



**Prezentacja nowego,
hybrydowego słupa linii napowietrznej WN**

Wojciech Kosiński (STRUNOBET – Migacz Sp. z o.o.)

Nidzica, 16-17.12.2024r.

Prezentacja firmy Strunobet - przegląd

Strunobet-Migacz Sp. z o. o. jest największym w Polsce producentem słupów energetycznych z betonu sprężonego E, słupów oświetleniowych EOP, konstrukcji wsporczych i masztów ETG. Firma produkuje szeroką gamę stacji transformatorowych słupowych i kontenerowych oraz szeroki wybór akcesoriów i osprzętu dla energetyki.



Fabryka w Kuzkach



Fabryka w Lewinie Brzeskim



Fabryka w Grzybowie

Nowoczesne hybrydowe słupy strunobetonowe z głowicami kratowymi dla linii elektroenergetycznych SN i WN

Projekt linii 110 kV wymagające przebudowy:

LINIE WN (110 kV) – Linie zaprojektowane i wybudowane w latach 60 ubiegłego wieku (Seria SBO) z wykorzystaniem żerdzi BSW z przewodami fazowymi AFL-6 120 mm² do wymiany ze względu na zły stan techniczny, nieodpowiednie parametry zwarciovowe i niską obciążalność prądową (dla temperatury pracy przewodów fazowych +40oC – wg. Normy „05100”).

Przebudowy w najbliższym czasie będą wymagały również linii ze słupami kratowymi typu: A, A12, R, Ac, S12, S120, Sc, Sc120, S185, S185.



Nowoczesne hybrydowe słupy strunobetonowe z głowicami kratowymi dla linii elektroenergetycznych SN i WN



Dlaczego powstają takie konstrukcje :

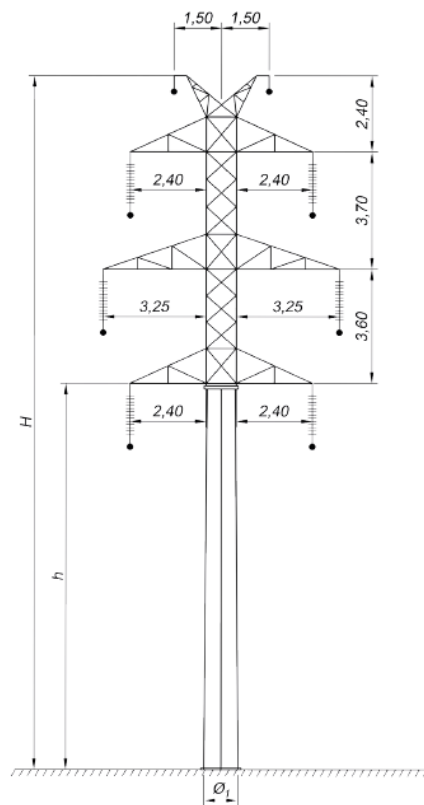
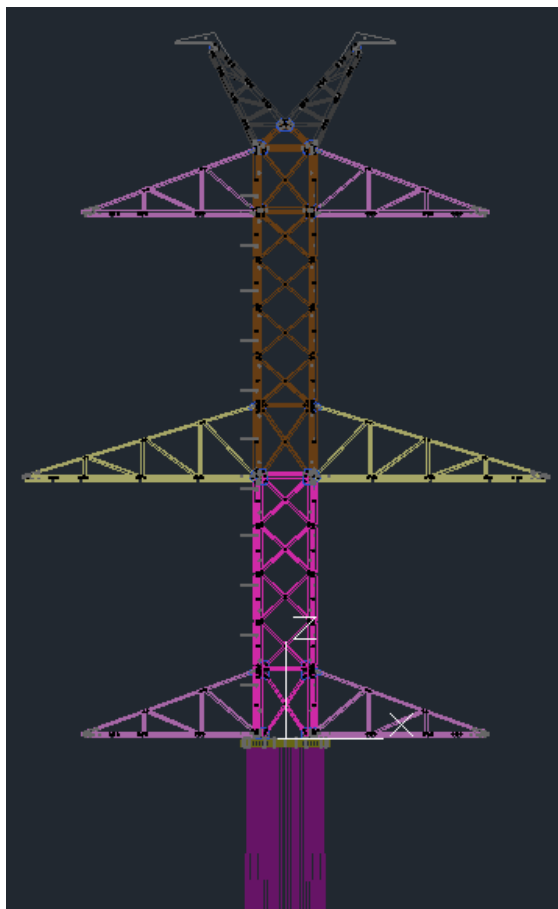
- LINIE SN (15 kV) - Zapotrzebowanie na nowe konstrukcje wsporcze z przewodami fazowymi AFL-6 240 mm² do zastosowania w strefie ze zwiększoną sadyką (S2) i dla zwiększonych obciążeń wiatrowych (W3 – wysokość 300-600 m n.p.m.) z łączem światłowodowym (przewód typu MASS);
- LINIE WN (110 kV) – Poszukiwanie konstrukcji zapewniających minimalizację zajęcia terenu z przewodami fazowymi AFLs-10 310 mm² do zastosowania w strefie sadykowej S1 i S2 i dla obciążeń wiatrowych ze strefy W1 (obejmujących większość obszaru Polski) oraz spełniające wymagania najnowszej normy PN-EN 50341-2-22:2022-06 .

Demonstracyjna instalacja słupa hybrydowego ESH – studium przypadku

W celu przeprowadzenia instalacji testowej połączonej z możliwością późniejszej promocji wyrobu zdecydowano o posadowieniu dwutorowego słupa ESH w nowoczesnym ośrodku Szkoleniowo-Badawczym Wiśniewski w Nidzicy którego Integralną częścią ośrodka są trzy poligony szkoleniowe do budowy linii oraz prac pod napięciem nn, SN i WN zlokalizowane na działce 2 hektarów.



Demonstracyjna instalacja słupa hybrydowego ESH – studium przypadku



LINIA DWUTOROWA 110 kV SŁUP PRZELOTOWY ESH P1DK

Dane słupa		
Strefa klimatyczna	W1, S1	W1, S2
Przewody robocze ¹⁾	AFLs-10 310 mm ²	
Naciąg przewodów fazowych (10 °C)	14,5 kN	10,7 kN
Przewód odgromowy ²⁾	AFL-1,7 95 mm ²	
Naciąg przewodu odgromowego (10 °C)	9,5 kN	6,5 kN
Przęsło:		
• wiatrowe	• 350 m	• 330 m
• gabarytowe	• 380 m	• 330 m
• ciężarowe	• 400 m	• 350 m
Kąt załomu	180° – 178°	
Konstrukcja trzonu	żerdź wirowana	
Konstrukcja głowicy słupa	kratowe stalowe, ocynkowane, skręcane	
Izolacja	ŁP i ŁP2	
Obsługa eksploatacyjna opcjonalnie:	<ul style="list-style-type: none"> • trzon: z drabiny stałej, z podnośnika lub z drabin doczepianych • w części kratowej stopnie wstawowe 	

¹⁾ Alternatywnie możliwość zastosowania przewodu AFL-6 240 mm²
²⁾ Alternatywnie możliwość zastosowania przewodu AFL-1,7 70 mm² lub odpowiedników OPGW

TYPY SŁUPÓW		
P1k, P1w	– jednorodny słup przelotowy dla kąta załomu	180° – 178°
M3k, M3w	– jednorodny słup mocny dla kąta załomu	180° – 150°
M6k, M6w	– jednorodny słup mocny dla kąta załomu	150° – 120°
M9k, M9w	– jednorodny słup mocny dla kąta załomu	120° – 90°
KRk, KRw	– jednorodny słup krańcowy dla kąta załomu	0° – 20°
PL1k, PL1w	– jednorodny słup przelotowy leśny dla kąta załomu	180° – 178°
PL2k, PL2w	– jednorodny słup przelotowy leśny dla kąta załomu	180° – 178°
ML3k, PL3w	– jednorodny słup przelotowy dla kąta załomu	180° – 150°
P1Dk, P1Dw	– dwutorowy słup przelotowy dla kąta załomu	180° – 178°
MLk, MLw	– jednotrzonowy most linkowy	
PKk, PKw	– słupowa platforma kablowa	
KKk	– jednorodny słup krańcowy–kablony dla kąta załomu	0° – 20°

Słupy występują w wykonaniu:

k – wersja dostosowana do kotew fundamentowych
w – wersja wpuszczana do studni fundamentowej

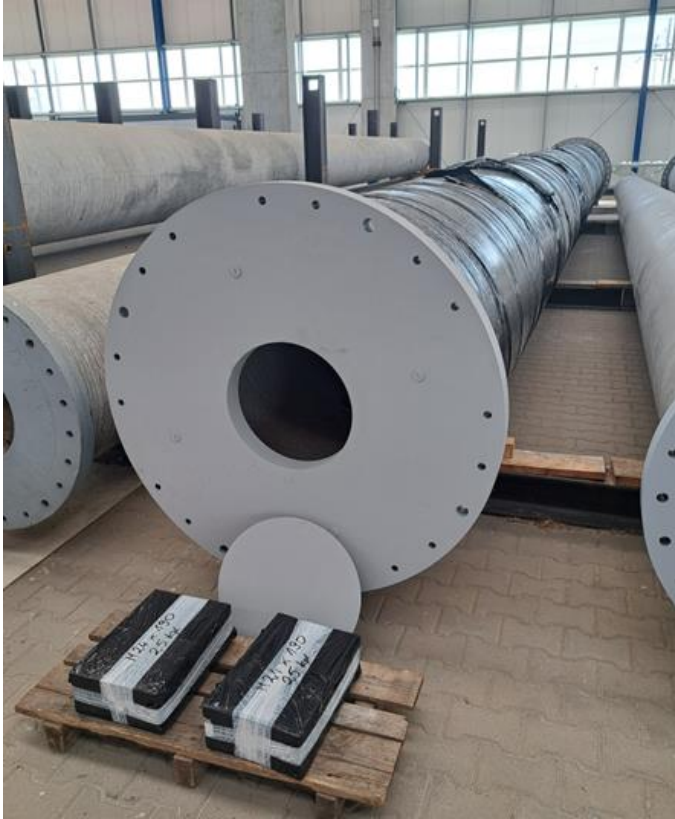
Typ słupa	Wymiary słupa			Oznaczenie	Masa [R]
	h [m]	H [m]	φ ₁ [mm]		
P1Dk + 0	15,18	24,88	1298	ESH P1Dk/1073/15/1GD	18,8
P1Dk + 3	18,18	27,88	1343	ESH P1Dk/1073/18/1GD	23,5

Uwagi:

Masa kratowej głowicy słupa ESH P1Dk wynosi 1,25 t. Trzon słupa z żerdzi wirowanej może zostać zamówiony w wersji dzielonej na segmenty.

Słup żerdziowy ESH P1Dk/1073/15/1GD

Demonstracyjna instalacja słupa hybrydowego ESH- studium przypadku

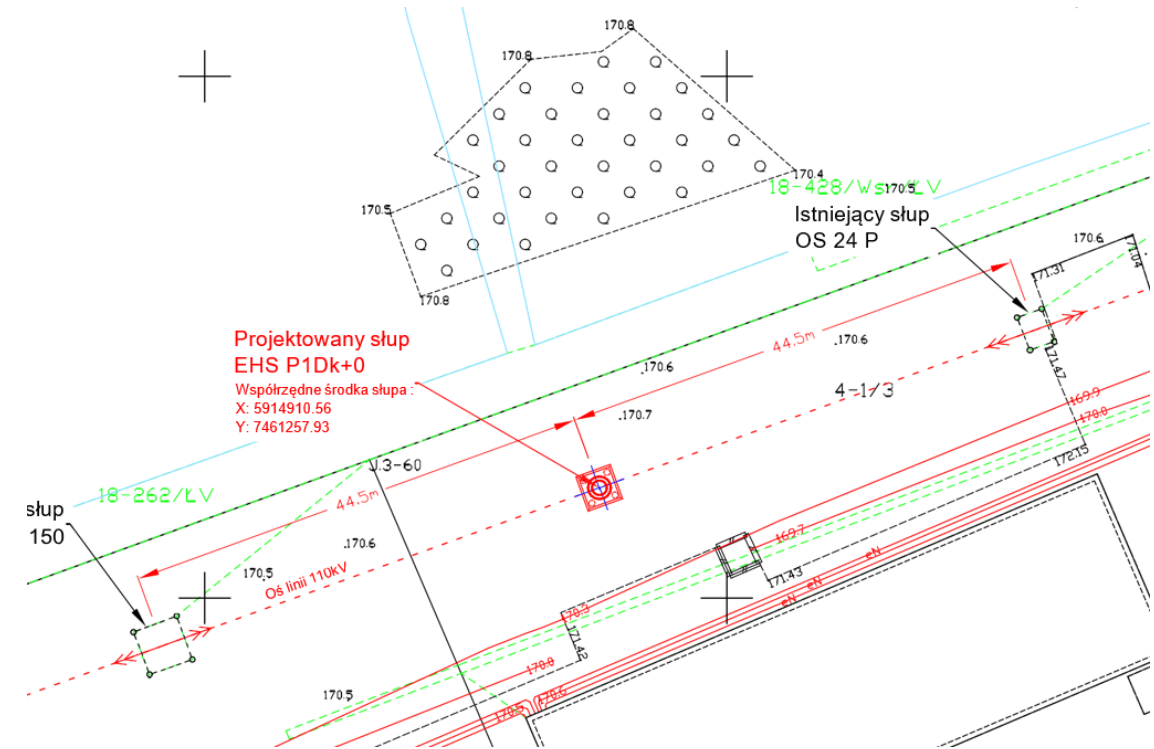


Słup żerdziowy ESHP1Dk/1073/15/1GD – elementy składowe

Demonstracyjna instalacja słupa hybrydowego ESH – studium przypadku

Przeanalizowano badania gruntowe i opinię geotechniczną udostępnioną przez Szkoleniowo-Badawczym Wiśniewski w Nidzicy z których wnioski mówią że grunty na których zostanie postawiony słup zaliczone **do gruntów słabonośnych**.

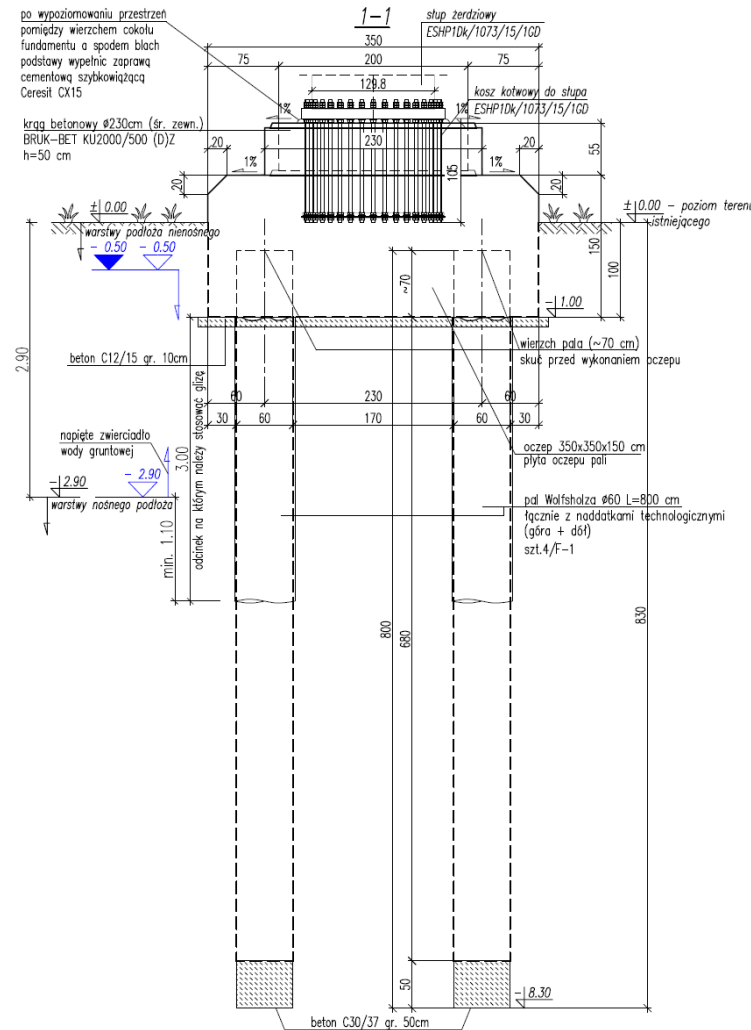
Projektowane słupy można posadzić w sposób bezpośredni w obrębie gruntów nośnych po usunięciu gruntów nasypowych i humusowych oraz gruntów bagiennych i zastąpieniu ich zagęszczoną pospółką lub posadzić na fundamentowaniu opartym o grunty nośne.



Demonstracyjna instalacja słupa hybrydowego ESH

– studium przypadku

Bazując na powyższej analizie Słup żerdziowy ESHP1Dk/1073/15/1GD postanowiono (jako jedna z opcji) posadzić na fundamencie F-1, który składa się z monolitycznego oczepu posadzonego na czterech zbrojonych palach Wolfsholza o średnicy 60 cm i długości 800 cm



Demonstracyjna instalacja słupa hybrydowego ESH – studium przypadku

Alternatywnym rozwiązaniem był zaproponowany przez firmę **WPŻ Elbud Gdańsk sp. z o.o.** nowatorski fundament studniowy stanowiący przełomowe rozwiązanie, które nie tylko redukuje czas wykonywania fundamentów pod WN rurowe, ale także zmniejsza zaangażowanie sprzętowe i materiałowe na placu budowy. Autorem projektu jest **SPIE Elbud Gdańsk S.A.** należący do międzynarodowego koncernu SPIE S.A. - niezależnego europejskiego lidera usług multi-technicznych w obszarze energetyki i komunikacji.

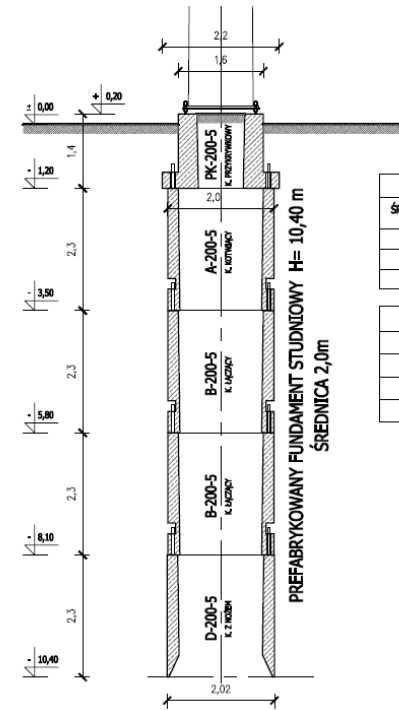
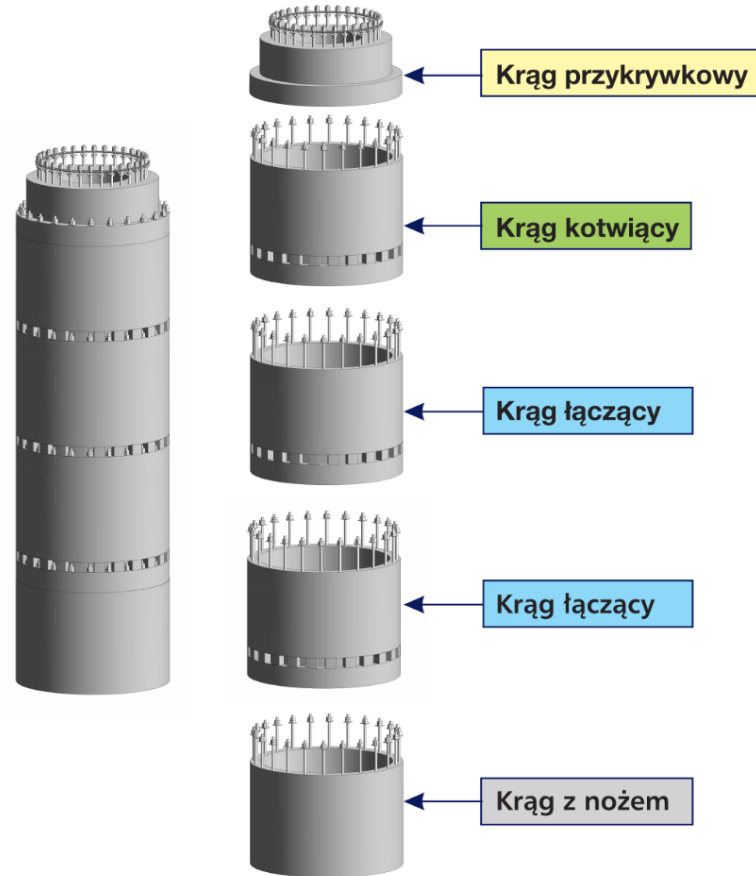


Demonstracyjna instalacja słupa hybrydowego ESH

– studium przypadku

Zbrojone kręgi połączone innowacyjnym systemem zamków pozwalają na pełną prefabrykację fundamentu.

Szeroki typoszereg prefabrykatów umożliwia projektantom elastyczność w dostosowaniu ich do konkretnych warunków gruntowych.



STAL A-IIIIN (B500SP)
 BETON C35/45 (W8)
 OTULINA Cnom = 40mm

KOSZE KOTWOWE			
SREDNICA PODZIALOWA [mm]	OZNACZENIE KOSZA	DOPUSZCZALNE REACJE PRZEKAZYWANE ZE SŁUPA	
1250	KSL-24-FE36/KSL-32-FE36	M= 1800 kNm	Pcy = 90 kN Pcz = 125 kN
1300		M= 1900 kNm	
1350	KSL-32-FE36	M= 2000 kNm	

NAZWA KRĘGU	OZNACZENIE	CIĘŻAR [q]
PRZYKRYWKOWY	PK-200-5	6,1
KOTWIĄCY	A-200-5	6,7
ŁĄCZĄCY	B-200-5	6,7
Z NOŻEM	D-200-5	6,5

Symbole reszki (wypadkowych)
 H - moment,
 Pcy - siła podłoga,
 Pcz - siła pionowa,
 Wymiary na rysunku podano w m.



WP2 Ebud Gdańsk sp. z o.o.
 Wybudowanie i eksploatacja obiektów



WP2 Ebud Gdańsk sp. z o.o.
 Owionice 1
 83-407 Lubiana
 e-mail: biuro@elbudgdansk.pl

TYTUŁ: PREFABRYKOWANY FUNDAMENT STUDNIOWY D= 2,0m

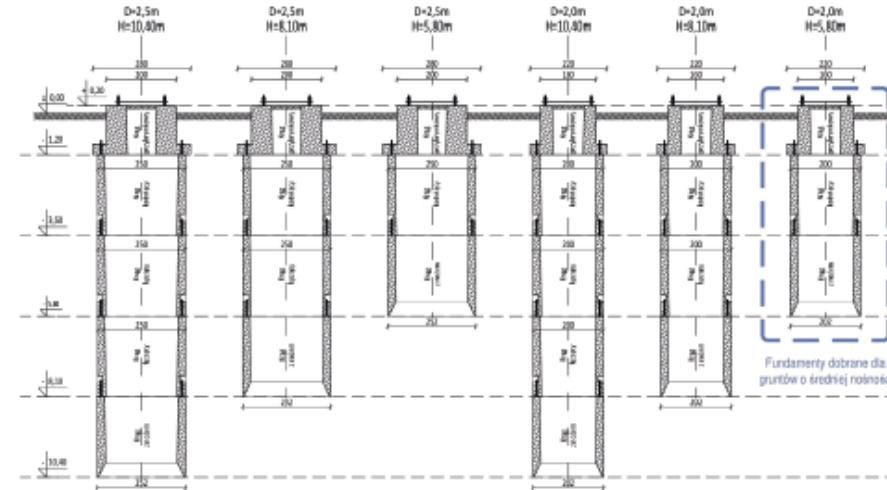
Dobór fundamentów studniowych WPŻ do słupów hybrydowych 100kV

TDE

NOWA SERIA SŁUPÓW HYBRYDOWYCH
DLA LINII 110 kV

Seria słupów	Liczba torów	Nazwa słupa	Typ wysokości	Średnica studni WPŻ [m] *	Głębokość studni WPŻ [m] *
Słupy hybrydowe ESH 100kV	Jednotorowe	P1k	+0	2,0	5,8
			+3	2,0	5,8
			+6	2,0	5,8
			+9	2,0	5,8
			+12	2,0	5,8
		M3k	+0	2,5	5,8
			+3	2,5	5,8
			+6	2,5	8,1
		M6k	+0	2,5	5,8
			+3	2,5	8,1
		M9k	+0	2,5	8,1
		KRk	+0	2,5	5,8
			+3	2,5	8,1
		PL1k	+0	2,0	5,8
			+3	2,0	5,8
			+6	2,0	5,8
		PL2k	+0	2,0	5,8
			+3	2,0	5,8
	+6		2,0	5,8	
	ML3k	+0	2,5	5,8	
+3		2,5	5,8		
Dwutorowe	P1Dk	+0	2,5	5,8	
		+3	2,5	5,8	

* Dobór fundamentów studniowych wykonano przy założeniu gruntów średnich



Dane słupa		Dane fundamentu*			
Typ	Φ ₁ [mm]	Średnica studni [m]	Zagłębienie studni [m]	Liczba krągów [szt.]	Masa [t]
P1k +0	848	2,0	5,8	3	19,3
P1k +3	893	2,0	5,8	3	19,3
P1k +6	938	2,0	5,8	3	19,3
P1k +9	983	2,0	5,8	3	19,3
P1k +12	1028	2,0	5,8	3	19,3

Uwagi:

Fundamenty wykonane z betonu C35/45 W8 oraz stali zbrojeniowej A-IIIIN. Tabela przedstawia dobór fundamentów dla gruntów o średniej nośności.

* Prefabrykowane fundamenty studniowe WPŻ Elbud Gdańsk.

Demonstracyjna instalacja słupa hybrydowego ESH - studium przypadku

Podsumowanie

W projekcie zdecydowano zastosować fundament studniowy z uwagi na nowatorską koncepcję oraz zalety funkcjonalne tego rozwiązania.

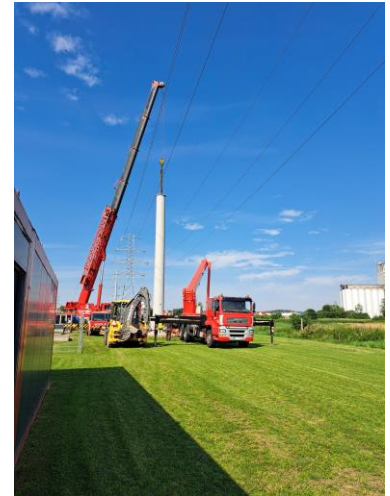
Prefabrykowane segmenty fundamentu wyposażone są w system innowacyjnych zamków łączących je ze sobą. W kręgach z nożem, łączących i kotwiących betonowane są kotwy. Ich ilość i średnica zwiększają się w zależności od średnicy nominalnej fundamentów i dostosowane są do wielkości przewidywanych naprężeń.

Wbudowywane kolejno kręgi osadzone są na kotwach kręgu poniżej. Geometria gniazd daje możliwość pewnego obrotu poszczególnych kręgów względem pionowej osi fundamentu. Takie rozwiązanie umożliwia regulację położenia kotew i korektę odchyłek montażowych co będzie bardzo istotne przy opisywanej realizacji pilotażowej posadowienia słupa hybrydowego.

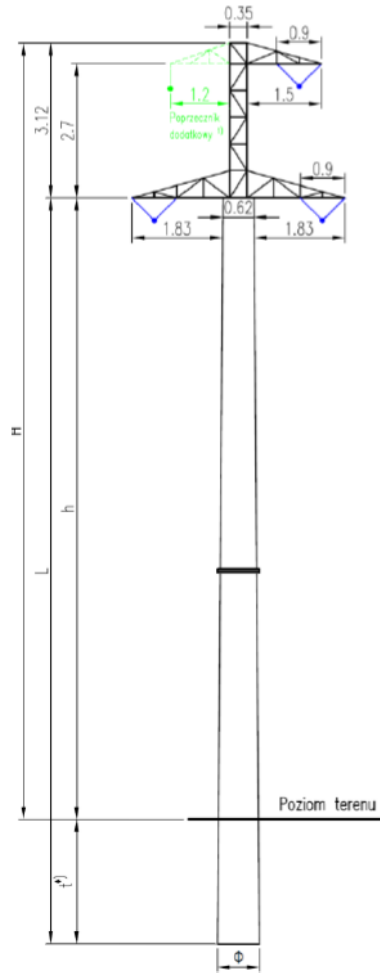
Demonstracyjna instalacja słupa hybrydowego ESH - studium przypadku



Demonstracyjna instalacja słupa hybrydowego ESH - studium przypadku



Komercyjna instalacja słupa hybrydowego ESH: Czechowice – Dziedzice



*) Parametr „t” zależy od warunków gruntowych w miejscu posadowienia słupa oraz sposobu posadowienia słupa w fundamencie / gruncie.

Dane słupa serii SN24 typu P1_{spec}

Strefa klimatyczna	S2, W3 (300-600 m n.p.m)
Przewody robocze	AFL-6 240
Naciąg przewodów fazowych (10 °C)	8,0 kN
Przewód telekomunikacyjny	MASS ¹⁾ (Metallic Aerial Self-Supporting)
Przęsło:	
<ul style="list-style-type: none"> • wiatrowe • gabarytowe • ciężarowe 	<ul style="list-style-type: none"> • 250 m • 285 m • 300 m
Kąt załomu	180° – 178°
Konstrukcja trzonu	żerdź wirowana ²⁾
Konstrukcja głowicy słupa	stalowa, kratowa, ocynkowana, skręcana
Izolacja	ŁPV

- 1) Opcja montażu dodatkowego poprzecznika telekomunikacyjnego, jeżeli jest taka potrzeba. Konstrukcja umożliwia zawieszenie dodatkowego przewodu telekomunikacyjnego typu MASS, którego zawieszenie nie będzie powodowało obciążenia słupa więcej niż przewód AFL-1.7 70 mm² zawieszony z naciągiem $N_{+10°C}=4,5$ kN zgodnie z normą PN-EN 50341-2-22:2022-06.
- 2) Żerdzie o długości L=24 m są wykonywane jako dwuelementowe.
- 3) Parametry h, H wyznaczono dla głębokości posadowienia żerdzi w fundamencie / gruncie wynoszącej t=2,5 m.

Słup przelotowy serii **SN24** typu P1 spec jest to adaptacja słupa SN24 typu P1w celu zastosowania w liniach 15 kV zasilających PT Czechowice - Dziedzice

Typ słupa	Wymiary słupa			Typ żerdzi Długość „L”	Masa żerdzi [t]
	h [m]	H [m]	Φ [mm]		
P1 _{spec} +6	18,50	21,62	938	ES 21G/P1 L=21 m	14,5
P1 _{spec} +9	21,50	24,62	983	ES 24G/P1 L=24 m	17,0

Szacunkowa masa głowicy słupa około 0,4 [t].

Dla słupa P1_{spec}+6 - istnieje możliwość zamówienia żerdzi w wykonaniu jednoelementowym (posadowienie w fundamencie z wpuszczeniem żerdzi do fundamentu - L=21 m lub z wykorzystaniem kosza kotwowego L=18 m).

Dla słupa P1_{spec}+9 – istnieje możliwość zamówienia żerdzi w wykonaniu jednoelementowym (posadowienie na fundamencie tylko z wykorzystaniem kosza kotwowego – długość L=21 m).

Komercyjna instalacja słupa hybrydowego ESH: Czechowice – Dziedzice

W tym przypadku zastosowano typowy fundament studniowy z zalewanym zbrojeniem, poniżej zdjęcia z realizacji



Realizację przeprowadzono w kwietniu 2024

Dziękujemy za uwagę