

# Bezpol

P.P. „BEZPOL” Sp. J.  
42-300 Myszków  
ul. Partyzantów 21  
tel. 034/ 313 07 77 - 80  
fax. 034/ 313 06 76

## 6.3.1. Beziskiernikowe ograniczniki przebieć serii SBK ... w osłonie silikonowej

*I. Karta katalogowa*

*II. Kryteria doboru*



TRIDELTA  
Überspannungsableiter GmbH

# I. Karta katalogowa

## SŁÓW KILKA O ...

Ochrona przepięciowa urządzeń sieci elektroenergetycznej realizowana beziskiernikowymi ogranicznikami przepięć, z warystorami opartymi na tlenku cynku (ZnO) oraz z osłonami silikonowymi weszła na trwałe do stosowania w przedsiębiorstwach, które borykają się ze skutkami zjawisk przepięciowych, zewnętrznych, takich jak przepięcia atmosferyczne oraz wewnętrznych związanych np. z procesami łączeń elementów sieci elektroenergetycznej i zwarć doziemnych.

W wyniku takich zalet jak mały ciężar, mała liczba konstrukcyjnych elementów łączeniowych, ograniczniki zaworowe w osłonach silikonowych znalazły szerokie uznanie również w grupie elektryków. Transport, nie tylko na miejsce pracy, ale również na miejsce montażu nie spędza już snu z powiek z powodu braku wrażliwości konstrukcji ograniczników na stłuczenia.

Prezentowane tutaj ograniczniki przepięć firmy Tridelta stanowią uzupełnienie krajowego rynku w aspekcie tak technicznym jak i ekonomicznym, w dobie silnej konkurencji.

## DANE ZBIORCZE

### Zakres stosowania

Ochrona izolacji urządzeń elektroenergetycznych w sieciach prądu przemiennego.  
Dobór ograniczników wg IEC 99-5/1996 wzgl. EN 60099-5/1997.

### Wykonanie

Obudowa z tworzywa silikonowego HTV - kolor czerwonobrunatny RAL 3013.  
Zaciski, śruby i nakrętki wykonane ze stali chromowo-niklowej.  
Maksymalny przekrój przewodów linii przyłączeniowej do 70 mm<sup>2</sup>

### Wypożyczenie dodatkowe

Różne zamocowania wg karty katalogowej, odłącznik.

### Normalne warunki pracy

Temperatura otoczenia \_\_\_\_\_ - 40°C do +55°C,  
Zastosowanie do wysokości \_\_\_\_\_ do 1000 m n.p.m.,  
Częstotliwość w sieciach \_\_\_\_\_ 15 Hz do 62 Hz.  
(inne warunki pracy na zapytanie)

### Parametry techniczne, zbiorcze

Napięcie znamionowe  $U_r$  \_\_\_\_\_ od 3 kV do 51 kV,  
Znamionowy prąd wyładowczy \_\_\_\_\_ 10 kA,  
Graniczny prąd wyładowczy \_\_\_\_\_ 100 kA,  
Prostokątny udar prądowy (2000  $\mu$ s) \_\_\_\_\_ 250 A,  
Wytrzymałość zwarciova \_\_\_\_\_ 20 kA,  
Klasa rozładowania linii \_\_\_\_\_ 1,  
Zdolność pochłaniania energii \_\_\_\_\_ 3,4 kJ/kVU<sub>c</sub>

### Gwarantowana wytrzymałość mechaniczna, długotrwała

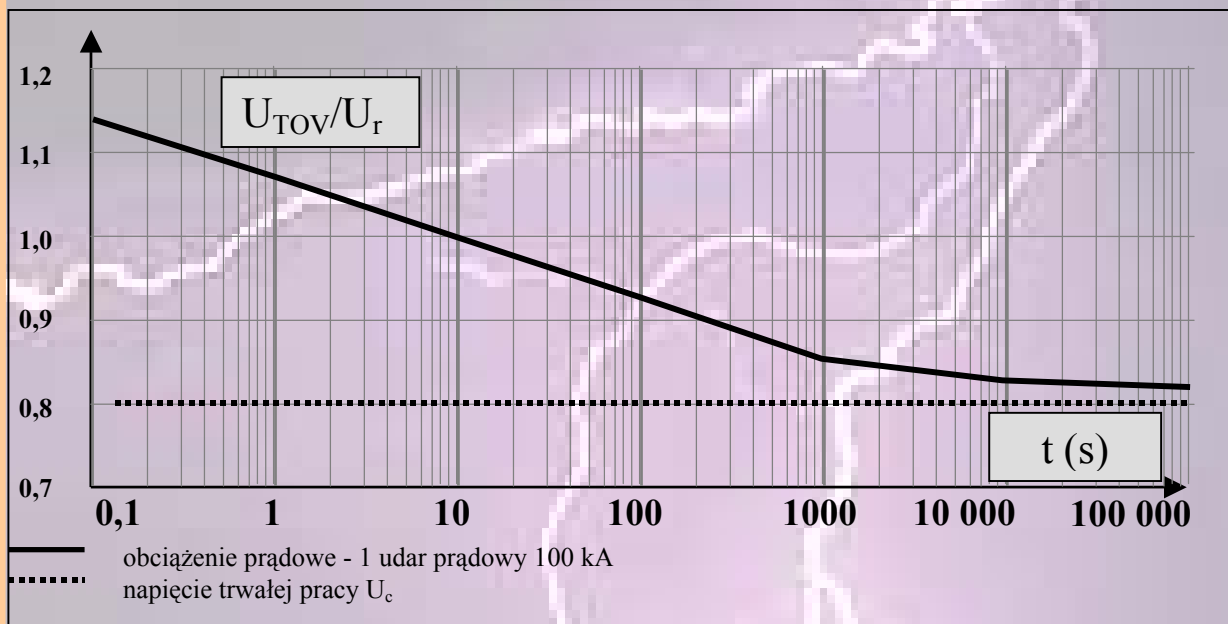
Wytrzymałość na skręcanie (MML) \_\_\_\_\_ 78 Nm,  
Wytrzymałość na zginanie \_\_\_\_\_ 230 Nm,  
Wytrzymałość na rozciąganie \_\_\_\_\_ 1400 N

### Graniczna wytrzymałość mechaniczna

Wytrzymałość na skręcanie (MML) \_\_\_\_\_ 195 Nm,  
Wytrzymałość na zginanie \_\_\_\_\_ 575 Nm,  
Wytrzymałość na rozciąganie \_\_\_\_\_ 3500 N

## CHARAKTERYSTYKA NAPIĘCIA ZMIENNEGO W CZASIE (TOV)

(temperatura wyjścia: +60°C)



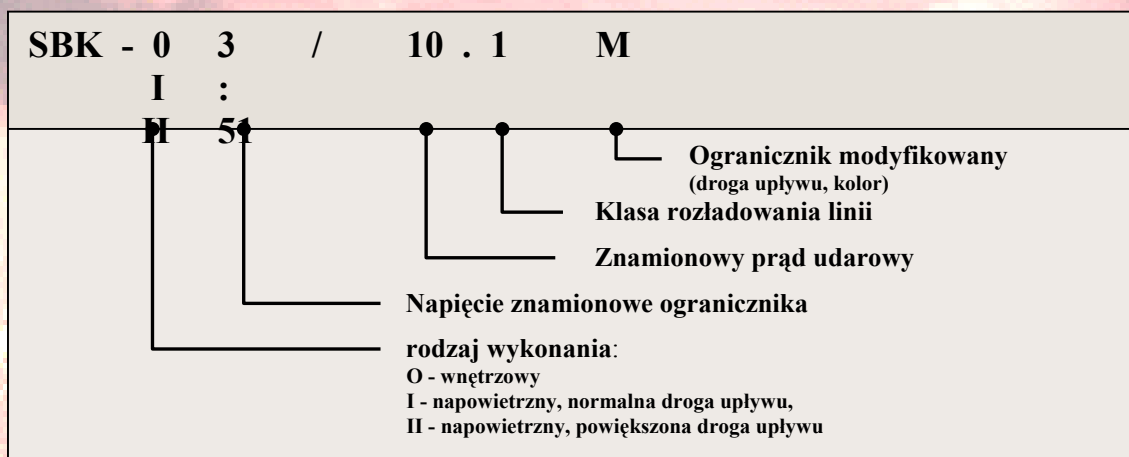
## GWARANTOWANE PARAMETRY OCHRONNE OGRANICZNIKÓW PRZEPIĘĆ SBK

Nazwa	Napięcie znamionowe $U_r$	Napięcie trwałej pracy $U_c$	Wytrzymałość na przepięcia wolnozmiennie		Najwyższa wartość napięcia obniżonego $U_{res}$									
			1 s (TOV)	100 s (TOV)	przy udarze łączeniowym				przy udarze piorunowym					
					30/75 $\mu$ s				1/2 $\mu$ s		8/20 $\mu$ s			
					250 A	500 A	1000 A	3000 A	10 kA	20 kA	5 kA	10 kA	20 kA	40 kA
kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV		
TYP	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV	kV
SBK-3	3	2,4	3,2	2,8	6,8	7,0	7,3	7,9	9,6	10,8	8,4	9,0	10,0	11,3
SBK-6	6	4,4	6,4	5,6	13,6	14,0	14,6	15,8	19,3	21,6	16,7	18,0	20,0	22,5
SBK-9	9	7,2	9,6	8,4	20,3	21,1	21,9	23,7	28,9	32,4	25,1	27,0	30,0	33,8
SBK-12	12	9,6	12,8	11,2	26,4	27,3	28,4	30,7	37,5	42,0	32,6	35,0	38,9	43,8
SBK-15	15	12,0	16,1	14,0	30,1	31,2	32,4	35,1	42,8	48,0	37,2	40,0	44,4	50,0
SBK-18	18	14,4	19,3	16,7	36,9	38,2	39,7	43,0	52,4	58,8	45,6	49,0	54,4	61,3
SBK19M	19	16,0	21,4	18,6	43,7	45,2	47,0	50,9	58,0	64,4	53,9	58,0	64,4	72,5
SBK-21	21	16,8	22,5	19,5	43,7	45,2	47,0	50,9	62,1	69,6	53,9	58,0	64,4	72,5
SBK21M	21	17,5	23,5	20,4	47,5	49,0	51,0	55,2	67,5	75,6	57,6	62,0	69,9	78,7
SBK-24	24	19,2	25,7	22,3	49,7	51,5	53,5	57,9	70,6	79,2	61,4	66,0	73,3	82,5
SBK24M	24	20,0	25,7	22,3	52,7	54,6	56,7	61,4	74,9	84,0	65,1	70,0	77,7	87,5
SBK-27	27	21,6	28,9	25,1	56,5	58,5	60,8	65,8	80,3	90,0	69,8	75,0	83,3	93,8
SBK27M	27	22	29,4	25,6	58,0	60,1	62,4	67,5	82,4	92,4	71,6	77,0	85,5	96,3
SBK-30	30	24,0	32,1	27,9	60,2	62,4	64,8	70,2	85,6	96,0	74,4	80,0	88,8	100,0
SBK-31	31	25,0	33,2	28,8	64,0	66,3	68,9	74,5	91,0	102,0	79,1	85,0	94,4	106,3
SBK-33	33	26,4	35,3	30,7	66,3	68,6	71,3	77,2	94,2	105,6	81,8	88,0	97,7	110,0
SBK-36	36	28,8	38,5	33,5	73,8	76,4	79,4	85,9	104,9	117,6	91,1	98,0	108,8	122,5
SBK36M	36	30,0	38,5	33,5	80,6	83,5	86,7	93,8	114,5	128,4	99,5	107,0	118,8	133,8
SBK-39	39	31,2	41,7	36,3	80,6	83,5	86,7	93,8	114,5	128,4	99,5	107,0	118,8	133,8
SBK-42	42	33,6	44,9	39,1	87,3	90,5	94,0	101,7	124,1	139,2	107,9	116,0	128,8	145,0
SBK-45	45	36,0	48,2	41,9	90,4	93,6	97,2	105,2	128,4	144,0	111,6	120,0	133,2	150,0
SBK-48	48	38,4	51,4	44,6	99,4	103	106,9	115,8	141,2	158,4	122,8	132,0	146,5	165,0
SBK-51	51	40,8	54,6	47,4	102,4	106,1	110,2	119,3	145,5	163,2	126,5	136,0	151,0	170,0

## GWARANTOWANE PARAMETRY TECHNICZNE

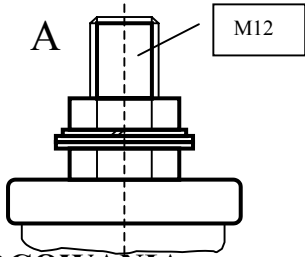
Nazwa	Napięcie znamionowe		Wyso-kość h	Masa m	Droga upływu			Wytrzymałość napięciowa izolacji SBK-I i SBK-II			Minimalna odległość	
	$U_r$	$U_c$			SBK-O	SBK-I	SBK-II	na sucho	na mokro	dla uderu piorunowego	między osiami ograniczników sąsiednich faz	między osiami ogranicznika i konstrukcją uzem.
TYP	kV	kV	mm	kg	mm	mm	mm	kV	kV	kV		
SBK-3	3	2,4	92	0,7	68	143	-	34	22	50		
SBK-6	6	4,4	112	0,9	88	163	-	42	26	60		
SBK-9	9	7,2	132	1,0	108	183	-	48	32	70		
SBK-12	12	9,6	152	1,2	128	278	-	56	39	82		
SBK-15	15	12,0	162	1,3	138	288	363	60	40	86		
SBK-18	18	14,4	182	1,5	148	298	373	64	42	92	240	200
SBK19 M	19	16,0	182	1,5	148	298	373	64	42	92	260	220
SBK-21	21	16,8	204	1,7	168	393	468	70	46	104	260	220
SBK21M	21	17,5	204	1,7	168	393	468	70	46	104	260	220
SBK-24	24	19,2	224	1,8	188	413	563	78	52	114	285	240
SBK24M	24	20,0	224	1,8	188	413	563	78	52	114	285	240
SBK-27	27	21,6	244	2,0	198	498	573	82	54	120	305	255
SBK27M	27	22,0	244	2,0	198	498	573	82	54	120	305	255
SBK-30	30	24,0	254	2,1	228	528	678	94	62	136	325	275
SBK-31	31	25,0	274	2,2	248	623	773	100	66	146		
SBK-33	33	26,4	274	2,4	248	623	773	100	66	146		
SBK-36	36	28,8	372	3,5	318	768	993	126	84	184		
SBK36M	36	30,0	372	3,5	318	768	993	126	84	184		
SBK-39	39	31,2	384	3,2	338	863	1088	136	88	194		
SBK-42	42	33,6	406	3,4	358	883	1108	142	94	206		
SBK-45	45	36,0	414	3,6	388	988	1213	152	100	222		
SBK-48	48	38,4	446	3,8	398	998	1298	156	104	226		
SBK-51	51	40,8	456	4,0	408	1093	1393	168	112	246		

## OZNACZENIE TYPU

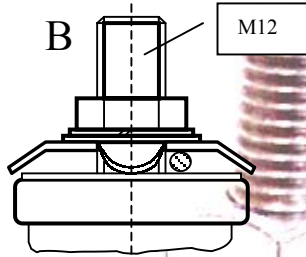


# ZACISKI DO PODŁĄCZANIA

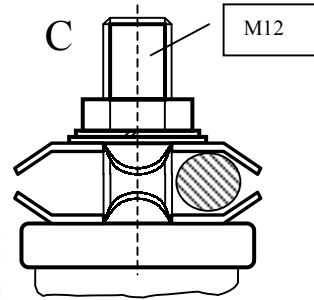
zacisk liniowy do podłączenia kabla



zacisk liniowy do podłączenia przewodu o średnicy 4 mm

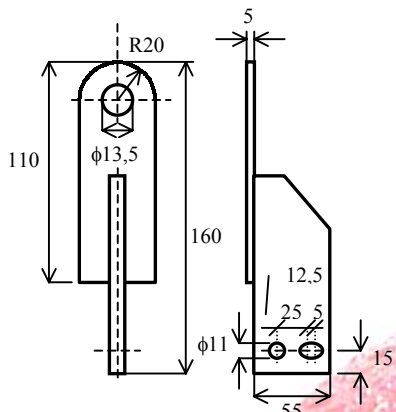


zacisk liniowy do podłączenia przewodu o średnicy do 16 mm

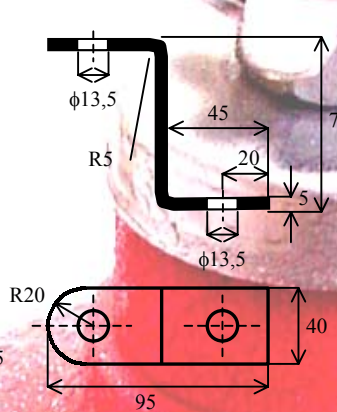


## ZAMOCOWANIA

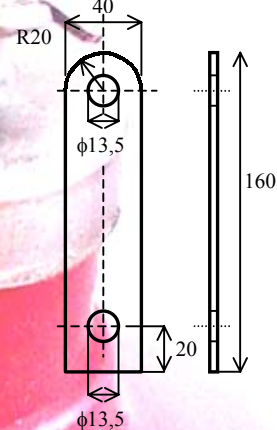
D wg DIN



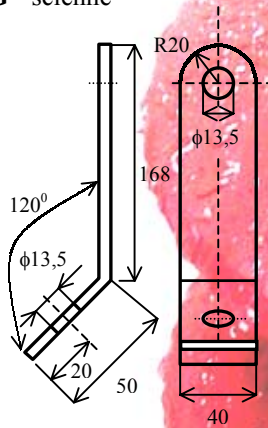
E kątowe



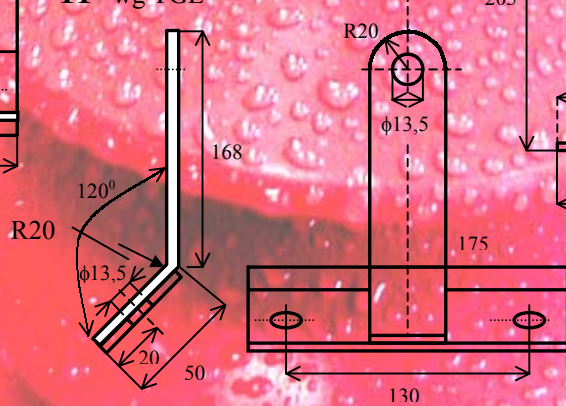
F wg NEMA



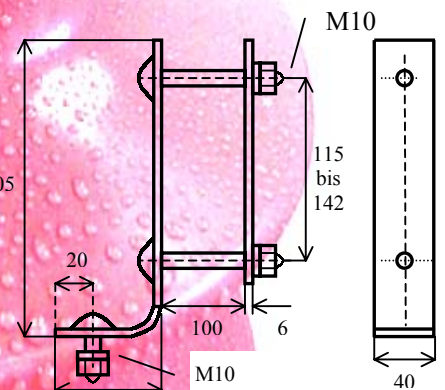
G ścienne



H wg TGL

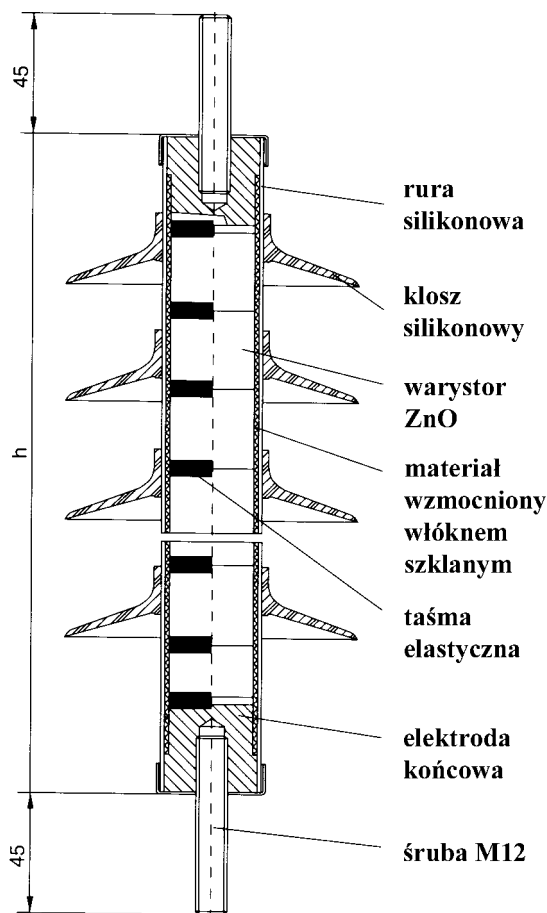


I do trawers



Zasada modułowej konstrukcji ograniczników z tworzywa silikonowego HTV ma szereg zalet przy pracy w sieciach:

- konstrukcja modułowa zapobiega szwom prasowania wzdłuż powierzchni ogranicznika, które czule reagują na wyładowania powierzchniowe w przypadku zabrudzenia,
- konstrukcja modułowa zapobiega zamknięciu pęcherzyków powietrza, które mogą spowodować wyładowania niezupełne, poprzez wytworzenie wzajemnego nacisku elementów,
- konstrukcja modułowa gwarantuje bardzo wysoką wytrzymałość napięciową na granicznych warstwach wzdłużnych obudowy poprzez wytworzenie trwałej siły ściskającej komponenty,
- konstrukcja modułowa pozwala na wybór drogi przeskoku oraz upływu ograniczników,
- optymalna pod względem elektrycznym oraz mechanicznym siła docisku zapobiega starzeniu się elastyczności tworzywa i gwarantuje długą żywotność ogranicznika.



Specjalne urządzenie do badania typu zgodnie z IEC 60099-4 (1991) montażu włącznie z uzupełnieniem drugim (37/199/CDV-1998)



Automatyczne urządzenie do ograniczników z tworzywa w wykonaniu modułowym.

Przykład zamówienia:  
 Ogranicznik z tworzywa  
 Normalna droga upływu  
 Napięcie znamionowe  
 Znamionowy prąd udarowy  
 Klasa Rozładowania mocy  
 Zamocowanie zaciskowe linii

**SBK-I 30/10.1**  
 I  
 30kV  
 10kA  
 1  
 wg A,B,C

Michał Torbus  
 P.P. „BEZPOL” Sp.J.

## II. Kryteria doboru dla sieci 15 kV (materiał dyskusyjny)

Prawidłowy dobór ograniczników przepięć do pracy w warunkach eksploatacji sieci elektroenergetycznych jest procesem złożonym i zmierza w kierunku zagwarantowania bezpieczeństwa pracy nie tylko urządzeń chronionych **lecz również samego ogranicznika przepięć**. Poniżej przedstawiono zasady doboru ograniczników przepięć na przykładzie sieci elektroenergetycznych **15 kV**. Zasady te dotyczą - po zastosowaniu właściwych parametrów - ogólnie sieci średnich napięć. Kolejność poszczególnych punktów wynika z ich rangi (znaczenia) dla optymalnej pracy urządzeń.

### **Kryteria doboru ograniczników przepięć**

<b>warunki bezawaryjnej pracy ogranicznika</b>	<b>1. minimalne napięcie trwałej pracy</b> <b>2. zdolność pochłaniania energii</b> <b>3. minimalna droga upływu</b> <b>4. znamionowy prąd wyładowczy</b> <b>5. szczelność</b>
<b>Zapewnienie bezawaryjnej pracy urządzenia chronionego</b>	<b>6. wymagany poziom ochrony</b> <b>7. możliwości montażowe</b>
<b>Zapewnienie bezpieczeństwa osób</b>	<b>8. wytrzymałość zwarciova</b> <b>9. graniczny prąd wyładowczy</b>
<b>Minimum zabiegów eksploatacyjnych</b> <b>Kryterium optymalnej ceny.</b> <b>Zgodność z normą i przepisami</b>	

### **Warunki graniczne pracy sieci elektroenergetycznej**

Napięcie znamionowe sieci SN:	$U_N = 15,0 \text{ kV}$	(wartość skuteczna)
Napięcie robocze maksymalne:	$U_m = 16,0 \text{ kV}$	(wartość skuteczna)
Max prąd zwarciovy 3-faz na szynach rozd. SN	ok. 10,0 kA	
Punkt zerowy transformatora	izolowany uziemiający przez rezystor z kompensacją prądu ziemnozwarciowego	
Zabezpieczenie od zwarcí doziemnych	automatyczne wyłączenie z czasem poniżej 0.5 sek. (1 sek.)	

Każde urządzenie energetyczne musi być przystosowane do warunków środowiska, w którym pracuje - w tym przypadku między innymi do poziomu napięcia znamionowego sieci elektroenergetycznej. Dlatego też napięcie trwałej pracy ogranicznika nie może być mniejsze od rzeczywistych warunków pracy.

**Zanim jednak przystąpimy do doboru parametrów ogranicznika przepięć musimy pamiętać o odmiennym charakterze zagrożeń w zależności od rodzaju rozpatrywanej sieci elektroenergetycznej, to jest sieci napowietrzno-kablowej, rozległej oraz sieci kablowej, wydzielonej.**

**1. minimalne napięcie trwałej pracy ( $U_c$ )** - jest to określona, dopuszczalna wartość skuteczna napięcia o częstotliwości sieciowej, która może być trwale przyłożona między zaciski ogranicznika

**W przypadku sieci napowietrzno-kablowej**, ze względu na znaczną ilość przebiegów ziemnozwarciowych oraz brak gwarancji 100 % pewności działania automatyki ziemnozwarciowej nie można w sposób bezpieczny wykorzystać charakterystyki wytrzymałości ograniczników przebiegów na przebiegów dynamicznych. Jednocześnie poziom narażenia izolacji z powodu wyładowań atmosferycznych (powyżej 100 kV) jest znacznie większy niż w przypadku przebiegów ziemnozwarciowych (poniżej 40 kV) toteż determinuje on wytrzymałość izolacji na przebiegów oraz zarazem dobór parametrów ogranicznika przebiegów.

Rodzaj sieci	<b>napowietrzno-kablowa</b>		
Napięcie przewodowe sieci w warunkach normalnych $U_N$	<b>16,0 kV</b>		
Punkt neutralny transformatora SN/nn	<b>izolowany</b>	<b>z kompensacją prądu ziemnozwarciowego</b>	<b>uziemiający przez rezystor</b>
Współczynnik zwarcia doziemnego $k_z$	$\leq 1,7$	$\leq 1,7$	$\leq 1,4$
Poziom napięcia ustalonego przy zwarcia doziemnych	$U_m = k_z \cdot \frac{U_N}{\sqrt{3}} = 1,7 \cdot \frac{16}{\sqrt{3}} \approx 15,6$		$U_m = 1,4 \cdot \frac{16}{\sqrt{3}} \approx 12,9$
Warunki pracy sieci:	<b>SPZ:</b> <b>zwarcia przemijające:</b> <b>częstość łączeń próbnych</b>		Tak Tak - częste Duża (np. powyżej 10/godz.)
Zawodność automatyki :	<b>Tak</b>		Sporadycznie
Wymagane napięcie trwałej pracy $U_c \geq U_m$	<b><math>U_c \geq 16 \text{ kV}</math></b>		<b><math>U_c \geq 13 \text{ kV}</math></b>
Uwaga:	<b>wymienione wyżej wartości <math>U_c</math> są zarazem minimalnymi, zalecanymi wartościami</b>		
	<b>ze względu na zawodność automatyki ziemnozwarciowej nie zaleca się wykorzystywać charakterystyki napięciowo-czasowej wytrzymałości ogranicznika przebiegów</b>		

**W przypadku rozległej (wydzielonej) sieci kablowej**, ze względu na minimalną (w stosunku do sieci napowietrznych) ilość przebiegów ziemnozwarciowych oraz praktycznie 100 % pewność działania automatyki ziemnozwarciowej można w sposób bezpieczny wykorzystać charakterystykę napięciowo-czasową wytrzymałości ograniczników przebiegów na przebiegów dynamicznych. W związku z brakiem bezpośredniego zagrożenia wysokim poziomem przebiegów pochodzenia zewnętrznego (wyładowania atmosferyczne) do pracy w rozległej sieci kablowej można dobrać ogranicznik o znacznie niższym poziomie napięcia trwałej pracy niż w przypadku sieci napowietrzno-kablowej.



Rodzaj sieci	<b>kablowa - wydzielona</b>		
Napięcie przewodowe sieci w warunkach normalnych $U_N$	<b>16 kV</b>		
Punkt neutralny transformatora SN/nn	<b>izolowany</b>	<b>z kompensacją prądu ziemnozwarciowego</b>	<b>uziemiający przez rezystor</b>
Nastawy automatyki ziemnozwarciowej	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
Współczynnik zwarcia doziemnego $k_z$	$\leq 1,7$	$\leq 1,7$	$\leq 1,4$
Poziom napięcia ustalonego przy zwarciach doziemnych	$\frac{U_m}{T} = \frac{k_z \cdot U_N}{T \cdot \sqrt{3}} = \frac{1,7 \cdot 16}{T \cdot \sqrt{3}} \approx \frac{15,6}{T}$		$\frac{U_m}{T} \approx \frac{12,9}{T}$
Warunki pracy sieci:	<b>SPZ:</b> <b>zwarcia przemijające:</b> <b>częstość łączeń próbnych</b> <b>Zawodność automatyki</b>		Nie Nie Mała (np. poniżej 5) Nie
Wymagane napięcie trwałej pracy $U_c \geq U_m/T$	$U_c \geq \frac{16}{1,25} = 12,8 \text{ kV}$		$U_c \geq \frac{12,9}{1,25} = 10,3 \text{ kV}$
Uwaga:	$U_c \geq 13 \text{ kV}$		$U_c \geq 11 \text{ kV}$
	<b>ze względu na praktyczną niezawodność automatyki ziemnozwarciowej oraz małą liczbę łączeń ruchowych z łącznym czasem trwania zwarcia do 10 sekund zaleca się wykorzystywać charakterystyki napięciowo-czasowe wytrzymałości ogranicznika przepięć ze współczynnikiem T nie większym niż 1,25</b>		

## 2. zdolność pochłaniania energii

Dobór wartości zdolności pochłaniania energii wynika ze sposobu lokalizacji uszkodzeń i związanego z nim wielokrotnego pochłaniania przez ogranicznik energii rozładowania linii (przy przepięciach ziemnozwarciowych) lub energii przepięcia atmosferycznego.

W sieciach średnich napięć poza energią wyładowań piorunowych, najwyższe energie mogą się wydzielić w ograniczniku w przypadku zwarć doziemnych, wyłączenia dużych baterii kondensatorów lub kabli wyłącznikami, w których występują powtarzalne zapłony oraz zwarcia doziemne. Można przyjąć w tym przypadku współczynnik przepięcia  $k = 3$ .

Zgodnie z danymi literaturowymi ogranicznik o zdolności pochłaniania energii  $2 \text{ kJ}/1 \text{ kV} \times U_r$  zdolny jest przejąć energię 160 km kabla naładowanego do napięcia 43 kV, a ogranicznik o zdolności pochłaniania energii  $4 \text{ kJ}/1 \text{ kV} \times U_r$  energię 330 km kabla.

**Można więc zaryzykować stwierdzenie, że wielkością wystarczającą jest zdolność pochłaniania energii na poziomie  $2 \text{ kJ}/1 \text{ kV} U_r$**

### 3. minimalna droga upływu

Dokonując doboru minimalnej drogi upływu ogranicznika przepięć można przyjąć, że warunki pracy ogranicznika nie będą gorsze niż przewidziane dla średniego poziomu zabrudzeń. Temu przypadkowi odpowiada następujący warunek:

**Minimalna droga upływu > 20 mm** drogi upływu / **1 kV** napięcia roboczego, międzyprzewodowego

Toteż dla rozpatrywanego przykładu sieci o napięciu znamionowym 15 kV minimalna droga upływu powinna być nie mniejsza niż **320 mm**.

### 4. znamionowy prąd wyładowczy

Opracowania o charakterze naukowym oraz akty prawne są podstawą doboru parametrów urządzeń elektroenergetycznych. Jednakże każdorazowo, gdy parametry zastosowanych urządzeń zostały sprawdzone wieloletnią eksploatacją, należy za punkt odniesienia przyjąć doświadczenia eksploatacyjne.

W oparciu o nie - oraz stosowne przepisy - zaleca się stosowanie ograniczników przepięć o **znamionowym prądzie wyładowczym 10 kA**.

Jednakże w sieciach spółek dystrybucyjnych pracuje jeszcze od wielu lat znaczna liczba **odgromników** o znamionowym prądzie wyładowczym 5 kA. I chociaż jest to stosunkowo mała liczba (gdyż znaczna część uległa uszkodzeniu w stosunkowo krótkim czasie) to fakt ich dalszej pracy potwierdza tezę, że

**w niektórych punktach sieci można dopuścić prace ograniczników przepięć o znamionowym prądzie wyładowczym 5 kA.**

Przypadek ten dotyczy głównie ochrony przepięciowej urządzeń elektroenergetycznych usytuowanych w terenie, na którym urządzenia chronione (wraz z podejściami liniami napowietrznymi) nie są narażone na bezpośrednie wyładowania atmosferyczne. Zatem ochronę przepięciową za pomocą ograniczników przepięć o znamionowym prądzie wyładowczym 5 kA zaleca się stosować gdy urządzenia chronione zlokalizowane są:

- a) w grupie zabudowań wysokich,
- b) w kotlinach, dolinach i znacznych zagłębieniach terenu,
- c) wśród wysokich drzew - parki, lasy itp.,

oraz zasilane są:

- d) liniami na słupach drewnianych, chronionych na odgałęzieniach do ww. urządzeń - pkt. a) do c) jw. - ogranicznikami przepięć (10 kA),
- e) liniami na słupach żelbetowych.

Dobór ograniczników 5 kA ma w tym przypadku charakter niemal wyłącznie ekonomiczny.

### 5. szczelność

Obecnie dostępne są na rynku dwa rodzaje osłon ograniczników przepięć decydujące o warunku ich szczelności, tj.

- a) osłony nakładane na konstrukcję ogranicznika,
- b) osłony wytłaczane na gorąco.

W przypadku spełnienia warunków i wymagań określonych w punktach od 1 do 5 **warunki pracy sieci**, w której ogranicznik przepięć jest zainstalowany, **nie powinny prowadzić do jego uszkodzenia lub zniszczenia.**

## 6. wymagany poziom ochrony

Przyjmuje się, że w odniesieniu do przepięć piorunowych wystarczający margines izolacji wynosi 30%, zaś do przepięć łączeniowych - 15 %, niezależnie od typu ogranicznika przepięć.

I choć druga z wymienionych wartości jest również istotna to należy mieć na uwadze, że będzie odgrywać rolę niemal wyłącznie w przypadku rozległych, wydzielonych sieci kablowych SN. Wynika to z faktu, że poziom przepięć i zagrożenia izolacji urządzeniach chronionych zdeterminowany jest niemal wyłącznie poziomem przepięć ziemnozwarciowych oraz łączeniowych dla rozległych, wydzielonych sieci kablowych SN w odróżnieniu od sieci napowietrzno-kablowych gdzie na wytrzymałość izolacji wpływ ma niemal wyłącznie poziom wyładowań atmosferycznych.

Dlatego też dobór parametrów ograniczników przepięć ze względu na wymagany poziom ochrony rozpatrywany będzie dla obu wymienionych wyżej rodzajów sieci.

Napięcie przewodowe sieci w warunkach normalnych $U_N$	<b>16 kV</b>	
Rodzaj sieci	<b>napowietrzno-kablowa</b>	<b>kablowa - wydzielona</b>
znamionowe napięcie probiercze izolacji:	<u>udarowe, piorunowe</u> $U_{ip} = 95 \text{ kV}$	<u>udarowe, łączeniowe</u>
współczynnik bezpieczeństwa $k_{bp}$	<b>1,3</b>	<b>problem ochrony przepięciowej od przepięć wewnętrznych dotyczy głównie kabli „suchych” w wieloletniej eksploatacji. Poziom rzeczywistej wytrzymałości izolacji jest wtedy znacznie poniżej wartości normowanych.</b>
wymagany poziom ochrony ogranicznika $U_{op}$	$U_{op} \leq \frac{U_{ip}}{k_{bp}} = \frac{95}{1,3} \approx 73 \text{ kV}$	
maksymalna wielkość napięcia $U_c$ , przy którym spełniony jest ww warunek	<b><math>U_c &lt; 22 \text{ kV}</math></b>	
		<b>wartość <math>U_c</math> winna być jak najbliższej wartości minimalnej dopuszczalnej, zgodnie z punktem 1 - <b>minimalne napięcie trwałej pracy (<math>U_c</math>)</b></b>

**Uwaga** wybór maksymalnej wartości  $U_c$  został dokonany dla poziomu ochrony od przepięć piorunowych ogranicznika  $U_{op}$  wyznaczonego jako najwyższe napięcie obniżone przy znamionowym prądzie wyładowczym ogranicznika

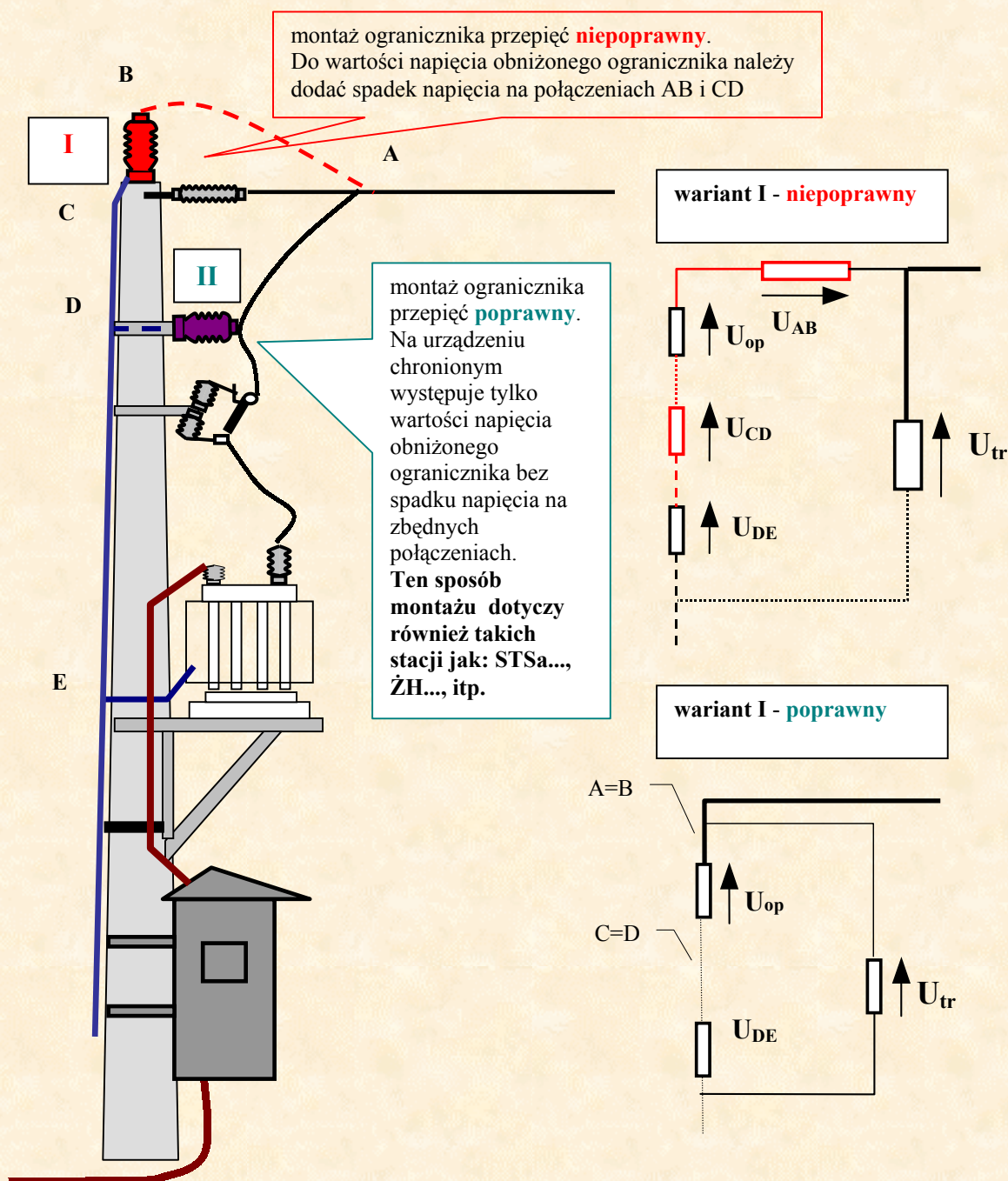
## 7. możliwości montażowe

W dalszym ciągu spotyka się rozwiązania katalogowe, w których ograniczniki przepięć projektowane są w najwyższym punkcie stacji lub linii napowietrznych, znajdując się w znacznej odległości od chronionego urządzenia - transformatora lub głowicy kablowej.

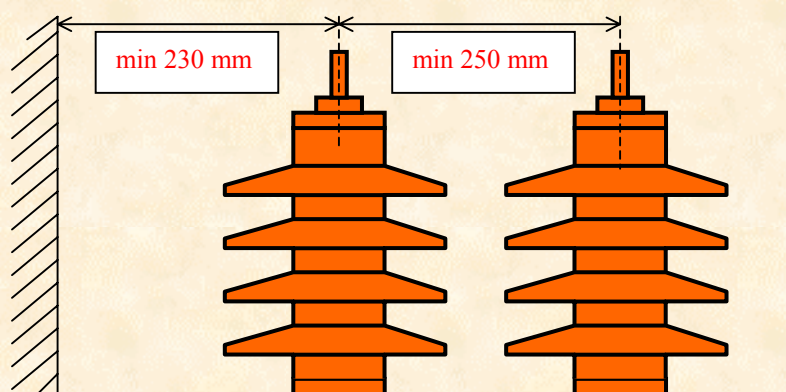
Dziwi beztroška projektantów, którzy zapominają, że każdy metr połączenia ogranicznika przepięć z urządzeniem chronionym to znaczna wielkość impedancji, decydującej o poziomie ochrony.

Dlatego też w zakresie możliwości montażowych należy rozpatrzyć dwa aspekty:

1. przewody zasilające powinny być podłączone w pierwszej kolejności do ogranicznika przepięć (urządzeniem „zasilanym” jest w tym przypadku ogranicznik),
2. ogranicznik winien znajdować się jak najbliżej urządzenia chronionego:
  - w przypadku transformatora - przy jego konstrukcji,
  - w przypadku głowicy kablowej - do jej końcówek.



Dla zapewnienia bezpieczeństwa oraz prawidłowej pracy konieczne jest zachowanie niżej podanych odległości między ogranicznikami przepięć i elementami konstrukcji stacji.



Powyższe odnosi się również do przypadku pracy ograniczników przepięć w pozycji poziomej.

W przypadku montażu ograniczników przepięć należy zwracać uwagę na sposób oraz wymagany moment dokręcania aby nie spowodować ich uszkodzenia.

Spełnienie wymagań zawartych w punktach 6 i 7 winno zapewnić **bezpieczeństwo urządzeniom chronionym.**

## 8. wytrzymałość zwarciova

Parametr ten oznacza wytrzymałość ogranicznika przepięć - po jego uszkodzeniu - na przepływ prądu zwarcia. Przy prądzie zwarcia w punkcie sieci, w którym zainstalowany jest ogranicznik mniejszym od wytrzymałości zwarciovej jego konstrukcja nie ulegnie rozerwaniu, nie stwarzając tym samym zagrożenia dla innych urządzeń oraz osób postronnych.

## 9. graniczny prąd wyładowczy

Parametr o analogicznym znaczeniu i roli jak w przypadku wytrzymałości zwarciovej. Przyjmując maksymalną wartość prądu wyładowania atmosferycznego 200 kA, otrzymujemy przy jego rozplywie w minimum dwóch kierunkach (wzdłuż linii elektroenergetycznej) po 100 kA prądu udarowego, docierającego do ogranicznika przepięć.

Powyższy przykład należy do sytuacji skrajnych, dotyczących zwłaszcza linii na słupach drewnianych. Biorąc jednak pod uwagę fakt powszechnej budowy linii napowietrznych na słupach betonowych oraz stosunkowo niską wytrzymałość udarową powietrza, fala przepięciowa ulega rozładowaniu na najbliższych izolatorach do poziomu, przy którym poprawnie zachowują się ograniczniki przepięć o granicznym prądzie wyładowczym 65 kA.

W takich warunkach konstrukcje ograniczników - przy prawidłowym doborze ich parametrów -nie ulegną rozerwaniu przy granicznym prądzie wyładowczym tak **65 jak i 100 kA.**

Spełnienie wymagań zawartych w punktach 8 i 9 winno zapewnić bezpieczeństwo nie tylko urządzeniom chronionym (parametry te decydują również o wytrzymałości mechanicznej i termicznej ogranicznika przepięć) **ale również osobom postronnym.**

## Definicje i pojęcia

Minął już chyba okres dyskusji w kręgach naukowych oraz inżynieryjno-technicznych na temat definicji oraz podstawowych pojęć użytych do określenia podstawowych parametrów ograniczników przepięć, zwłaszcza w odniesieniu do **napięcia znamionowego**, czy też **napięcie trwałej pracy**. I chociaż szczególnie ten jest nadal dość istotny, to zdążył już stracić na znaczeniu wobec rezygnacji wielu firm z montażu odgromników na rzecz beziskiernikowych ograniczników przepięć oraz niewątpliwego wzrostu wiedzy w tym temacie.

Warto jednak przypomnieć na czym polega różnica w stosowaniu oby definicji dla beziskiernikowych ograniczników przepięć.

**Napięcie znamionowe ogranicznika ( $U_r$ )** - jest to najwyższa, dopuszczalna wartość skuteczna napięcia o częstotliwości sieciowej między zaciskami ogranicznika, przy której jest zapewnione poprawne działanie w warunkach chwilowego przepięcia tak, jak to określono w próbach działania. Napięcie znamionowe jest wykorzystywane jako parametr odniesienia do określenia charakterystyk działania.

**Napięcie trwałej pracy ogranicznika ( $U_c$ )** - jest to określona, dopuszczalna wartość skuteczna napięcia o częstotliwości sieciowej, która może być trwale przyłożona między zaciski ogranicznika.

Wobec powyższego - w zakresie użytych w opracowaniu definicji i pojęć - pozwalamy sobie skierować czytelnika do lektury polskiej normy PN-IEC 99-4: 1993.

Spór o nazwę **odgromnik** czy **ogranicznik** powoli staje się historią. I chociaż zwolennicy obu nazw (ułatwiających odróżnienie „zalet” i „wad” rozwiązań opartych na SiC oraz ZnO) mają zapewne rację negując zamienne ich używanie w sposób bezkrytyczny, to należy się zastanowić jakie znaczenie praktyczne może mieć obecnie - w okresie kilkuletnich doświadczeń - definitywne rozdzielanie obu nazw w elektroenergetyce.

## Podsumowanie

W literaturze dotyczącej ograniczników przepięć, a głównie ich doboru, znajdujemy wiele przykładów mogących wprowadzić w błąd mniej doświadczonego czytelnika. Do zagrożeń mogących skutkować niewłaściwą ochroną przepięciową jest wskazywanie możliwości szerokiego wykorzystywania charakterystyki wytrzymałości na przepięcia czasowe dla doboru ogranicznika przepięć o jak najniższej wartości napięcia trwałej pracy. Należy jednak w tym przypadku brać pod uwagę fakt, że każdy błąd zadziałania automatyki ziemnozwarciowej skutkuje wzrostem napięcia o czasie trwania tak długim, że może spowodować „rozbieganie termiczne” ograniczników przepięć na znacznym obszarze sieci.

Jednocześnie dobór ograniczników przepięć w zakresie parametrów „niechodliwych - np. napięcie trwałej pracy 13 kV - wiąże się z długim okresem realizacji zamówienia (nawet do 6 miesięcy) oraz często znacząco wyższą ceną. Jednakże najistotniejsze znaczenie ma fakt, że przy praktycznym poziomie zagrożenia izolacji chronionych urządzeń (przepięcia udarowe, piorunowe o amplitudzie rzędu  $n \times 100$  kA) dobór ogranicznika przepięć o wyższym napięciu trwałej pracy nie pogarsza warunków ochrony przepięciowej w stopniu zagrażającym bezpieczeństwu pracy urządzeń - **może natomiast wpłynąć na wzrost trwałości i przedłużyć okres eksploatacji ogranicznika przepięć**. Ponadto- o czym warto pamiętać - beziskiernikowe ograniczniki przepięć zapewniają znacznie lepszy poziom ochrony od takich urządzeń ochronnych jak iskierniki czy też odgromniki gazowydmuchowe.

Dobór zbyt niskiego napięcia  $U_c$  związany jest z ryzykiem uszkodzenia się ogranicznika w przypadku nieprawidłowego działania zabezpieczeń oraz ciężkich warunków pracy sieci napowietrznych SN; jednocześnie zysk z tytułu uzyskania niższej ceny jest i tak niewielki w stosunku do ponoszonego ryzyka. Natomiast stosowanie ograniczników przepięć do ochrony rozległych sieci kablowych ma charakter czasowy - nie można uniknąć konieczności wymiany wyeksploatowanych kabli ani przedłużyć ich żywotności w stopniu znaczącym.

Omówione wyżej uwagi dotyczące wyboru napięcia trwałej pracy mają jeszcze jeden ważny aspekt - koordynację izolacji. Odegra on jednak znaczącą rolę dopiero wtedy, kiedy producenci urządzeń elektroenergetycznych zaczną w pełni korzystać z charakterystyk ochronnych ograniczników warystorowych. Wtedy dążenie do budowy urządzeń przy zmniejszonych kosztach (głównie poprzez osłabienie izolacji), a tym samym bardziej wrażliwych na przepięcia nie tylko atmosferyczne ale również łączeniowe i ziemnozwarciowe wymusi stosowanie właściwych kryteriów doboru ograniczników przepięć.

### ***Wnioski końcowe.***

1. Nie ma obecnie złych ograniczników przepięć – jest tylko nieprawidłowy dobór do warunków pracy,
2. Dobór ogranicznika jednego typu i napięcia to błąd – w sieci występują odmienne warunki pracy urządzeń i wymagania w zakresie ich ochrony od przepięć,
3. Standaryzacja typów urządzeń nie powinna utrudniać, a tym bardziej uniemożliwiać doboru innych, odmiennych parametrów dla już zatwierdzonych i wdrożonych typów ograniczników przepięć,
4. Dobór parametrów ograniczników do pracy w sieciach skompensowanych jest analogiczny jak dla sieci z izolowanym punktem zerowym transformatora ze względu na porównywalność zjawisk przepięciowych – dla sieci z punktem zerowym uziemionym przez rezystor można dobrać ograniczniki przepięć o napięciach pracy ciągłej mniejszych ze względu na niższy poziom przepięć wewnętrznych.
5. Wybór typu ogranicznika pod względem parametrów elektrycznych to tylko połowa zadania – wcześniej należy uwzględnić przy doborze warunki montażowe ograniczników pod względem zabudowy w miejscu ich pracy oraz czynności montażowe (praca elektromonterów),
6. Porównując parametry ograniczników przepięć można je podzielić na „lekkie” i „ciężkie”,
7. W wielu miejscach sieci znaczna część ograniczników przepięć zachowuje się jak „bezpiecznik przepięciowy” - jest to naturalne dla występujących w tych miejscach zjawisk przepięciowych,
8. W większości przypadków wystarczy dobór ograniczników tańszych „lekkich” lecz dla obszarów burzowych i warunków szczególnych należy dobierać ograniczniki „ciężkie”,

### ***Literatura.***

1. „Beziskownikowe ograniczniki przepięć do sieci średnich napięć” - wytyczne stosowania i doboru parametrów. Opracowanie doc. dr inż. Andrzej Balcerzak, inż. Zygmunt Szramek.
2. „Przepięcia wewnętrzne w sieciach średnich napięć i ich ograniczanie” - Edward Anderson
3. Polska Norma PN-76/E-05125. Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i Budowa.
4. „Technika Wysokich Napięć” - dr Janusz Lech Jakubowski
5. „Technika Wysokich Napięć” - S. Szpor
6. „Przepięcia i ochrona przepięciowa” - W. Kuźniar

mgr inż. Janusz Oleksa