

# Słupy oświetleniowe z betonu wibrowanego i wirowanego

W okresie powojennym w Polsce wytwarzano głównie żelbetowe słupy oświetleniowe z betonu wibrowanego typu W-Z i OŻ oraz trakcyjno-oświetleniowe typu DMS i TOŻ. Produkcję strunobetonowych słupów oświetleniowych z betonu wirowanego uruchomiono w kraju dopiero około 10 lat temu. Poniżej przedstawiono zasady tworzenia typoszeregu polskich żerdzi wirowanych mających zastosowanie do budowy słupów oświetleniowych. Omówiono także konstrukcję i wyposażenie wirowanych żerdzi oświetleniowych typu EO, EOC i EOP oraz trakcyjno-oświetleniowych typu ETO.

## Żelbetowe słupy oświetleniowe

Latarnie oświetlenia ulicznego można bezpośrednio montować na konstrukcji wsporczej napowietrznych linii elektroenergetycznych niskich napięć, wykorzystując do tego celu żerdzie żelbetowe typu ŻN [1] lub wirowane typu E [2÷5]. Rozwiązania takie stosowane od wielu dziesięcioleci uznaje się za najtańsze ze względu na niskie koszty montażu i eksploatacji (tylko jeden dodatkowy przewód na słupie energetycznym oraz brak skrzynek bezpiecznikowych w dolnej części słupa). Zmiany, jakie w tej dziedzinie następują, dotyczą stosowania nowoczesnych (w tym przede wszystkim energooszczędnych) lamp oświetleniowych oraz wprowadzania przewodów izolowanych.

Brak napowietrznych linii elektroenergetycznych wzdłuż ulic lub dróg zmusza inwestorów do montowania oświetlenia na specjalnie do tego celu wykonanych konstrukcjach wsporczych, popularnie nazywanych słupami oświetleniowymi. W miastach posiadających komunikację tramwajową bądź trolejbusową do oświetlenia ulic wykorzystuje się słupy trakcyjno-oświetleniowe. Słupy oświetleniowe projektowane są na stosunkowo niewielkie siły wierzchołkowe  $P_k = 1,5 \div 2,5$  kN. Słupy trakcyjno-oświetleniowe muszą być projektowane na siły  $P_k = 8 \div 20$  kN, wynikające głównie z naciągu drutów podtrzymujących sieć trakcyjną.

W okresie powojennym w Polsce do oświetlenia ulic stosowano głównie osmiokątne słupy żelbetowe typu W-Z o długościach 9 i 11 m (rys. 1a, b) z żelbetowymi wysięgnikami jedno- lub dwuramiennymi (rys. 1c, d). Na reprezentacyjnych placach miast stosowano natomiast słupy z bardziej urozmaiconym wyglądem zewnętrznym, typu Nowy Świat (rys. 1e) lub DMS (rys. 1f). Te ostatnie pełniły funkcję słupów trakcyjno-oświetleniowych o dwóch długościach 10 i 12 m.

Modernizacja słupów W-Z w latach siedemdziesiątych XX wieku [1] poszła w kierunku zmiany wysięgników żelbetowych na stalowe gięte z rur, wpuszczane do wnętrza części szczytowej słupów (rys. 2b). Trwałość słupów W-Z była jednak w dalszym ciągu stosunkowo mała, głównie ze względu na złą jakość betonu, małą otulinę zbrojenia i błędy w konstruowaniu zbrojenia podłużnego w przewężeniu na wysokości około 1,0 m od poziomu terenu oraz korodujące blaszane obudowy skrzynek bezpiecznikowo-złączeniowych. Wady te częściowo zlikwidowano w słupach oświetleniowych typu OŻ-9 (rys. 2a) i OŻ-11 (rys. 2c) i trakcyjno-oświetleniowych typu TOŻ-11/8, TOŻ-11/12 i TOŻ-11/20 [1] o konstrukcji podobnej

do słupów OŻ. Słupy OŻ straciły znacznie na lekkości w stosunku do słupów W-Z. Słupy OŻ stały się jednak znacznie odporniejsze od słupów W-Z na uszkodzenia w czasie transportu, montażu i eksploatacji. Ponieważ mają estetyczny wygląd (żłobkowana powierzchnia), są w dalszym ciągu chętnie stosowane w niektórych regionach kraju.

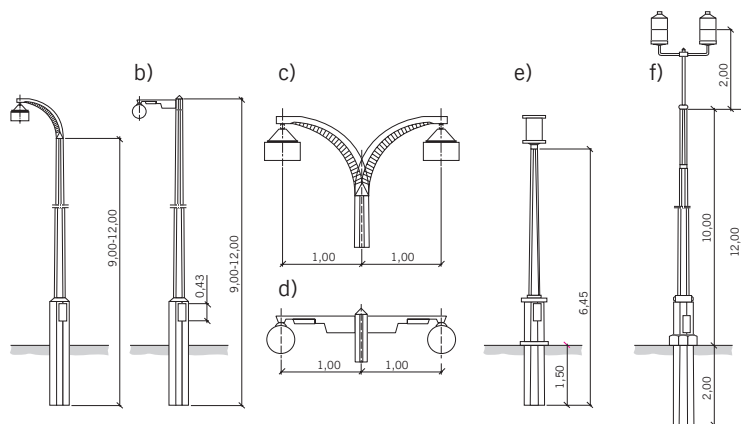
Cechą wspólną zmodernizowanych słupów W-Z, OŻ i TOŻ [1] było wprowadzenie unifikacji w zakresie rozmieszczenia otworów kablowych i wnęki bezpiecznikowej oraz sposobu mocowania stalowych wysięgników rurowych wpuszczanych do środka słupa w szczycie (rys. 2b). Powierzchnię zewnętrzną żerdzi oświetleniowych W-Z i OŻ wykonuje się z pofalowaną fakturą, co sprawia lepsze wrażenie estetyczne, ale równocześnie zwiększa powierzchnię wsiąkania wody opadowej do wnętrza betonu. Żerdzie oświetleniowe typu OŻ są w dalszym ciągu produkowane na potrzeby oświetlenia ulic i terenów rekreacyjnych.

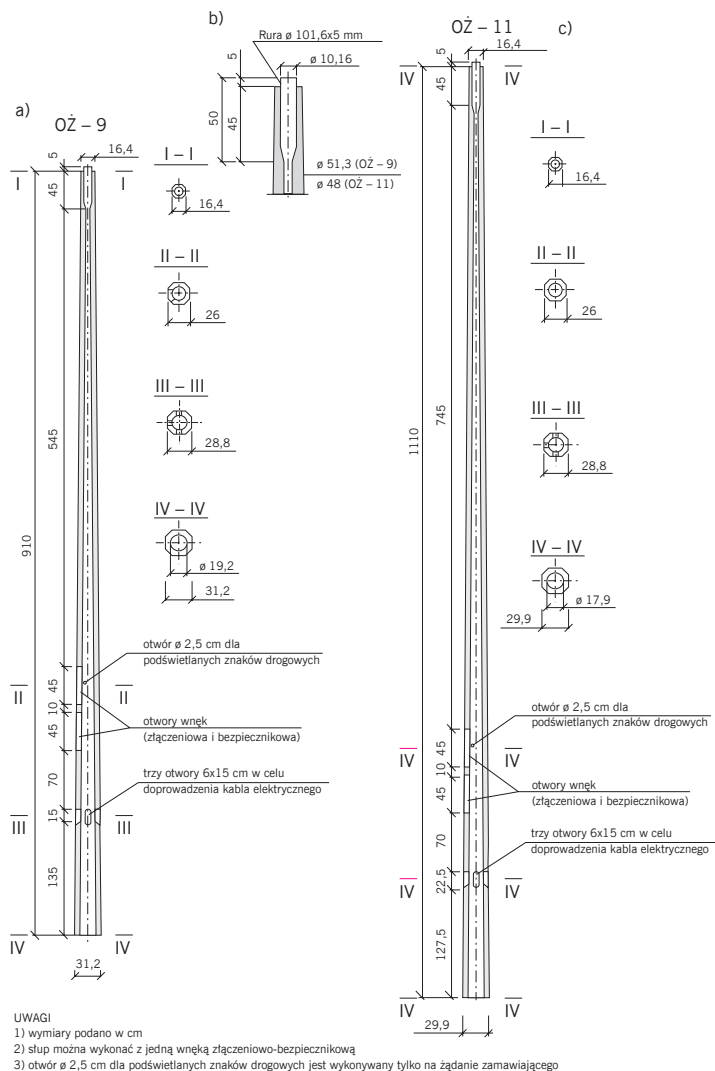
## Krajowy asortyment żerdzi wirowanych

W latach 1992-2001 powstało w Polsce kilka wytwórni sprężonych i częściowo sprężonych żerdzi wirowanych [2,3], produkujących obecnie około 60 tysięcy żerdzi rocznie. Ze względu na przeznaczenie żerdzie wirowane można podzielić na elektroenergetyczne, oświetleniowe, trakcyjno-oświetleniowe i trakcyjne [3,4].

Asortyment krajowych żerdzi wirowanych wynika z konstrukcji form stalowych, w których są one produkowane. Formy te składają się z kilku półtorametrowych odcinków rur stożkowych o zbieżności powierzchni wewnętrznej 15 mm/m (rys. 3). Po-

Rys. 1. Żelbetowe słupy oświetleniowe z lat pięćdziesiątych (opis w tekście)

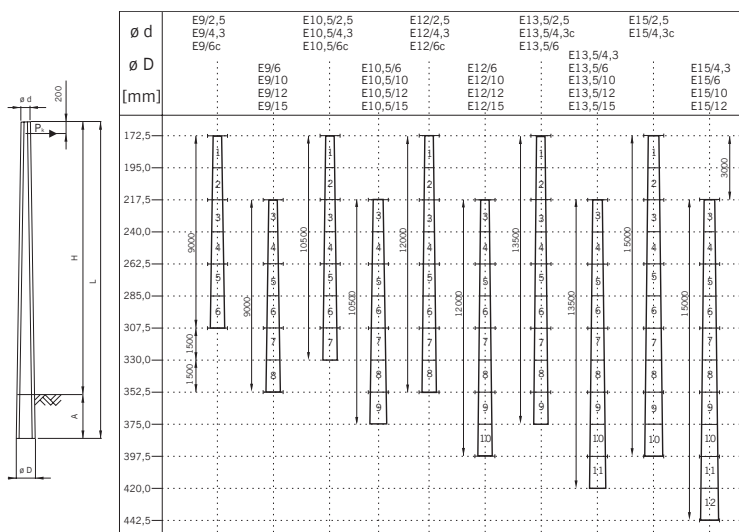




Rys. 2. Żelbetowe słupy oświetleniowe typu OZ-9 i OZ-11

Rys. 3. Zasady tworzenia systemu form nierozbieralnych podłużnie do produkcji krajowych żerdzi wirowanych o długości 9÷15 m

szczególne długości żerdzi  $L = 9 \div 15$  m można uzyskiwać poprzez dodawanie bądź odejmowanie pojedynczych członów formy. Cechy wytrzymałościowe żerdzi charakteryzuje tzw. siła wierzchołkowa  $P_k$ , której wartość zależy od średnicy elementu oraz rodzaju i ilości zbrojenia sprężającego i zwykłego [4,5]. W tak skonstruowanych formach można produkować podstawowy asortyment żerdzi wirowanych o średnicy w szczycie 172,5 i 217,5 mm, mogących



mieć zastosowanie do wykonywania słupów oświetleniowych. W odróżnieniu od żerdzi elektroenergetycznych, wirowane żerdzie oświetleniowe muszą być wyposażone (tak jak żerdzie żelbetowe W-Z i OZ) w otwory do wprowadzania przewodów oraz wnękę do wykonania złączy kablowych i zainstalowania bezpieczników. W części wierzchołkowej należy przewidzieć konstrukcję do łatwego i estetycznego mocowania wysięgnika. Słupy oświetleniowe powinny być dodatkowo wyposażone w otwory umożliwiające montaż podświetlanych znaków drogowych.

### Słupy oświetleniowe z betonu wirowanego

Do oświetlenia ulic, parkingów, placów, peronów itp. mogą być stosowane trzy typy strunobetonowych żerdzi wirowanych (tabl. 1), oznaczone literami EO (typowa o średnicy w szczycie  $\phi 172,5$  mm – rys. 4), EOC (pocieniona w szczycie do średnicy  $\phi 130$  mm z uskokiem średnicy powyżej otworu wnęki a w nasadzie jak EO) i EOP (pocieniona w szczycie do  $\phi 150$  mm i dalej ze stałą zbieżnością jak EO – rys. 4). Żerdzie te zaprojektowano jako sprężone (strunobetonowe) o zastępczej sile wierzchołkowej  $P_k = 2,5$  kN. W części przyziemnej żerdzi oświetleniowych umieszczono 6 dodatkowych prętów o średnicy 8 mm ze stali gładkiej w celu zabezpieczenia się przed nagłym upadkiem słupa oświetleniowego po uderzeniu w niego samochodem.

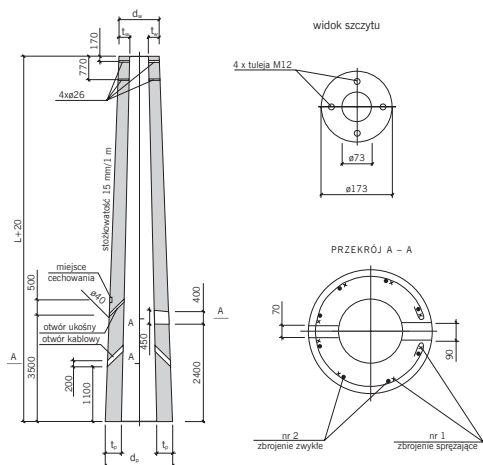
Strunobetonowe żerdzie wirowane w części nadziemnej wyposażone są w otwór (wnękę) skrzynki zabezpieczeniowej o wymiarach  $92 \times 407$  mm, wykonanej z tworzywa sztucznego i zamykanej pokrywą za pomocą śruby M8 z łbem trójkątnym. Dla zabezpieczenia przed dostaniem się wody deszczowej do wnęki, górne i dolne sklepienia wykonane są ukośnie ze spadkiem na zewnątrz. Wykonanie złączy kablowych w obrębie wnęki bezpiecznikowej realizuje się za pomocą tablicy z zaciskami mosiężnymi lub złączkami typu „Fargo” czy TBO-35. W odległości 580 cm od podstawy żerdzi znajduje się otwór  $\phi 26$  mm do wyprowadzenia przewodów zasilających głośniki lub podświetlane znaki informacyjne.

W odległości 1,1 m od nasady żerdzi zlokalizowano dwa przeciwległe otwory ukośne o wymiarach  $60 \times 200$  mm do wprowadzania i wyprowadzania kabli elektrycznych. Każda żerdź posiada cztery otwory wentylacyjne  $\phi 26$  mm w szczycie i jeden  $\phi 40$  mm w nasadzie powyżej zakopania w gruncie, w celu zabezpieczenia przed kondensacją pary wodnej wewnątrz żerdzi.

Uzupełnieniem żerdzi oświetleniowych typu EO, EOC i EOP są wirowane żerdzie trakcyjno-oświetleniowe typu ETO (tabl. 1), przeznaczone dla trakcji tramwajowej z przewodami wiszącymi i oświetlenia ulic, przy których trakcja jest zamontowana (fot. 1). Żerdzie trakcyjno-oświetleniowe wyposażone są w elementy żerdzi oświetleniowych, ale równocześnie ich zbrojenie dostosowane jest do przenoszenia znacznych sił poziomych wynikających z naciągu przewodów i parcia wiatru na sieć trakcyjną. Asortyment wytrzymałościowy tych żerdzi może być w każdej chwili rozszerzony przez adaptację elektroenergetycznych żerdzi mocnych o siłach wierzchołkowych  $P_k = 15 \div 25$  kN.

### Podsumowanie

1. Uruchomienie w kraju seryjnej produkcji oświetleniowych żerdzi wirowanych EO, EOC i EOP



Rys.4. Zbrojenie wirowanych żerdzi oświetleniowych typu EO i EOP



Fot. 1. Żerdzie wirowane jako słupy oświetleniowe i trakcyjne

oraz trakcyjno-oświetleniowych ETO wzbogacił asortyment ilościowy i jakościowy elementów wykorzystywanych jako słupy oświetlenia ulic, parkingów, placów itp. Na rynku słupów oświetleniowych strunobetonowe żerdzie wirowane konkurują z konstrukcjami żelbetowymi typu OŻ i stalowymi z rur cienkościennych.

- Łatwość wymiany słupów uszkodzonych oraz lekkość konstrukcji przemawia na korzyść elementów stalowych, natomiast cena i trwałość daje przewagę słupom z betonu wirowanego. Dodatkowo nie wymagają one okresowej konserwacji. Pod względem estetycznym latarnie oświetleniowe wykonane z żerdzi wirowanych nie ustępują konstrukcjom stosowanym dotychczas, a niekiedy nawet je przewyższają (np. żerdzie EOC są bardziej smukłe od żerdzi żelbetowych OŻ).
- W najbliższym okresie należy oczekiwać urozmaicenia oferty krajowych wirowanych żerdzi oświetleniowych poprzez wprowadzenie słupów z betonu kolorowego z fakturą upodobiąjącą je do słupów żeliwnych.
- Wiele do zrobienia jest również w dziedzinie rozwiązań prostych, tanich i estetycznych konstrukcji wysięgników oraz szybkiego montażu słupów (np. poprzez przykręcanie żerdzi oświetleniowych do fundamentów prefabrykowanych).
- Na terenach parkingów i placów należy również

rozwiązać problem estetycznych i skutecznych odbojnic wokół słupów oświetleniowych. Problem ten dotyczy w równym stopniu słupów betonowych i stalowych.

**dr inż. Janusz KUBIAK**  
**dr inż. Aleksy ŁODO**  
**dr inż. Jarosław MICHAŁEK**

**Instytut Budownictwa Politechniki Wrocławskiej**

#### Literatura

- F. Prah, Album prefabrykatów żelbetowych i strunobetonowych dla linii niskich i średnich napięć (oznaczenie VT-3808), Tom I: Parametry techniczne, Tom II: Wymagania techniczne. Rysunki konstrukcyjne, Biuro Studiów i Projektów Energetycznych „ENERGOPROJEKT” w Poznaniu, wydanie II, Poznań 1978
- J. Kubiak, A. Łodo, Sprężone i częściowo sprężone żerdzie elektroenergetyczne z betonu wirowanego, Inżynieria i Budownictwo nr 1/1996, s. 24-26
- J. Kubiak, A. Łodo, J. Michałek, Żerdzie z betonu wirowanego, Materiały Budowlane nr 11/2001, s. 79-80 i 116
- Strunobetonowe i częściowo sprężone wirowane żerdzie elektroenergetyczne E i Ek, oświetleniowe EO i EOC i trakcyjno-oświetleniowe ETO, Aprobata Techniczna ITB, AT-15-3690/99
- Żerdzie wirowane z betonu sprężonego E, Ek, EO, EOP i ETO. Aprobata Techniczna ITB, AT-15-5733/2002.

Tablica 1. Charakterystyki geometryczne i wytrzymałościowe wirowanych żerdzi oświetleniowych typu EO, EOC i EOP oraz trakcyjno-oświetleniowych typu ETO

Lp.	Symbol żerdzi	Siła zast. Pk kN	Wymiary żerdzi (rys. 5, 6 i 7)					Zbrojenie sprężające $\varnothing 7,5$ mm St 1470/1670 nr 1 szt.	Zbrojenie zwykłe w utwierdz. klasy A-III nr 2-5 n1 $\varnothing 1$ +n2 $\varnothing 2$	Objętość betonu (B50) Vb m <sup>3</sup>	Masa żerdzi G kg	Momenty obliczeniowe w utwierdzeniu				
			L	dw	dp	tw	tp					teoret.	od 1,3Pk			
			m	mm								MRd	MSd			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
1	EO 10,5/2,5	2,5	10,5	173	330	50	68	6	6 $\varnothing 8$	0,379	955	36,04	26,98			
2	EO 12/2,5		12,0		353		70			0,464	1173	39,95	31,85			
3	EO 13,5/2,5		13,5		375		73			0,592	1480	55,10	36,73			
4	EO 15/2,5		15,0	398	75	0,670	1675			60,52	41,60					
5	EOC 9/2,5		9,0	130	330	45	95			0,308	771	35,10	22,10			
6	EOC 10,5/2,5		10,5		330	60	0,326			815	34,92	26,98				
7	EOC 12/2,5		12,0		353	60	0,393			983	38,82	31,85				
8	EOP 9/2,5		9,0	150	285	50	70			0,273	683	24,30	22,10			
9	EOP 10,5/2,5		10,5		308					0,342	855	29,70	26,98			
10	EOP 12/2,5		12,0		330					0,417	1043	35,00	31,85			
11	ETO 10,5/10		10,0	10,5	218	60	95			12	2 $\varnothing 14$ +10 $\varnothing 12$	0,584	1460	118,00	107,90	
12	ETO 10,5/12		12,0	10,5		65	100					4 $\varnothing 14$ +8 $\varnothing 12$	0,595	1488	131,00	129,50
13	ETO 12/10		10,0	12,0		60	100					4 $\varnothing 14$ +8 $\varnothing 12$	0,717	1792	130,00	127,40
14	ETO12/12		12,0	12,0		398	65					105	8 $\varnothing 16$ +4 $\varnothing 12$	0,732	1830	151,00