



WYKONYWANIE PRAC W TECHNOLOGII PPN NA LINIACH PRZESYŁOWYCH 400 KV, 220 KV I ROZDZIELCZYCH 110 KV W ENERGA-OPERATOR S.A. ODDZIAŁ W TORUNIU

mgr inż. Ryszard Michniewski / ENERGA-OPERATOR S.A. Oddział w Toruniu

Historia wykonywania prac PPN na liniach napowietrznych wysokich i najwyższych napięć w ENERGA-OPERATOR S.A. Oddział w Toruniu sięga ubiegłego wieku, bo 1933 roku, kiedy to po raz pierwszy wykonano prace w technologii PPN w Pomorskiej Elektrowni Krajowej Gródek (poprzedniczki ENERGA-OPERATOR S.A. Oddział w Toruniu) na linii 60 kV Gródek – Gdynia. Wznowienie wykonywania prac PPN na napowietrznych liniach przesyłowych nastąpiło w 1990 roku, na liniach 400 kV z wykorzystaniem technologii i sprzętu zakupionego w byłej NRD.

W 1992 roku zapoczątkowano wykonywanie prac PPN na słupach przelotowych i przelotowo-skrzyżowaniowych linii 220 kV, w oparciu o technologie opracowaną w Zakładzie Energetycznym Toruń przy współpracy z Instytutem Energetyki Zakładem Bezpieczeństwa Pracy w Gliwicach. W 2008 roku w ENERGA-OPERATOR S.A. Oddział w Toruniu opracowano i wdrożono technologie wymiany izolatorów i osprzętu na słupach odporowych i odporowo-narożnych linii 220 kV.

Liczba wykonanych prac na liniach:				Łączna liczba wykonanych prac
400 kV		220 kV		
Słupy		Słupy		
ON	P	P i PS	ON	
245	624	260	24	1153

Tabl. 1. Liczba prac wykonanych w technologii PPN na liniach 400 kV i 220 kV od roku 1990 do końca 2008

Tabl. 2 Liczba prac wykonanych w technologii PPN na liniach 400 kV i 220 kV w poszczególnych latach

Rok	Linia		Razem
	400 kV	220 kV	
1990	2	-	2
1991	5	-	5
1992	7	2	9
1993	2	35	37
1994	2	94	96
1995	6	20	26
1996	5	16	21
1997	26	1	27
1998	4	3	7
1999	1	2	3
2000	1	9	10
2001	8	1	9
2002	1	3	4
2003	1	9	10
2004	174	2	176
2005	199	1	200
2006	194	20	214
2007	128	34	162
2008	103	32	135
Razem	869	284	1153

Streszczenie

W referacie przedstawiono krótką historię wykonywania prac w technologii PPN na napowietrznych liniach przesyłowych 400 kV, 220 kV i w sieci 110 kV od czasu wprowadzenia tych prac w ENERGA-OPERATOR S.A. Oddział w Toruniu do końca 2008 roku. Wyszczególniono ilości i rodzaj prac wykonywanych na tych liniach. Przedstawiono sposoby i technologie wykonywania tych prac. Zamieszczono zdjęcia obrazujące prace na napowietrznych liniach 400 kV, 220 kV i 110 kV oraz rysunek żurawika służącego do wtransportowania montera na potencjał przewodów linii 400 kV oraz do wytransportowania i wtransportowa-

nia łańcucha izolatorowego na słupy linii. Na bazie wykonanych prac w technologii PPN na liniach 400 kV, 220 kV i 110 kV przedstawiono uzyskane efekty w postaci zmniejszenia strat sieciowych, a zatem efekty ekonomiczne i efekty związane z ochroną środowiska.



Fot. 1. Prace PPN na liniach 400 kV – słupy jednotorowe

Fot. 2. Prace PPN na liniach 400 kV – zawieszenie ŁPV-400 i praca z wózka



Fot. 3. PPN na linii 400 kV – wejście montera na potencjał

Fot. 4. PPN na linii 400 kV, zawieszenie ŁO2-400 – zakładanie kołyski na łańcuch izolatorowy



Fot. 5. PPN na linii 400 kV, zawieszenie ŁO2-400 – wypięcie łańcucha izolatorowego

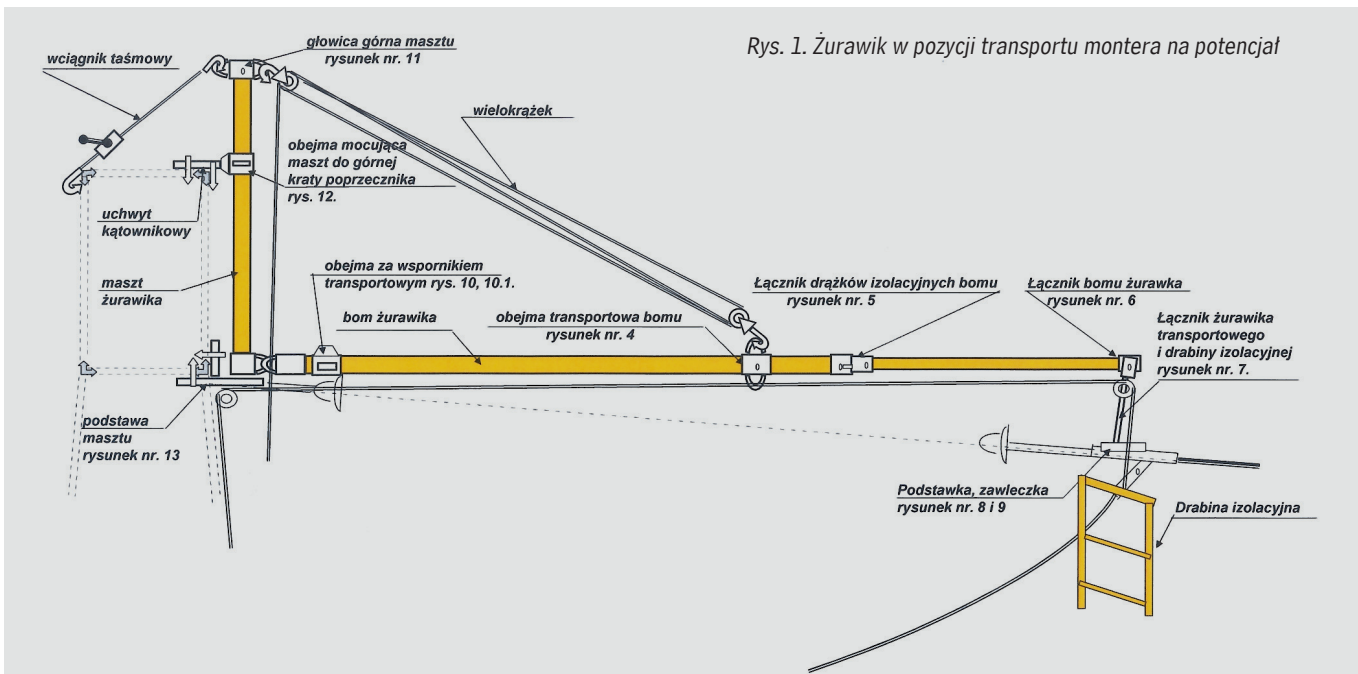
Fot. 6. PPN na linii 400 kV, zawieszenie ŁO2-400 – wciągnięcie łańcucha izolatorowego



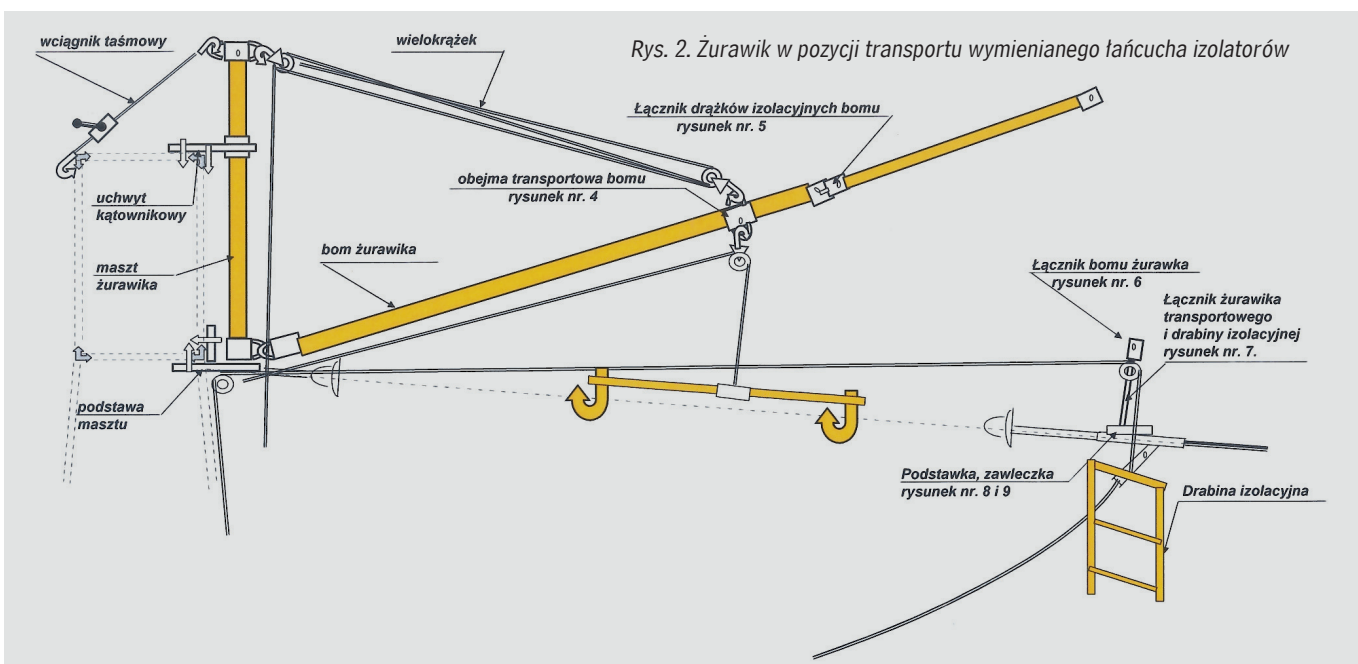
Fot. 7. PPN na linii 400 kV, zawieszenie ŁO2-400 – wciąganie łańcucha izolatorowego

Prace PPN na liniach 400 kV wykonuje się na podstawie pisemnego polecenia wykonania pracy, do którego załącza się oświadczenie wszystkich członków brygady o pełnej sprawności fizycznej i psychicznej do wykonania powierzonej pracy. Prace wykonuje brygada w składzie dziewięcioosobowym: trzech elektryków pracuje na poprzeczniku słupa, jeden elektryk na potencjale, pozostali u podstawy słupa, brygadziści nadzorują przebieg wykonania zadania. Prace na linii 220 kV wykonuje brygada w składzie osmioosobowym, przy podziale zadań takim, jak przy pracy na linii 400 kV, z tą różnicą, że na poprzeczniku pracuje dwóch elektryków.

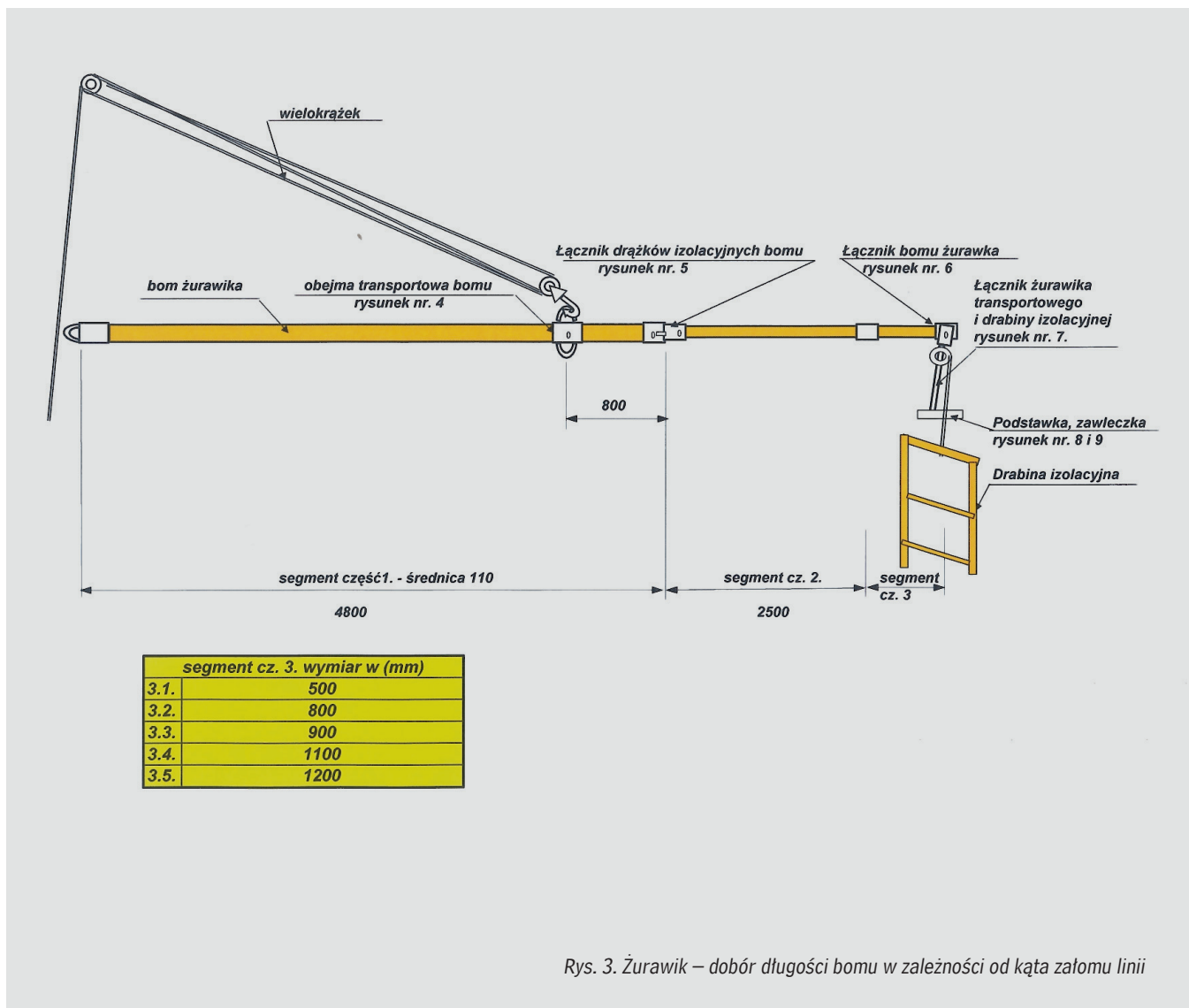
Wykonywanie prac PPN na słupach odporowych linii 400 kV wg technologii niemieckiej było bardzo pracochłonne i niebezpieczne (monterzy odmawiali wykonywania prac wg tej technologii). W 2006 roku opracowano w ENERGA-OPERATOR S.A. Oddział w Toruniu nową technologię wykonywania prac PPN na słupach odporowych i odporowo-naróżnych linii 400 kV. Według nowej technologii transport montera na potencjał oraz wytransportowanie tańca izolatorowego odbywa się za pomocą dwuczęściowego żurawia izolacyjnego połączonego wielokrążkiem z linami izolacyjnymi. Bom żurawia jest dwuczęściowy (bywa i trzyczęściowy) o odpowiedniej wytrzymałości mechanicznej i elektrycznej. Bom zakończony jest specjalną głowicą metalową, która opiera się na przewodach roboczych i służy do wciągania montera na potencjał przewodów za pomocą drabiny izolacyjnej i wciągarki z napędem elektrycznym.



Rys. 1. Żuraw w pozycji transportu montera na potencjał

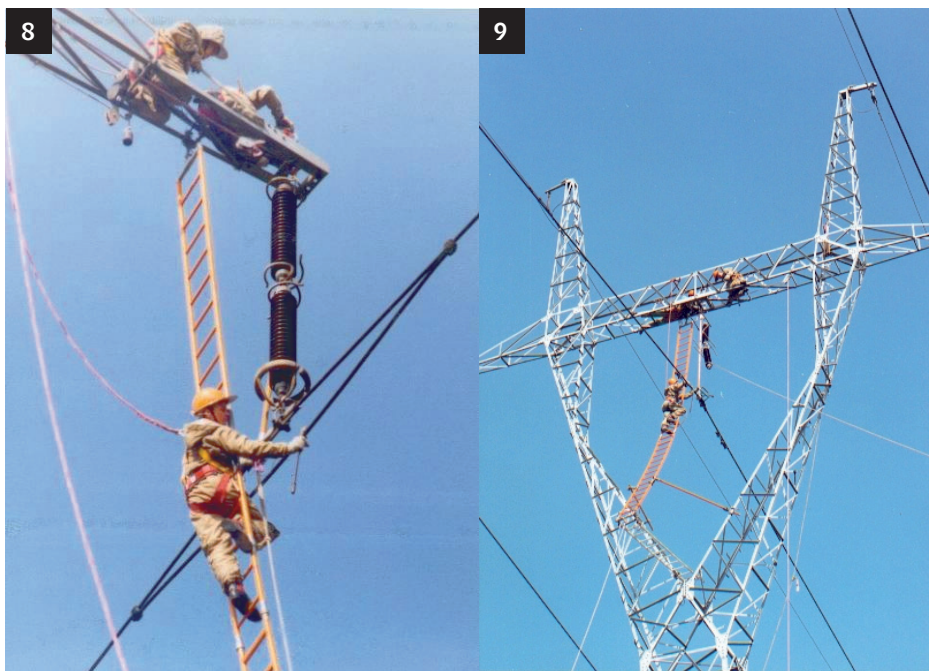


Rys. 2. Żuraw w pozycji transportu wymianianego tańca izolatorów

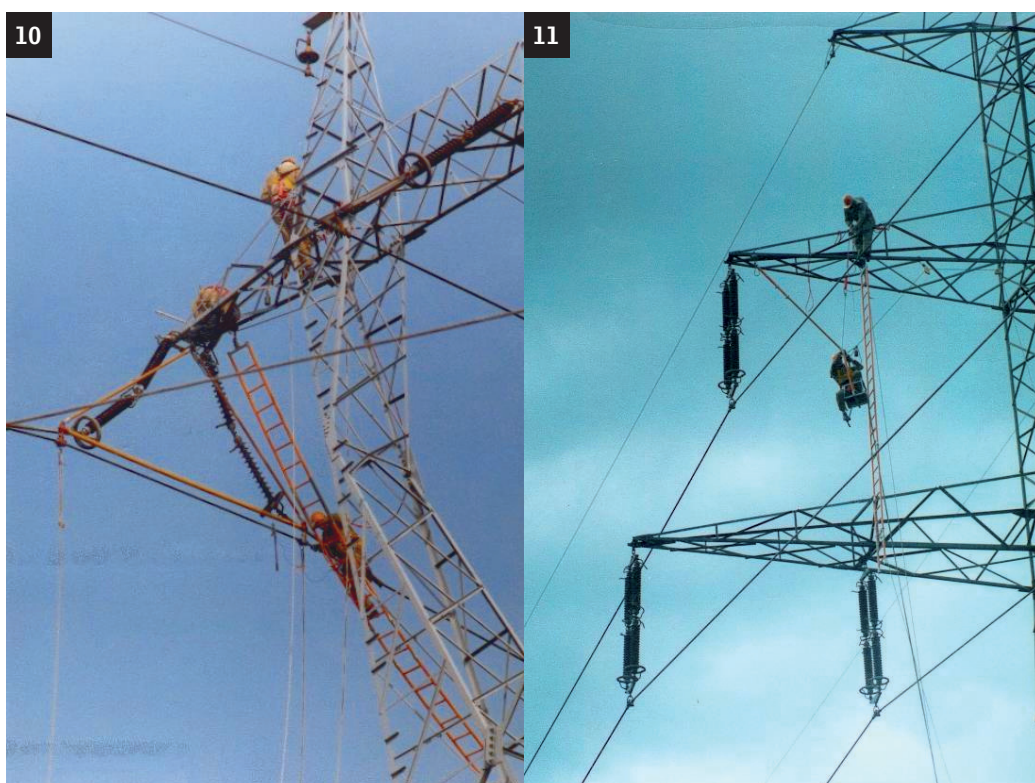


Nowa technologia wykonywania prac PPN na słupach odporowych i odporowo-naroznych została zgłoszona w 2007 roku w Urzędzie Patentowym RP w celu uzyskania ochrony patentowej. Oznaczona jest numerem P 382278.

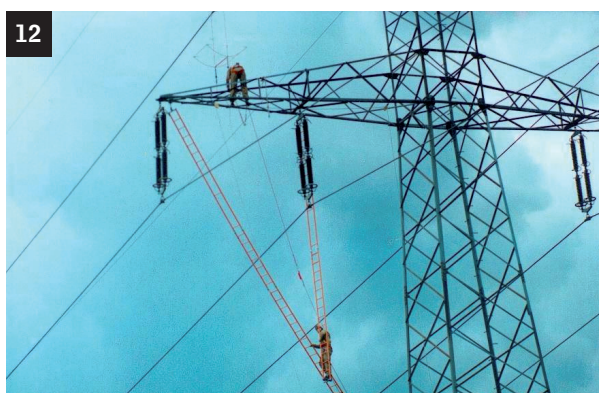
W 2008 roku w ENERGA-OPERATOR S.A. Oddział w Toruniu opracowano i wdrożono nową technologię wykonywania prac PPN na słupach odporowych i odporowo-naroznych linii 220 kV, w zawieszeniu izolacji ŁO2 i ŁO3. Opracowanie technologii było tematem dość trudnym z uwagi na to, że większość linii 220 kV wybudowanych jest na izolatorach długopniowych typu VKLF 75/16 i VKLS 75/21, charakteryzujących się dużą uszkodzalnością. Z tego powodu przewody i łańcuchy izolatorowe nie mogą być wykorzystywane do wciągania montera na potencjał i operowania montera na potencjale od strony przewodu. Aby umożliwić dokonanie wymiany izolacji i osprzętu przy zawieszeniu ŁO2 i ŁO3 (izolacja długopniowa), należy przed przystąpieniem do tej operacji przejąć naciąg przewodów. W tym celu skonstruowano specjalne uchwyty (mogą być wykonane ze stali, aluminium lub tworzywa sztucznego) zakładane na orczyki łańcuchów izolatorowych od strony przewodu i od strony konstrukcji słupa. Za pomocą tych uchwytów, do których zakłada się drążki izolacyjne ze ściągaczami, następuje przejmowanie naciągu przewodów, umożliwiając dokonanie wymiany izolacji i osprzętu. Monter transportowany jest na potencjał przewodów drabiną izolacyjną, która wciągana jest za pomocą układu izolacyjnego, składającego się z drążka izolacyjnego \varnothing 75 mm o długości 6 m, głowicy metalowej, rolki izolacyjnej oraz uchwytów kątownikowych. Układ izolacyjny mocowany jest dwupunktowo do dolnych kątowników poprzeczника słupa. Podczas wykonywania prac na łańcuchu izolatorowym od strony przewodu monter cały czas przebywa na drabinie izolacyjnej, zamocowanej do układu izolacyjnego. Głowica układu izolacyjnego podczas wciągania drabiny izolacyjnej z montera podtrzymywana jest ramieniem żurawika izolacyjnego (dla usztywnienia). Technologia ta została zgłoszona do Urzędu Patentowego RP w celu uzyskania ochrony patentowej i jest zarejestrowana pod numerem P-387618.



Fot. 8, 9. Prace PPN na liniach 220 kV – słupy przelotowe



Fot. 10, 11. Prace PPN na liniach 220 kV – słupy jednotorowe i dwutorowe, zawieszenie ŁP0-220 i ŁP2-220



Fot. 12. Prace PPN na liniach 220 kV – słupy dwutorowe, zawieszenie ŁP2-220



Tabl. 3. Dotychczas wykonany zakres prac na liniach 400 kV i 220 kV w technologii PPN

Lp.	Rok	Linia	Zakres wykonanych prac
1	1993–1995	Linia 220 kV Włocławek Azoty – Pątnów	Wymiana 318 szt. izolatorów VKLF 75/16 na słupach P i PS
2	2004	Linia dwutorowa 400 kV Gdańsk Błonia – Żarnowiec	Wymiana 141 szt. zawiesi na słupach P
3	2005	Linia 400 kV Grudziądz Węgrowo – Płock	Wymiana 74 szt. izolatorów PS16B na słupach przelotowych oraz naprawa 73 mostków przewodów odgromowych
4	2005	Linia 400 kV Krajnik – Dunowo	Wymiana 74 szt. izolatorów PS16B na 57 słupach przelotowych
5	2006	Linia 400 kV Dunowo – Słupsk	Wymiana 100 szt. izolatorów PS16A na słupach przelotowych i 9 szt. PS22A na słupach odporowych
6	2006	Linia 400 kV Słupsk – Żarnowiec	Wymiana 38 szt. izolatorów PS22A na 35 rzędach w zawieszeniu ŁO2 i ŁO3
7	2006	Linia 220 kV Dunowo – Żydowo	Wymiana 21 szt. izolatorów PS16B na słupach przelotowych
8	2006	Linia 400 kV Krajnik – Dunowo	Wymiana 8 szt. izolatorów PS22A w zawieszeniu ŁO2 i ŁO3 oraz 28 szt. izolatorów PS16B w zawieszeniu ŁP i ŁPV
9	2007	Linia 400 kV Połaniec – Rzeszów	Wymiana 20 szt. izolatorów w zawieszeniu ŁO2 i ŁO3
10	2007	Linia 400 kV Krajnik – Dunowo	Wymiana 121 szt. izolatorów PS22A w zawieszeniu ŁO2 i ŁO3 oraz 24 szt. PS16B w zawieszeniu ŁP i ŁPV
11	2007	Linia 220 kV Olsztyn – Ostrołęka	Wymiana 114 szt. izolatorów LP 75/17 z osprzętem w zawieszeniu ŁPO na słupach PS
12	2008	Linia 400 kV Krajnik – Dunowo	Wymiana 26 szt. izolatorów PS16B w zawieszeniu ŁP i ŁPV na słupach P oraz 86 szt. izolatorów PS22A w zawieszeniu ŁO2 i ŁO3 na słupach ON, w sumie 110 szt. w 103 rzędach
13	2008	Linia 220 kV Olsztyn – Ostrołęka	Wymiana 30 szt. izolatorów LP 75/17 z osprzętem w zawieszeniu ŁPO i 48 szt. z osprzętem w zawieszeniu ŁO2

Wykonywanie prac w technologii PPN na napowietrznych liniach 110 kV rozpoczęto w 1998 roku. Do tej pory jedyną firmą wykonującą prace PPN na tym napięciu jest ENERGA-OPERATOR S.A. Oddział w Toruniu.

Prace na napowietrznych liniach 110 kV wykonywane są dwiema metodami:

- metoda z odległości
- metoda na potencjale – opracowana w ENERGA-OPERATOR S.A. Oddział w Toruniu w 2007 roku.

Praca z odległości na słupach przelotowych linii 110 kV odbywa się za pomocą drążków izolacyjnych z głowicami, na których umieszcza się odpowiednie narzędzia (ich wymiary nie mogą przekraczać 300x300x150 mm), oraz wielokrążka z linkami izolacyjnymi. Prace PPN na słupach odporowo-naróżnych wykonuje się przy użyciu dwuczęściowego żurawika izolacyjnego mocowanego do trzonu słupa, ściągaczy izolacyjnych z orczykami zakładanymi na przewód przy uchwycie odciągowym oraz drążków izolacyjnych z umieszczonymi na nich odpowiednimi narzędziami.

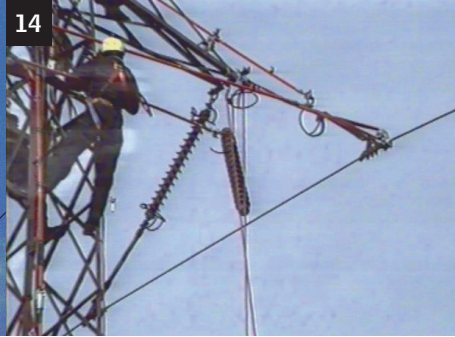
Prace PPN na słupach przelotowych linii 110 kV wykonuje brygada w składzie sześciuosobowym: dwóch monterów pracuje na konstrukcji słupa, czterech u podstawy słupa, brygadzysta nadzoruje przebieg zadania. Prace PPN na słupach odporowych wykonuje brygada w składzie siedmioosobowym: trzech monterów pracuje na konstrukcji słupa, czterech u podstawy słupa. Prace wykonuje się na pisemne polecenie wykonania pracy z dołączonym oświadczeniem pracowników brygady, potwierdzającym pełną sprawność fizyczną i psychiczną do wykonania danej pracy w technologii PPN.

Tabl. 4. Liczba prac dotychczas wykonanych przez ENERGA-OPERATOR S.A. Oddział w Toruniu na liniach 110 kV

Rok	Liczba wykonanych prac PPN	Liczba prac wykonanych na słupach			Liczba wymienionych izolatorów	Średni czas wymiany izolatora na słupach	
		przelotowych	przelotowo-skrzyżowaniowych	odporowo-naróżnych		przelotowych	odporowo-naróżnych
1998	68	51	17	-	98	50 min	-
1999	361	346	15	-	403	53 min	-
2000	294	250	44	-	447	1 h 12 min	-
2001	22	19	3	-	25	60 min	-
2002	250	231	19	-	275	50 min	-
2003	87	1	-	86	104	1 h 15 min	1 h 50 min
2004	353	208	-	145	479	44 min	1 h 17 min
2005	835	295	19	521	1401	50 min	1 h
2006	931	477	45	409	1291	48 min	59 min
2007	836	349	3	484	1358	48 min	58 min
2008	740	210	12	518	1331	46 min	60 min
Razem	4777	2437	177	2163	7212		



13



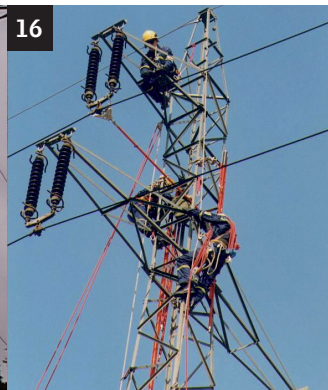
14

Fot. 13. Wymiana izolatora w zawieszeniu ŁP-110 na słupie przelotowym

Fot. 14. Wymiana izolatora w zawieszeniu ŁPO-110 na słupie przelotowo-skrzyżowaniowym



15



16

Fot. 15. Wymiana izolatora w zawieszeniu ŁPO-110 na słupie dwutorowym z potencjału

Fot. 16. Wymiana izolatora w zawieszeniu ŁP2-110 na słupie skrzyżowaniowym



17



18

Fot. 17, 18. Wymiana izolatora w zawieszeniu ŁO-110



19



20

Fot. 19, 20. Wymiana izolatora w zawieszeniu ŁO2-110



Efekty ekonomiczne i ekologiczne wynikające z wykonywania prac PPN przy realizacji zadań eksploatacyjnych i remontowych przedstawiono w tab. 5 (dotyczy linii przesyłowych 220 kV i 400 kV, a w tab. 6 – efekty dotyczące przykładowych linii 110 kV.

Tabl. 5

Wyłączany element układu przesyłowego	Wzrost strat przesyłowych związanych z wyłączeniem linii (MWh)	Efekt ekonomiczny z tytułu zmniejszenia strat (tys. zł)	Efekty ekonomiczne					Godz. przepracowane na linii w technologii PPN
			Niespalony węgiel (t)	Niewyemitowanie do atmosfery				
				CO ₂ (t)	SO ₂ (t)	NO _x (t)	Pył (t)	
Rok 2004	984,4	115,2	460	962,7	7,85	2,23	0,5	96
I. 400 kV Gdańsk Błonia – Żarnowiec								
Rok 2005	7 852	919,7	3 667	7 685	62,6	17,82	4,09	156
I. 400 kV Krajnik – Dunowo								
I. 400 kV Grudziądz – Płock	11 606	1 357,9	5 420	11 351	92,6	26,3	6,05	192
Rok 2006	1 829	214	854,1	1 789	14,6	4,15	0,95	170
I. 400 kV Dunowo – Słupsk								
I. 400 kV Słupsk – Żarnowiec	845	98,8	394,6	826,4	6,74	1,92	0,44	141
I. 400 kV Krajnik – Dunowo	3 323	388,8	1 552	3 250	26,5	7,54	1,73	65
Rok 2007	16 173	2 102,5	7 552,8	15 817	119,4	36,7	8,4	316
I. 400 kV Krajnik – Dunowo								
I. 220 kV Olsztyn – Ostrołęka	487,5	63,4	227,6	476,8	3,9	1,1	0,254	88
Rok 2008	248	35,0	115,8	242,5	1,98	0,56	0,13	45
I. 220 kV Olsztyn – Ostrołęka								
I. 400 kV Krajnik – Dunowo	14 569	2 040	6 803,7	14 248,5	116,2	33	7,6	285
	57 917,0	7 335,3	27 048,0	56 649,0	452,4	131,3	30,144	1 554

Tabl. 6

Lp.	Wyszczególnienie efektów negatywnych, jakie wystąpiłyby w przypadku wymiany izolacji metodą tradycyjną, tj. wyłączenie linii 110 kV	Linia 110 kV Pątnów – Piotrków	Linia 110 kV Grudziądz – Wąbrzeźno
1	Łączny czas pracy na linii związany z wymianą izolacji (godz.) – osłabienie pracy systemu elektroenergetycznego	528	432
2	Liczba wyłączanych stacji transformatorowych 15/0,4 kV, a zasilanych z linii SN krzyżujących linie 110 kV	52	67
3	Moc zainstalowanych transformatorów 15/0,4 kV (MVA) zasilanych z linii 15 kV krzyżujących się z liniami 110 kV	2,93	6,7
4	Czas wyłączenia poszczególnych stacji transformatorowych 15/0,4 kV dla prac na liniach 110 kV (godz.)	5	5
5	Niedostarczona energia z powodu wyłączenia stacji transformatorowych 15/0,4 kV (MWh)	11,7	14,2
6	Niedostarczona energia elektryczna z powodu wyłączenia linii nN krzyżujących linie 110 kV (MWh)	1,1	1
7	Razem niedostarczona energia klientom z powodu wyłączenia linii SN i nN (MWh)	12,8	15,2
8	Wzrost strat sieciowych spowodowany wzrostem obciążenia sąsiednich linii 110 kV (MWh)	266,8	216
9	Koszty związane z dojazdami pogotowia energetycznego w celu dokonania wyłączeń linii SN, nN, uziemienia tych linii i dopuszczenia brygady do pracy (zł)	56 000	90 000



Wykonywanie prac PPN na liniach przesyłowych 400 kV, 220 kV i 110 kV to:

- nieosłabianie pracy systemu elektroenergetycznego
- zmniejszenie strat sieciowych w sieci przesyłowej i dystrybucyjnej
- niewyłączanie linii krzyżujących 220 kV, 110 kV, SN i nN
- nieograniczanie sprzedaży energii elektrycznej z sieci NN, WN, SN i nN
- obniżenie kosztów eksploatacji sieci
- zwiększenie BHP przy wykonywaniu prac eksploatacyjnych i remontowych
- wyrabianie poprawnych nawyków przy wykonywaniu prac eksploatacyjnych i remontowych
- podnoszenie poziomu eksploatacji
- zmniejszenie w wielu przypadkach czasu wykonywania zabiegu
- poprawa w dziedzinie ekologii.

BIBLIOGRAFIA

1. Michniewski R., Aspekty techniczne i ekonomiczne prowadzenia prac pod napięciem w ZE Toruń SA, *Energetyka*, 2002, nr 10/11.
2. Michniewski R., Czy warto wykonywać PPN na liniach przesyłowych w Polsce?, *Energetyka*, 2006, nr 6 i *Biuletyn Informacyjny PTPiREE*, 2006, nr 4.
3. Michniewski R., Prace pod napięciem na słupach odporowych i odporowo-naróżnych linii 400 kV – uzyskiwane efekty ekonomiczne, IX Konferencja „Prace pod napięciem w sieciach nn, SN i WN w Polsce i na świecie”, Gdańsk 21–22.06.2007.
4. Michniewski R., Prace pod napięciem na słupach odporowych i odporowo-naróżnych linii 400kV – efekty ekonomiczne, *Biuletyn Branżowy*, 2007, nr 8, Energia elektryczna, PTPiREE.
5. Krawulski A., Niejadlik T., Prace pod napięciem na liniach 400 kV i 220 kV wykonywane w Koncernie ENERGA SA Oddział w Toruniu, VIII Międzynarodowa Konferencja ICOLIM 2006, Czechy, Praga, 7–9.06.2006.
6. Michniewski R., Prace pod napięciem realizowane przez ENERGA-OPERATOR SA Oddział w Toruniu na sieci przesyłowej 400 kV, 220 kV i 110 kV – uzyskane efekty ekonomiczne i związane z ochroną środowiska, IX Międzynarodowa Konferencja ICOLIM 2008 Polska, Toruń, 4–6.06.2008.
7. Dmoch K., Konieczny Z., Prace pod napięciem w ENERGA-OPERATOR SA – nowe technologie na liniach napowietrznych WN, IX Międzynarodowa Konferencja ICOLIM 2008 Polska, Toruń, 4–6.06.2008.
8. Michniewski R., Michniewski D., Niejadlik T., Wykonywanie prac pod napięciem w Polsce na napowietrznych liniach 110 kV, VII Międzynarodowa Konferencja ICOLIM 2004, Rumunia, Bukareszt, 25–27.05.2004.