uwzględnić kilka czynników, takich jak: wysokość zwodu względem płaszczyzny odniesienia, pochylenie dachu, odstęp separacyjny. Podstawowa zasada pozostaje jednak niezmienna – rozmieszczenie układu zwodów jest uznawane za odpowiednie, jeżeli obiekt poddawany ochronie jest całkowicie usytuowany w przestrzeni chronionej utworzonej przez układ zwodów. W celu określenia chronionej przestrzeni należy brać pod uwagę jedynie rze-



Rys. 1. Wymiarowanie strefy osłonowej zwodów pionowych wg normy PN-E-05003-01:1986

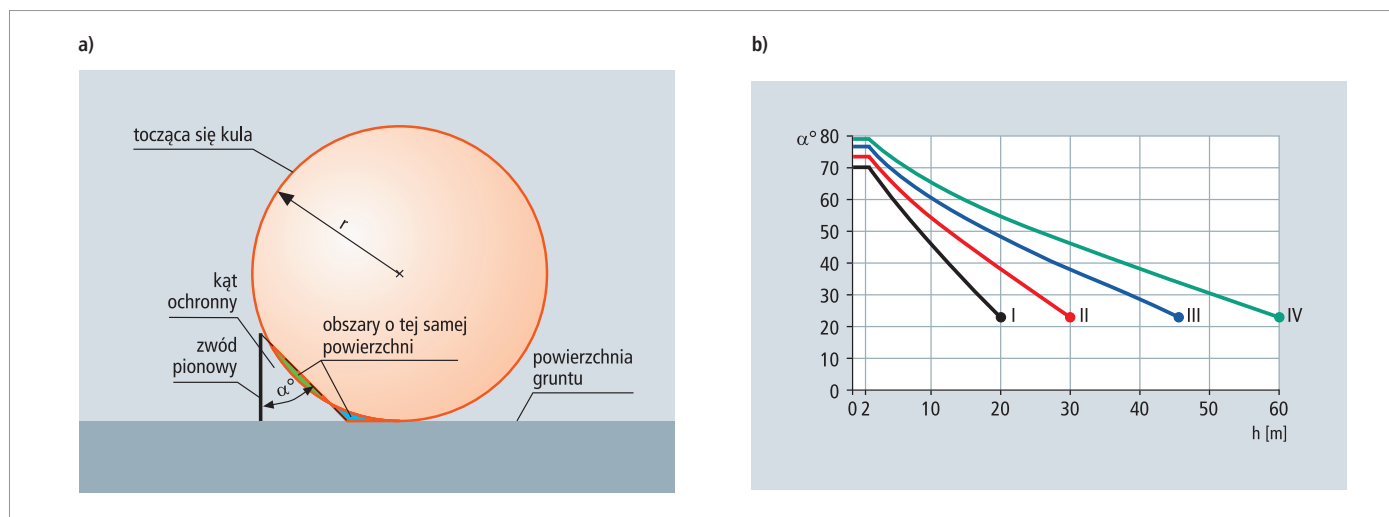


Rys. 2. Przestrzeń chroniona zapewniana przez zwód pionowy

zywiste fizyczne wymiary układu metalowych zwodów. Norma przyjmuje, że przestrzeń chroniona przez zwód pionowy ma kształt prostego okrągłego stożka z wierzchołkiem umieszczonym na osi zwodu, z kątem α zależnym od klasy LPS i od wysokości zwodu. W normie nie ma mowy o żadnych strefach w kształcie „parasola”, chroniących infrastrukturę dachową poza strefą wewnątrz stożka.

Metoda kąta jest w rzeczywistości pochodną metody toczonej się kuli. Kąty dla metody kąta ochronnego uzyskuje się z analizy toczonej się kuli, jak pokazano na rysunku 3a. Prosta od

wierzchołka zwodu (miejsce styku kuli ze zwodem) do powierzchni odniesienia prowadzona jest pod takim kątem α , że pola powierzchni (zielone i niebieskie) są sobie równe. Na podstawie analizy przeprowadzonej w oparciu o zasadę pokazano na rysunku 3a. Powstały krzywe przedstawiające zależność kąta ochronnego (α) od wysokości zwodu dla poszczególnych klas LPS. Dlatego też metoda kąta ochronnego ogranicza się dla danej klasy LPS do maksymalnej wysokości odpowiadającej promieniowi toczonej się kuli piorunowej. Zaletą metody kąta ochronnego jest jej prostota zastosowania,



Rys. 3. Kąty ochronne dla zwodów pionowych dla różnych klas LPS: a) zasada wyznaczania kątów ochronnych w oparciu o metodę toczącej się kuli, b) wykres zmienności kąta ochronnego w zależności od wysokości zwodu i klasy LPS

szczególnie w przypadku dachów z nadbudówkami o nieskomplikowanej zabudowie. Należy też pamiętać, że dla zwodów pionowych o wysokości do 2 m kąt ochronny jest stały.

Wyznaczając strefę ochronną zwodu pionowego zgodnie z normą PN-EN 62305-3, należy również zwrócić uwagę na płaszczyznę odniesienia, względem której będziemy wyznaczać strefę ochrony (rys. 4.). W przypadku ochrony nadbudówek znajdujących się na tej samej powierzchni dachu co zwód pionowy (o wysokości h_1) przyjmujemy kąt α_1 . W przypadku ochro-

ny instalacji i urządzeń na dachu w niższej części budynku musimy uwzględnić nie tylko wysokość zwodu h_1 , ale także różnicę wysokości powierzchni dachu – dlatego do obliczeń kąta α_2 przyjmujemy wysokość h_2 . W tym wypadku kąt ochrony α_2 maleje zgodnie z wykresem pokazanym na rysunku 3b.

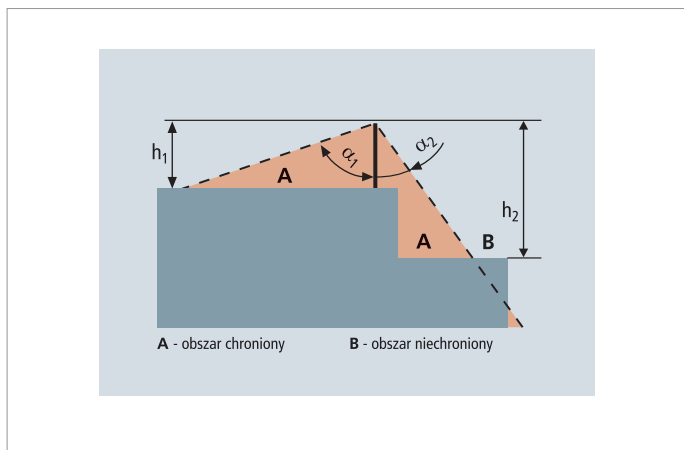
W przypadku dachów płaskich, ale posiadających lekkie pochylenie powierzchni, wyznaczając strefę osłonową zwodu pionowego, należy uwzględnić zalecenia zawarte w normie dotyczącej osi stożka tworzącego przestrzeń chronioną.

W przypadku gdy zwód pionowy jest umieszczony na powierzchni pochylej, to oś stożka tworzącego strefę ochronną jest prostopadła do powierzchni. Wierzchołek stożka wyznaczającego przestrzeń chronioną znajduje się w wierzchołku zwodu pionowego (rys. 5.).

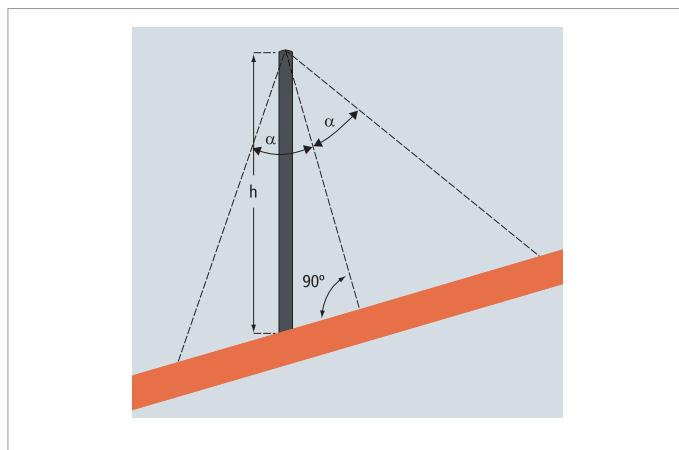
Rozmieszczając na dachu zwody pionowe, należy brać pod uwagę zagrożenie związane z możliwym wystąpieniem przeskoków iskrowych pomiędzy elementami LPS (np. zwód pionowy) a chronionym urządzeniem. Dlatego ważne jest zachowanie bezpiecznego odstępu

Wysokość obiektu h , w [m]	Odstęp A , w [m]	Klasa LPS							
		I		II		III		IV	
		A, w [°]	H, w [m]	A, w [°]	H, w [m]	A, w [°]	H, w [m]	A, w [°]	H, w [m]
2,5	5	52	6,4	61	5,3	67	4,6	71	4,2
	6	50	7,6	60	6,0	67	5,1	70	4,6
	7	47	9,0	59	6,8	66	5,6	70	5,1
	8	44	10,7	57	7,6	65	6,2	69	5,5
	9	41	12,9	56	8,6	64	6,8	69	6,0
	10	36	16,5	55	9,6	64	7,4	68	6,5
	11					63	8,1	68	4,0
	12					62	8,8	67	7,6
3	5	49	7,4	59	6,1	65	5,3	69	4,9
	6	46	8,7	57	6,8	65	5,8	69	5,3
	7	43	10,4	56	7,7	64	6,4	68	5,8
	8	40	12,5	55	8,7	63	7,0	68	6,3
	9	35	15,7	53	9,7	62	7,7	67	6,8
	10			52	10,8	62	8,4	67	7,3
	11			50	12,1	61	9,1	66	7,9
	12			49	13,5	60	9,9	65	8,5
Promień toczącej się kuli R		20 m		30 m		45 m		60 m	

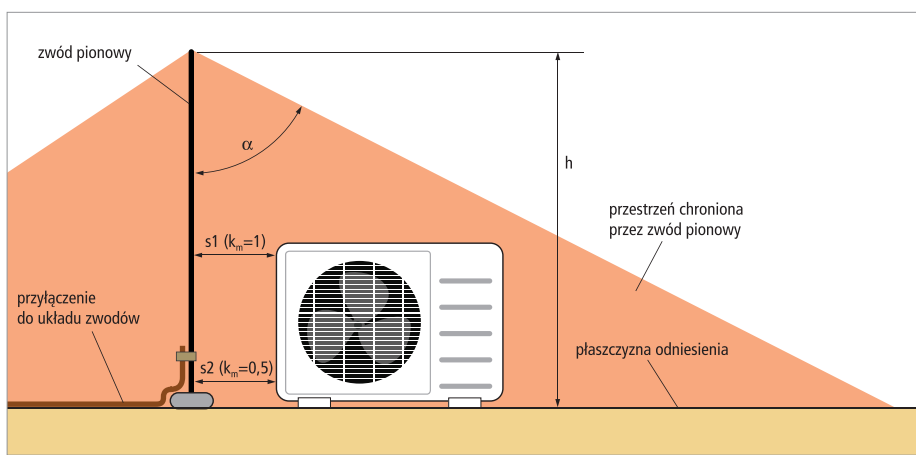
Tab. 1. Dobór wysokości masztu do ochrony nadbudówek dachowych o wysokości $h = 2,5$ m oraz $h = 3$ m



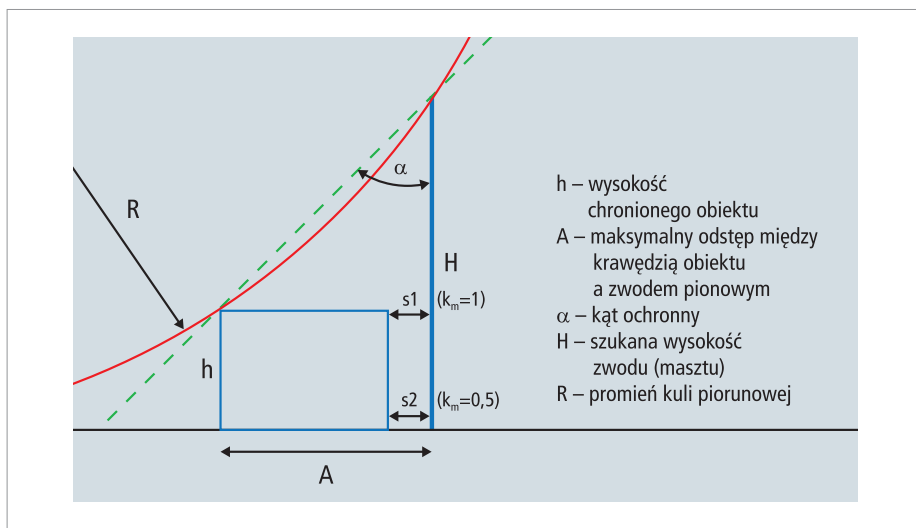
Rys. 4. Wyznaczanie kątów ochronnych dla obiektów o różnych wysokościach powierzchni odniesienia



Rys. 5. Zastosowanie metody kąta ochronnego do wyznaczania przestrzeni chronionej przez zwód pionowy na pochylonym dachu



Rys. 6. Rozmieszczenie zwodu pionowego z zachowaniem odstępu separującego



Rys. 7. Dobór masztu do ochrony nadbudówki dachowej

separującego od elementów LPS do chronionego urządzenia. Wymagany odstęp separujący powinien być zachowany nie tylko w powietrzu, lecz również na drodze przez materiał stały (współczynnik $k_m=0,5$). Jednocześnie zwody pionowe do ochrony znajdujących się na dachu urządzeń powinny mieć taką wysokość,

aby poddawane ochronie urządzenie znajdowało się w całości w stożku o kącie ochronnym zgodnym z **rysunkiem 3b**. Znajomość wymaganego odstępu separującego oraz wymiarów chronionego urządzenia pozwala w prosty sposób za pomocą metody kąta ochronnego dobrać odpowiednią wysokość zwodu pionowego

(masztu). Można w tym celu posłużyć się prostą formułą matematyczną lub skorzystać z danych zawartych w **tabeli 1**. Wymaganą wysokość zwodu można określić, korzystając ze wzorów:

$$H = R - \sqrt{R^2 - \left(A + \sqrt{2 \cdot R \cdot h - h^2} \right)^2}$$

$$\alpha = \arctan \left(\frac{A}{H-h} \right)$$

lub odczytać z **tabeli 1**.

Jeżeli przyjrzymy się wynikom zamieszczonym w tabeli nr 1, to można zauważyć, że dla większości budynków mieszkalnych czy biurowych (LPS klasy III) zwody o wysokość $h=5-8$ m są w stanie zapewnić skuteczne kąty ochronne dla pojedynczych nadbudówek, jak też dla większej liczby urządzeń. Ważne w tym przypadku jest odpowiednie rozmieszczenie zwodów i optymalizacja ich ilości. W tym przypadku metodą kąta ochronnego można wykorzystać graficznie w środowisku 2D.

W kolejnym numerze „elektro.info” – w drugiej części artykułu – zostaną przedstawione praktyczne przykłady instalacji odgromowej z wykorzystaniem teleskopowych masztów odgromowych.

DEHN Polska Sp. z o.o.

02-675 Warszawa

ul. Wołoska 16

tel. 22 299 60 40 do 41

info@dehn.pl

www.dehn.pl