

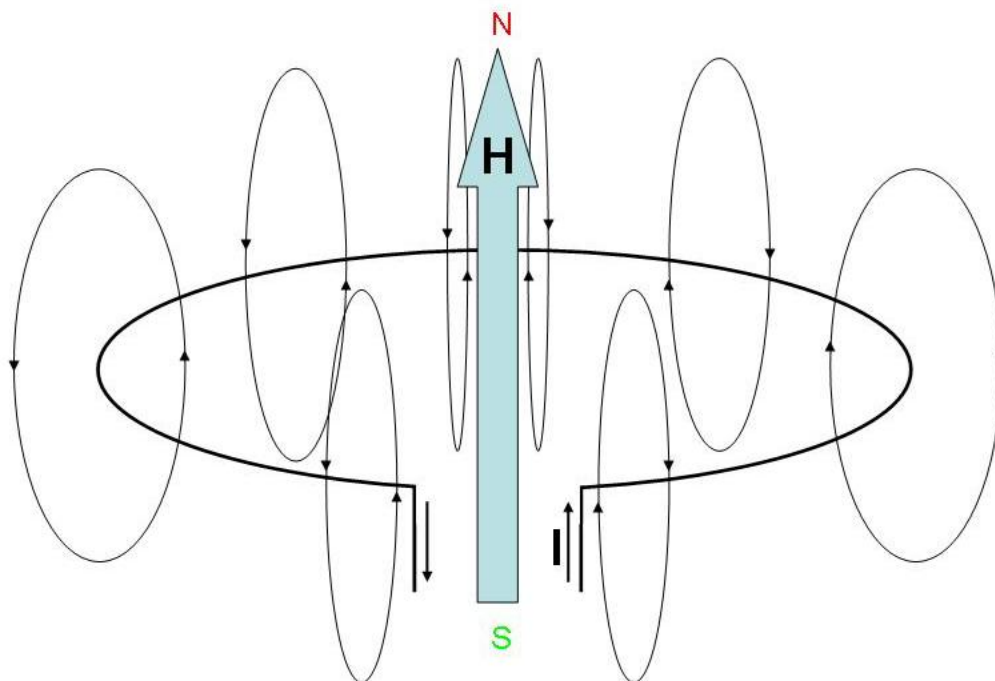
HV Power Cable System Technology

Koncepcje łącheń żył powrotnych
w systemach kablowych WN/NN

Leszek Ringwelski / Starszy Konsultant Techniczny

Prądy okrężne (cyrkulacyjne)

Pole magnetyczne, generowane przepływem prądu w żyłach roboczych, sprzęga ekran (żyłę powrotną) jak i wszystkie inne sąsiednie przewody. Jeśli ekran tworzy zamknięty, ciągły obwód elektryczny, **indukowany jest w nim prąd**, zwany prądem cyrkulacyjnym (ang. circulating current). Straty oporowe spowodowane prądem cyrkulacyjnym przyczyniają się do wzrostu temperatury kabla, a także ograniczają ilość prądu (mocy), którą kabel może maksymalnie przesłać przy tej samej temperaturze żyły powrotnej.

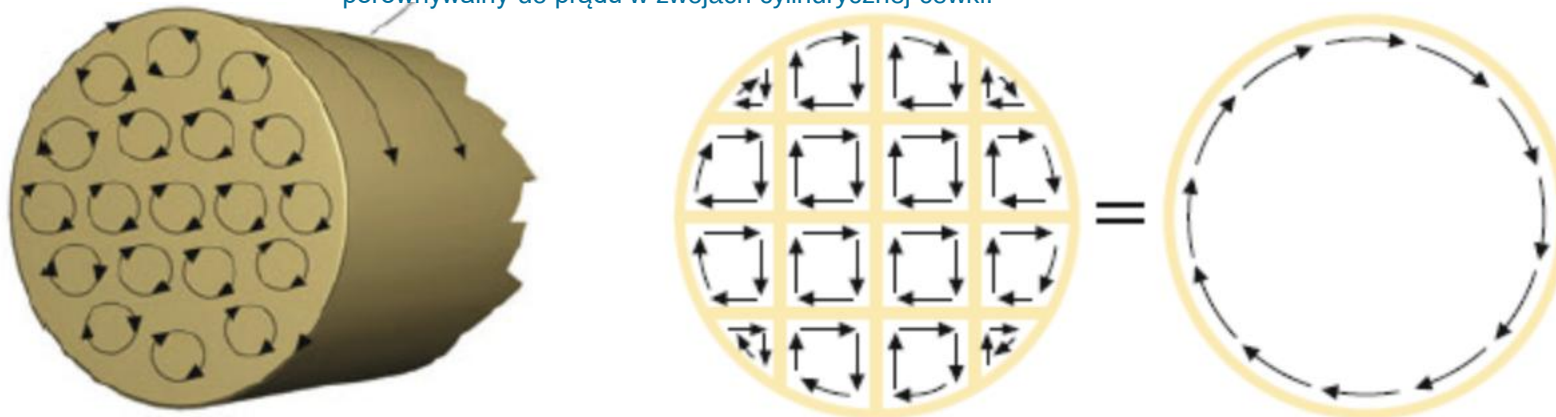


Prądy wirowe

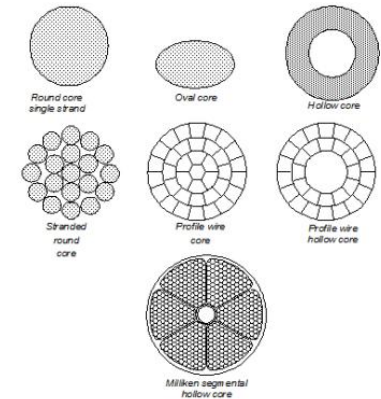
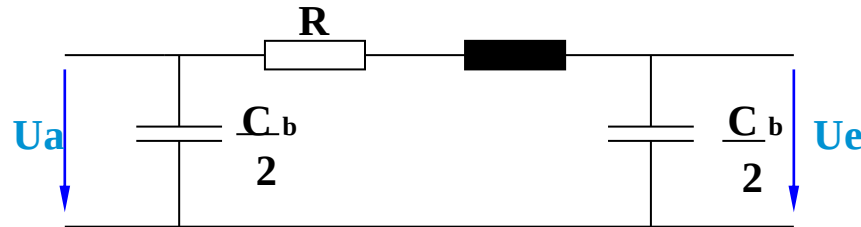
to pętle prądowe, które są indukowane w żyłce roboczej kabla przez zmieniające się pole magnetyczne (prawo indukcji Faradaya). Prądy wirowe płyną w przewodniku w zamkniętych pętlach, prostopadle do pola magnetycznego. Prądy wirowe generują własne pole magnetyczne, które zgodnie z zasadą Lenza przeciwdziała zmianie tego pola. W rezultacie prąd jest **wypychany** na krawędź przewodnika (skin efekt *naskórkowości*), przy czym im wyższa częstotliwość i większy przekrój żyły roboczej, tym efekt jest silniejszy. Dotyczy to przede wszystkim żyły roboczej, ale także w mniejszym stopniu metalowego ekranu kabla.

Prądy wirowe w ekranie w większości przypadków są niewielkie i, przy dwustronnym uziemieniu, całkowicie zaniedbywalne, więc nie będą dalej analizowane.

Model skalarnych / wektorowych prądów okrężnych; wszystkie magnetyczne momenty dipolowe są wyrównane równoległe do osi cylindra. Ponieważ sąsiadujące prądy kołowe wzajemnie się znoszą, wynikowy prąd wewnątrz cylindra jest równy zero; jedynie na powierzchni płynie prąd, porównywalny do prądu w zwojach cylindrycznej cewki.



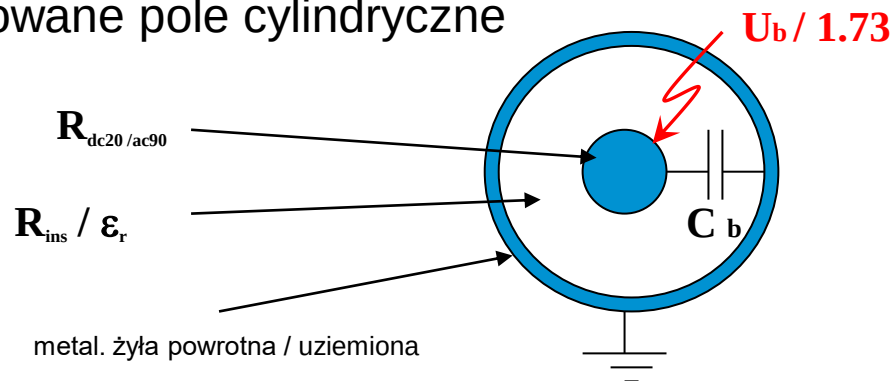
- Schemat zastępczy lini



- Element projektu (elektryczny)

- Żyłą robocza ($\Rightarrow R_{dc20} / R_{ac90}$): Cu lub Al wykonane jako żyły okrągłe wielodrutowe (RM), okrągłe pełne (RE) lub okrągłe segmentowane wielodrutowe (RMS) odpowiednio jako przewody sektorowe wielodrutowe (SM) / pełne (SE)
- Izolacja ($\Rightarrow R_{ins}, \epsilon_r$): XLPE, EPR, PE, papier
- Żyłą powrotna: Cu / Al druty, Cu / Al falista, ołowiana, tubular, kombinowana; ołowiana/druciana

- Skoncentrowane pole cylindryczne



- **Redukcja pola elektrycznego na powierzchni żyły roboczej**

pp ekran izolacji

pp ekran żyły
roboczej



bez pp ekranu żyły roboczej

z pp ekranem żyły roboczej

Typowe parametry jednostkowe:

- **400 kV kabel**

- Pojemność: 220 pF/m
- Prąd pojemnościowy: ok. 16 A/km
- Maks. długość: kilkanaście km
- Rezystancja: 10 mΩ/km

- **400 kV linia napowietrzna**

- Pojemność: 15 pF/m
- Prąd pojemnościowy: ok. 1,1 A/km
- Maks. długość: kilkaset 100 km
- Rezystancja: 30 mΩ/km

- Długość kabla ograniczona, prąd obciążenia musi zostać skompensowany
- **Jednak:** straty omowe (niemożliwe do skompensowania) są niższe w przypadku kabla

• Zastosowania:

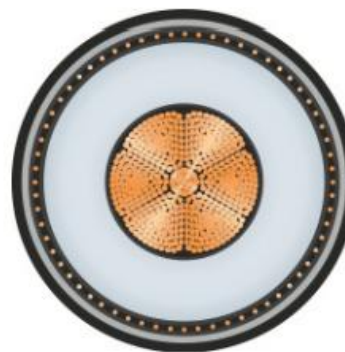
- Systemy kablowe NN są obecnie jedynym technicznym rozwiązaniem w obszarach metropolitalnych, aby zaspokoić rosnące zapotrzebowanie na energię w tych centrach.
- Możliwości rynkowe
- Typowe długości linii: 10 km (2,0 – 20 km)
- **Przy niewielkiej ilości dostępnej przestrzeni, jedynym rozwiązaniem jest kabel**
- Przesył energii z rozdzielni/elektrowni, krótkie połączenia wewnątrz podstacji
- Typowe długości:
200 – 1000 m



example 1:
copper conductor
with laminated sheath



example 2:
aluminium Milliken conductor
with laminated sheath

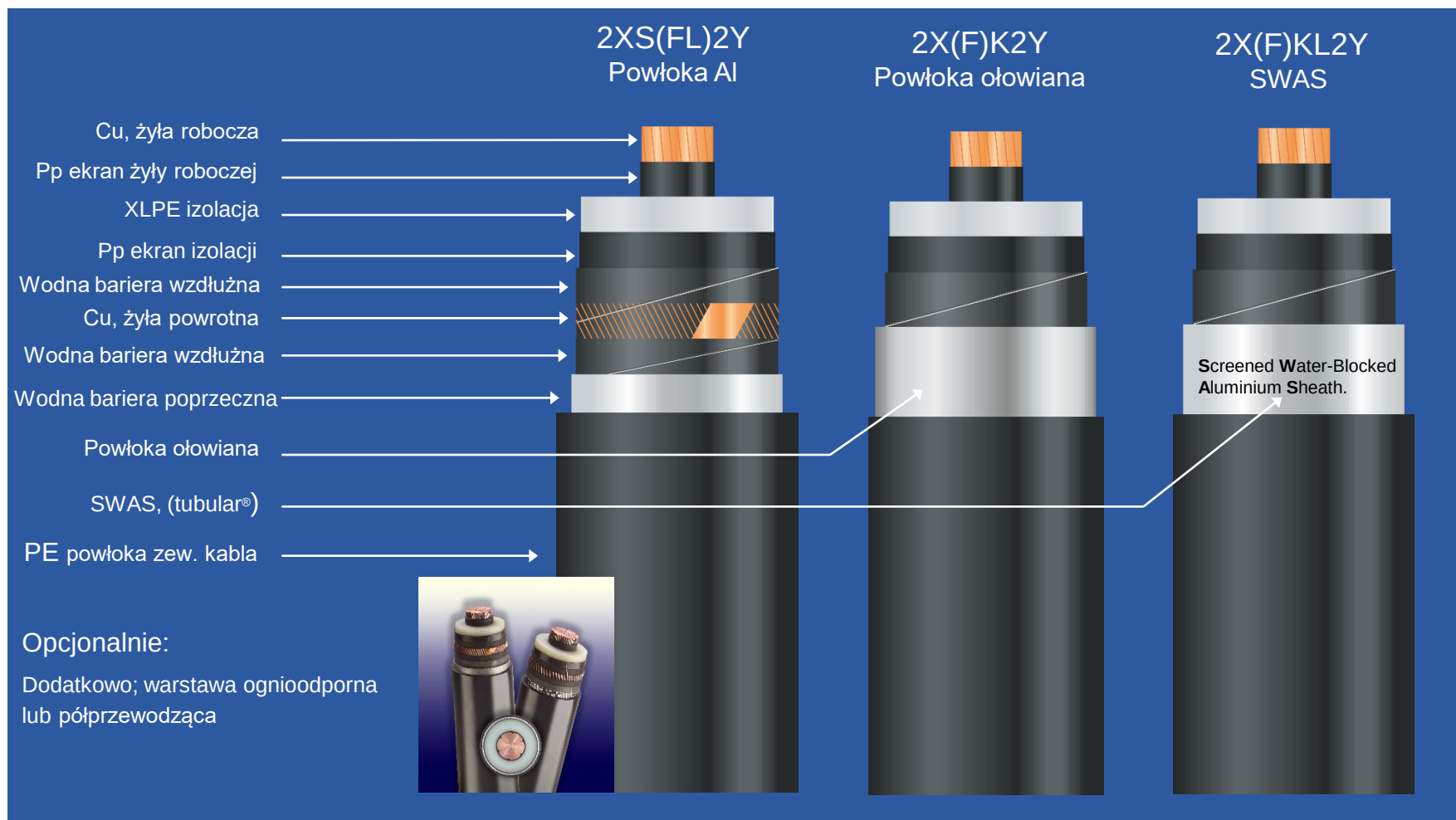


example 3:
copper Milliken conductor
with lead sheath and copper screen



example 4:
copper Milliken conductor
with smooth welded aluminium sheath

• XLPE-kable WN i NN, typy i budowa



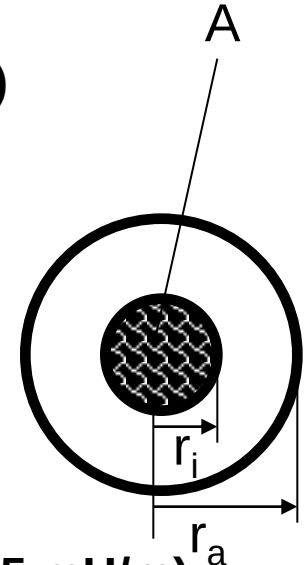
- **Wartości typowe charakterystyk ogólnych (1)**

- **Pojemność liniowa:** (typowa 100 - 250 pF/m)

- **Rezystancja liniowa:** (typowa 7 - 70 mΩ/m)

- **Induktancja jednostkowa:** (typowa 0.2 - 0.5 mH/m)

- **Impedancja falowa:** (typowa 25 - 50 Ω)



- Poziomy napięcie dla WN (IEC 60840)



$U_{\max}$ / kV	52	72.5	123	145	170
U_N / kV	45 - 47	60 - 69	110 - 115	132 - 138	150 - 161
U_0 / kV	26	36	64	76	87
BIL / kV	250	325	550	650	750
SIL / kV	-	-	-	-	-

BIL = **B**asic **I**mpulse **L**evel: podstawowy poziom izolacji (próba napięcia udarowego)

SIL = switching impulse level: próba napięcia udarowo/łączeniowego

Dla operacji nominalnych: $U_0 = U_N / \sqrt{3}$

- Poziomy napięcie dla NN (IEC 62067)



U_{max} / kV	245	300	362	420	550
U_N / kV	220 - 230	275 - 287	330 - 345	380 - 400	500
U_0 / kV	127	160	190	220	290
BIL / kV	1050	1050	1175	1425	1550
SIL / kV	-	850	950	1050	1175

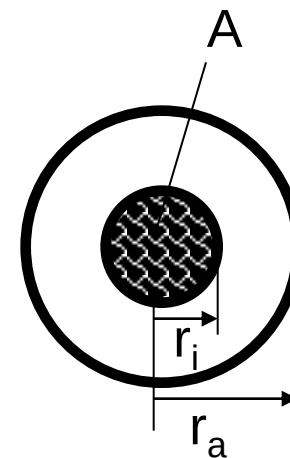
BIL = **B**asic **I**mpulse **L**evel: podstawowy poziom izolacji (próba napięcia udarowego)

SIL = switching impulse level: próba napięcia udarowo/łączeniowego

Dla operacji nominalnych: $U_0 = U_N / \sqrt{3}$

- Grubość izolacji XLPE w zależności od napięcia**

Napięcie	Grubość XLPE
1 kV	1.0 mm – 2.8 mm
10 kV	3.4 mm
20 kV	5.5 mm
30 kV	8.0 mm
110 kV	18.0 mm
220 kV	ok. 25 mm
400 kV	ok. 28 mm



- Maksymalne dopuszczalne temperatury eksploatacji kabli XLPE: 90 °C
- Izolacja elektryczna pełni także funkcję izolacji termicznej
- Warunki otoczenia determinują znamionowy prąd obciążenia:
 - Temperatura
 - Promienie słoneczne
 - Właściwości gruntu (rezystywność $50 \Omega \cdot m$)
 - Wysychanie gruntu
- Sposób ułożenia kabli
 - płaski/ w trójkącie
 - Dystans między kablami
 - Podziemne struktury kablowe

Calculation methods

Conductor: electrical resistance according to IEC 60228
 Insulation: Thermal resistivity according to IEC 60287-2-1; 2.1.1.1
 Screen: Dielectric losses and capacitance of the cable according to IEC 60287-1-1; 2.2
 Screen: Screen losses calculated according to IEC 60287-1-1; 2.3.3
 Metallic sheath: Eddy current losses calculated according to IEC 60287-1-1; 2.3.6.1
 Below Metallic sheath: Thermal resistivity according to IEC 60287-2-1; 2.1.1.1
 Outer sheath: Thermal resistivity according to IEC 60287-2-1; 2.1.1.1
 With given max. conductor temperature iteration of load
 Groups of unequally loaded cables according to IEC 60287-2-1; 2.2.3.1
 Thermal resistivity for buried cables according to IEC 60287-2-1; 2.2.2
 Screen: Calculation of thermally permissible short-circuit currents according to IEC 60949, clauses 2, 4 and 6

Cable Type: A2XS(FL)2Y 1x1200 RM/190 95/165 kV >a-c-w<

Cable construction

Round conductor of stranded aluminium wires, longitudinally water proof; triple extruded insulation with field limiting layers of cross-linked polyethylene; bedding tapes; wire screen in longitudinally water-tight embedding; bedding tapes; copolymer coated aluminium tape; Outer sheath of PE with extruded semiconducting layer

Conductor cross-section	1200 mm ²
Insulation thickness (nominal value)	18,0 mm
Cross section of wire screen (aluminium)	190 mm ²
Cross-section of metallic sheath	57 mm ²
reduction factor	0,20
Outer sheath of PE with a thickness of	4,0 mm
Cable diameter approx.	100 mm
Net cable weight approx.	9800 kg/km
Minimal bending radius during cable laying: 2,5 m, professional single bend: 1,5 m	

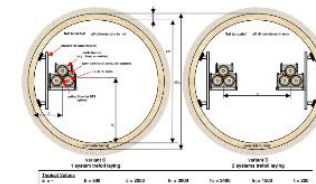
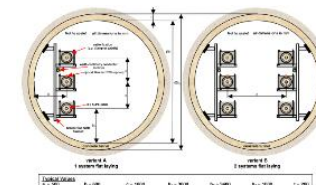
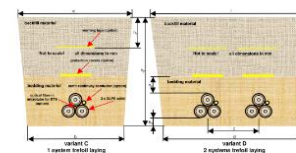
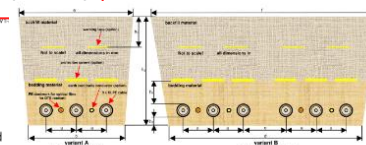
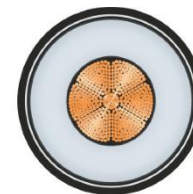
Laying in earth

ambient temperature	15 °C
Laying depth (center of system)	1400 mm
Thermal resistivity of wet soil	1,00 Km/W
Thermal stabilised area with	0,80 Km/W
Width/ Height	1200,0/450,0 mm
Laying in flat formation with a axial phase distance of	400 mm
Crossbonding	

Electrical Data

Nominal voltage U	165 kV
Max. permissible operating voltage U _{max}	170 kV
Max. permissible transmission rating at nominal voltage	269,6 MVA
Max. permissible transmission current I _{max}	943 A
DC-resistance of the conductor at 20 °C	0,0247 Ω/km
AC-resistance of the conductor at 63 °C	0,0317 Ω/km
Field strength at the conductor at U ₀	7,1 kV/mm
Field strength at the insulation screen at U ₀	4,0 kV/mm
Frequency	50 Hz
Capacitance	0,231 μF/km
Charging current per phase	6,9 A/km
Charging power of the system	1979 kVA/km
Operating inductance (mean value)	0,54 mH/km
System losses at 943 A	86,3 W/m
Conductor	84,25 W/m
Dielectric	1,08 W/m
Screen	0,98 W/m

Max. conductor short-circuit current (Preload 943 A) 178,1 kA at 250 °C for 0,50 s
 Max. screen short-circuit current 43,2 kA at 52 °C start- and 250 °C end temperature for 0,5 s

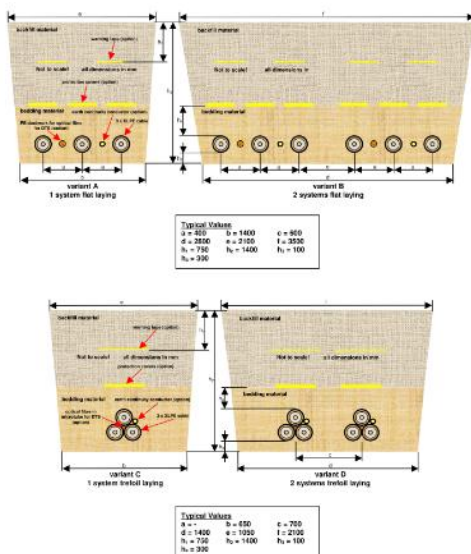


Zalety kabli ziemnych:

- niewidoczny w terenie
- niski wskaźnik awaryjności
- mała szerokość trasy (kilkę metrów dla 400kV)

Wady kabli ziemnych:

- wysokie koszty inwestycyjne
- ograniczona długość przesyłu (kilkanaście km)

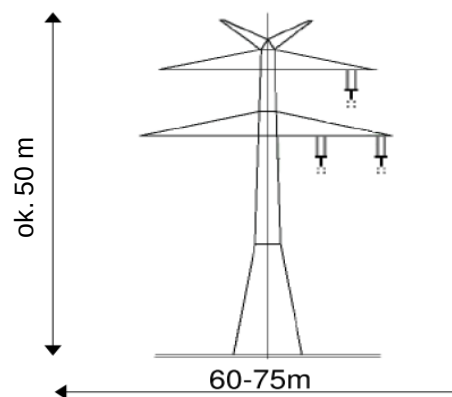


Zalety linii napowietrznej:

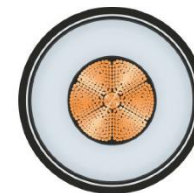
- Niskie koszty
- Znaczna odległość przesyłowa (kilkaset km)

Wady linii napowietrznej:

- znaczna podatność na awarie, (szturm, oblodzenie, sadz itp.)
- akceptacja społeczna (widoczność)
- szerokość trasy (ok. 70 m dla 400 kV)
- *techniczne* zakłócenie krajobrazu natury
- bardzo długie procedury zatwierdzania tras kablowych w krajach uprzemysłowionych

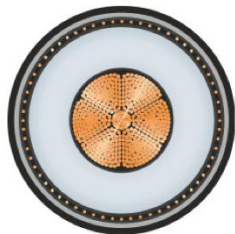


- Typowa obciążalność kabli XLPE
400 kV, 2500 mm², żyła robocza Cu**



Otoczenie, środowisko / sposób ułożenia	luźne (każdy kabel)	Maks. moc przesyłu / system	Maks. ciągły prąd roboczy
W powietrzu, chłodzenie wymuszone	65 W/m	1500 MVA	2300 A
W powietrzu, tunel	50 W/m	1200 MVA	1800 A
W gruncie	50 W/m	1200 MVA	1800 A
W gruncie, płaskie odstęp faz = 0,4 m	35 W/m	800 MVA	1200 A
W gruncie, w trójkącie	25 W/m	600 MVA	900 A

**Uwaga: Obciążalność prądowa żyły roboczej może zostać zwiększona
dzięki utlenionym lub emaliowanym drutami.**



Jeśli maksymalna długość zostanie osiągnięta, kable będą połączone na miejscu za pomocą muf kablowych (przelotowych, uziemiających lub cross-bonding) a końce linii z punktami odbiorowo-rozdzielczymi



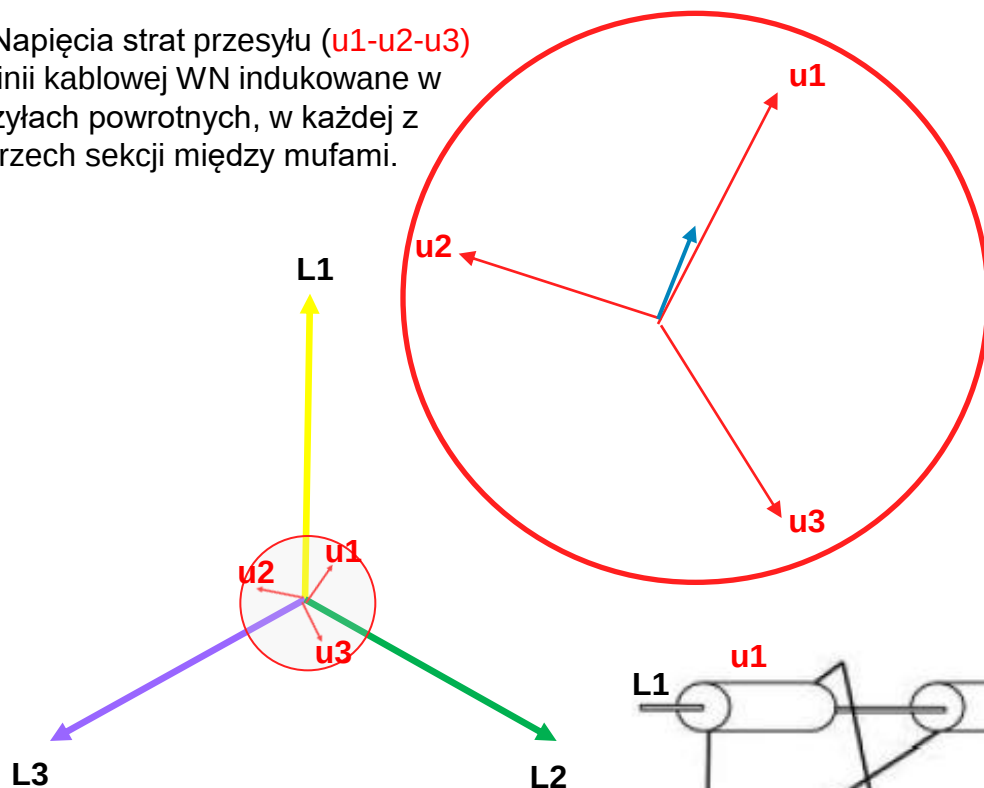
- **Zestawienie linii kablowej WN/NN**

- Kabel
- Osprzęt
- Koncepcja uziemienia linii
- Przewody łączące
- Skrzynki uziemiające (link box) dla połączeń żył powrotnych
- Ograniczniki przepięć (SVL)
- Metalowe konstrukcje nośne dla osprzętu
- Koncept mocowania kabli
- Koncept układania kabli:
 - w gruncie / powietrzu / tunelu / w rurach ochronnych (puste / wypełnione)
- System monitorowania
 - DTS / PD / SVL / prąd uziemienia



Skutki nieprawidłowego planowania
(uziemienia) linii mogą być fatalne

Napięcia strat przesyłu (u_1 - u_2 - u_3) linii kablowej WN indukowane w żyłach powrotnych, w każdej z trzech sekcji między mufami.

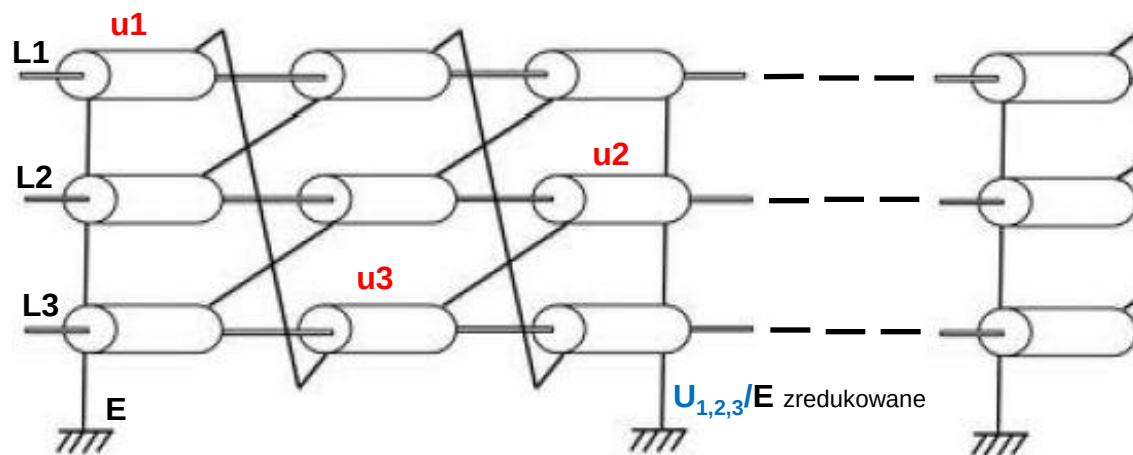


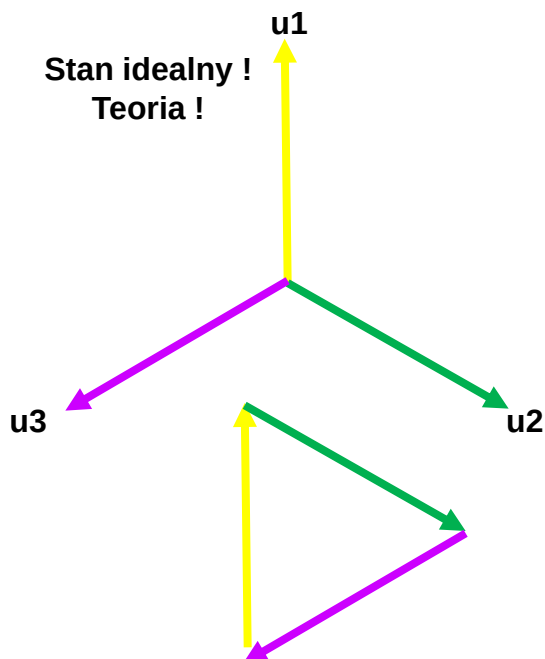
Ograniczenie tych nieporządkanych napięć (= prądów w żyłach powrotnych) można uzyskać poprzez **cross bonding**, krzyżowanie / przeplatanie żył powrotnych w sekcjach między mufami. Ważny jest prawidłowy system (algorytm) przeplotu w sekcjach: szczególnie w wielopunktowym (>3) połączeniu mufowym linii kablowej WN/NN :

L1: $u_1 > u_3 > u_2 > E > \dots$

L2: $u_2 > u_1 > u_3 > E > \dots$

L3: $u_3 > u_2 > u_1 > E > \dots$





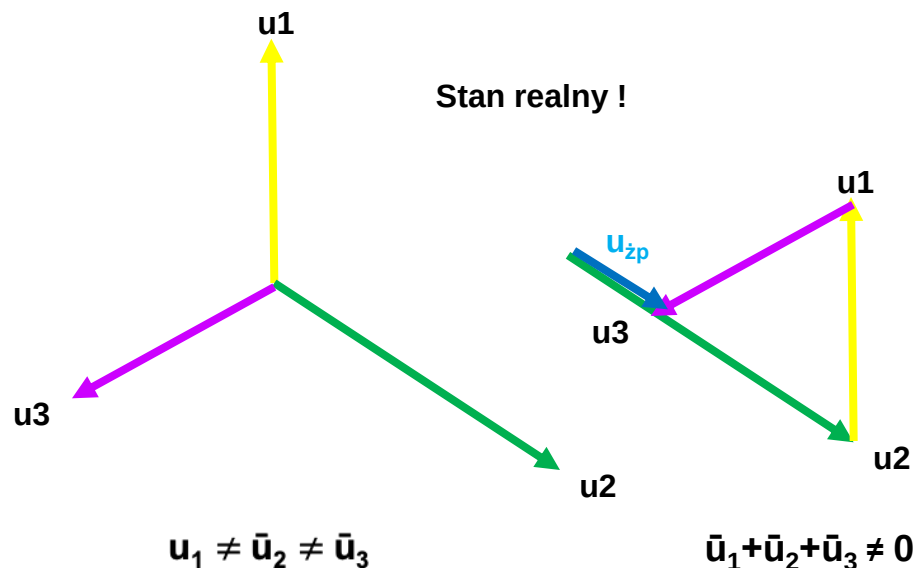
$$\bar{u}_1 + \bar{u}_2 + \bar{u}_3 = 0.$$

Równe :

- długości trzech faz,
- długości połączeń do skrzynek cross bonding (<5m dla głowic końcowych, <10m dla połączeń mufowych)
- odstępów między fazami

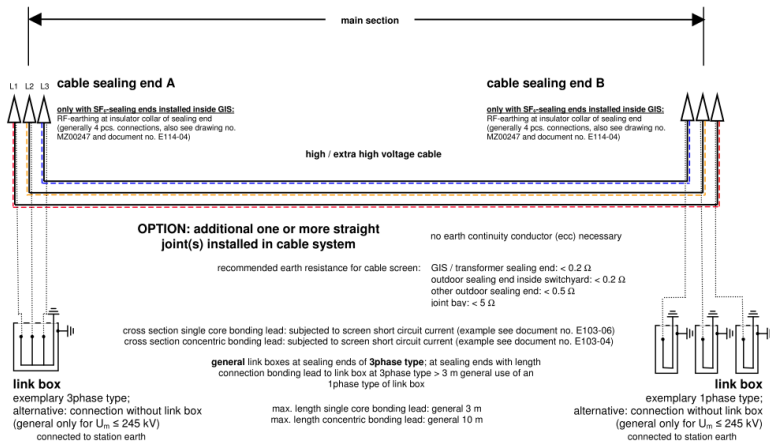
Długość kabli w sekcji między mufami określa amplitudę indukowanego napięcia. Jeśli trzy odcinki faz są równej długości, we wszystkich osiągnięte jest takie samo napięcie, co powoduje, że napięcie wypadkowe wynosi zero i w ekranie nie płynie prąd (rysunek po lewej stronie) generujący straty przesyłu mocy.

W rzeczywistości długości nie są równe, a utrzymanie stałej odległości między kablami na całej długości trasy nie zawsze jest możliwe. Oba te czynniki powodują, że napięcie indukowane w fazach różni się. W rezultacie na ekranach kabli pojawia się wypadkowe napięcie, co prowadzi do przepływu prądu w żyłce powrotnej.

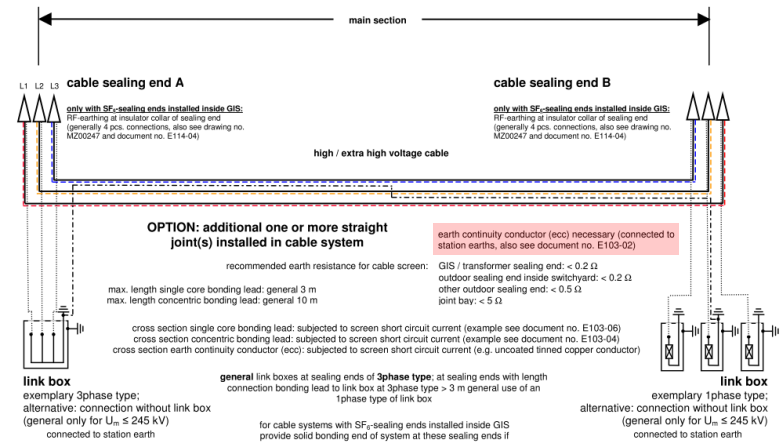


• Koncepcja łączenia cross bondingu

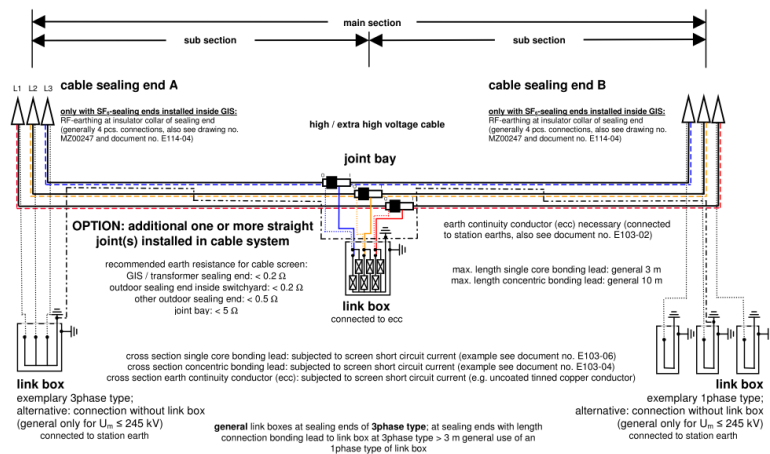
1 Bonding at both Ends of Cable Screen



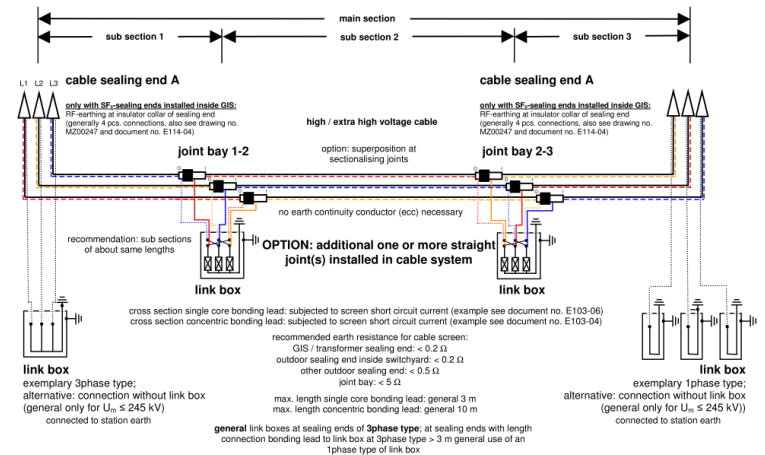
2 Single End Bonding of Cable Screen



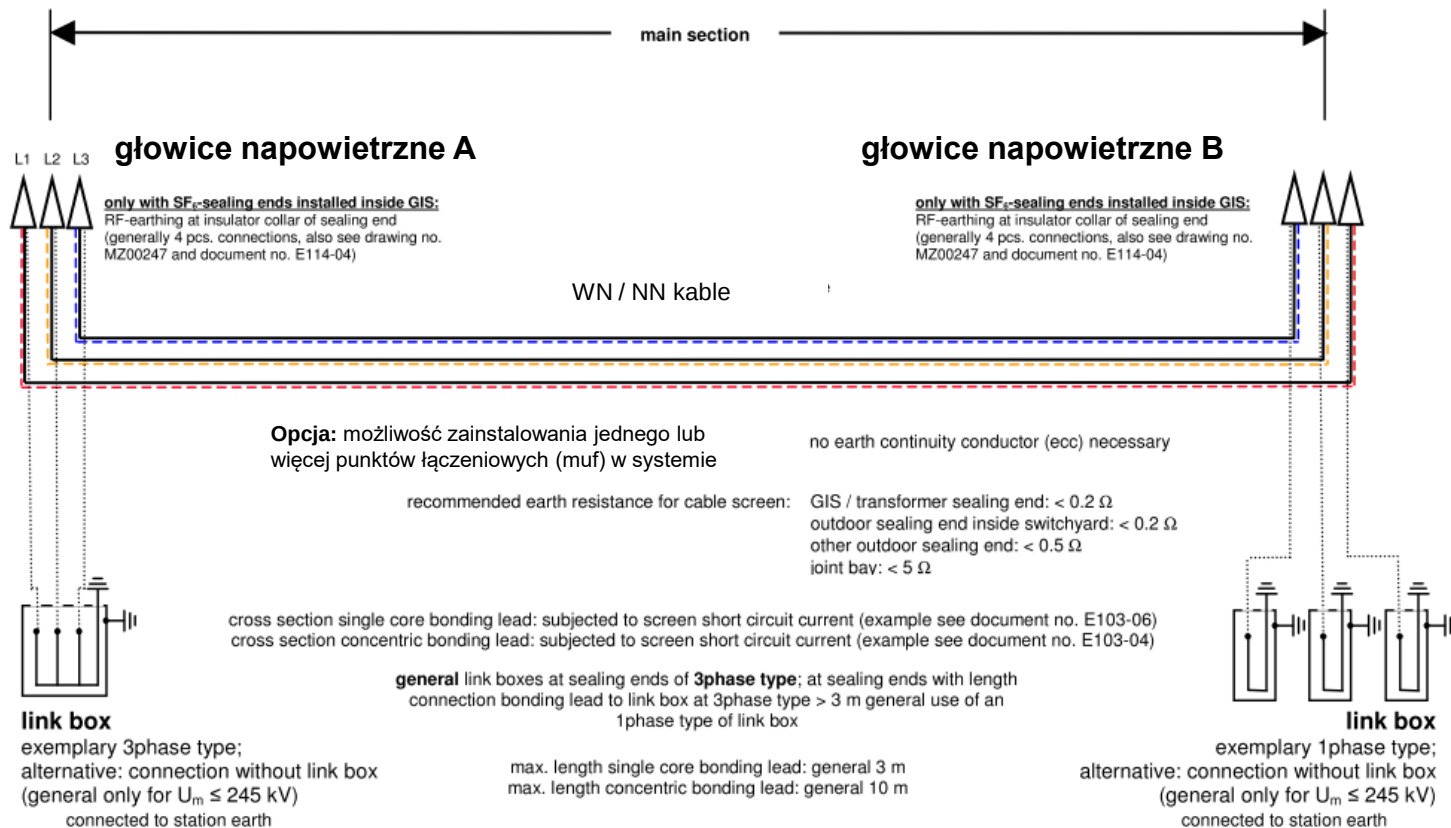
3 Single End Bonding of Cable Screen in Sections



4 Bonding at both Ends of Cable Screen considering Cross Bonding

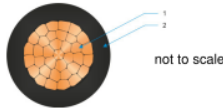


1 Uziemieńie wyrównawcze, głowice napowietrzne obustronnie



Kable łączeniowe

cable type: single core bonding lead 70mm² - 500mm² without special dielectric requirement (PE insulated)



Description I	70	95	120	150	185	240	300	400	500
single-core bonding cable PE insulated									

1	conductor	70mm ² Ø 10mm	95mm ² Ø 12mm	120mm ² Ø 13mm	150mm ² Ø 14mm	185mm ² Ø 16mm	240mm ² Ø 18mm
2	outer sheath	4.0mm Ø 18mm	4.0mm Ø 20mm	4.0mm Ø 21mm	4.0mm Ø 22mm	4.0mm Ø 24mm	4.0mm Ø 26mm
	outer sheath HDPE, flame-retardant layer, black						
	embossing						
	cable weight	0.8kg/m	1.2kg/m	1.3kg/m	1.5kg/m	1.8kg/m	2.4kg/m
	admissible short circuit current 1s / 3s (35-180 °C)	10/6 kA	14/8 kA	18/10 kA	22/13 kA	27/16 kA	36/21 kA

Electrical Design Characteristic (Type Tests)

between conductor and additional outer electrode

DC resistance of conductor during manufacturing ('spark test')

Description II

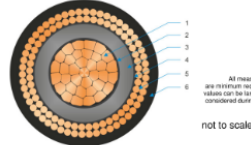
1	conductor	70mm ² Ø 10mm	95mm ² Ø 12mm	120mm ² Ø 13mm	150mm ² Ø 14mm	180mm ² Ø 16mm	240mm ² Ø 18mm
2	outer sheath	5.0mm Ø 20mm	5.0mm Ø 22mm	5.0mm Ø 23mm	5.0mm Ø 24mm	5.0mm Ø 26mm	5.0mm Ø 28mm
	outer sheath HDPE, flame-retardant layer, black						
	embossing						
	cable weight	0.9kg/m	1.1kg/m	1.3kg/m	1.6kg/m	1.9kg/m	2.5kg/m
	admissible short circuit current 1s / 3s (35-180 °C)	10/6 kA	14/8 kA	18/10 kA	22/13 kA	27/16 kA	36/21 kA

Electrical Design Characteristic (Type Tests)

between conductor and outer conductive layer

DC resistance of conductor between conductor and conductive layer

cable type: concentric bonding lead 185/185mm² - 500/500mm² for special dielectric requirement



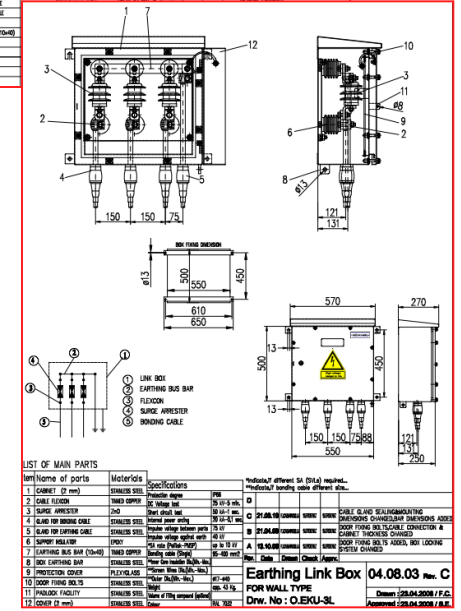
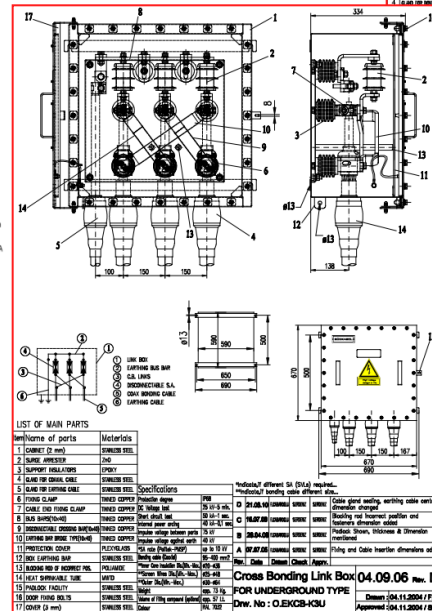
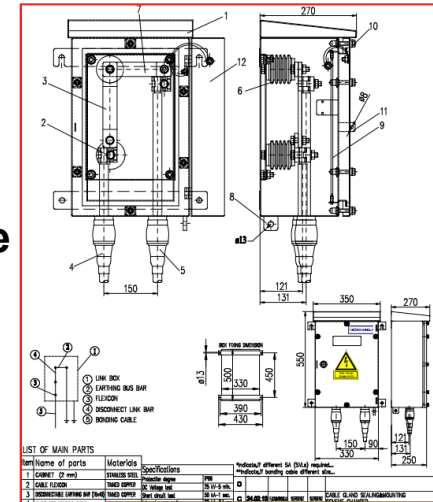
description	185/185	240/240	300/300	400/400	500/500
-------------	---------	---------	---------	---------	---------

1	inner conductor	185mm ² Ø 14mm	240mm ² Ø 16mm	300mm ² Ø 18mm	400mm ² Ø 20mm	500mm ² Ø 22mm
2	inner conductor copper, round compacted of stranded copper wires, swelling tapes					
3	insulation XLPE	0.5mm	0.5mm	0.5mm	0.5mm	0.5mm
4	insulation screen extruded conductive XLPE compound	5.7mm	5.7mm	5.7mm	5.7mm	5.7mm
5	outer conductor	0.4mm	0.4mm	0.4mm	0.4mm	0.4mm
6	outer conductor copper, swelling tapes	185mm ² Ø 14mm	240mm ² Ø 16mm	300mm ² Ø 18mm	400mm ² Ø 20mm	500mm ² Ø 22mm
	outer sheath	6 mm	6 mm	6 mm	6 mm	6 mm
	outer sheath HDPE, flame-retardant layer, conductive layer, black					
	cable weight	5.14kg/m	6.26kg/m	7.44kg/m	9.26kg/m	11.44kg/m
	admissible short circuit current - inner conductor 1s / 3s (35 - 250 °C)	28 / 17 kA	38 / 23 kA	47 / 29 kA	63 / 38 kA	79 / 48 kA
	outer conductor 1s / 3s (35 - 180 °C)					

Electrical Design Characteristic (Type Tests) on basis of NGT TS 3.5.4

between inner and outer conductor
between outer conductor and conductive outer layer
between inner and outer conductor
between outer conductor and conductive outer layer

Skrzynki uziemiające



• Ograniczniki przepięć (SVL)

- Funkcja:
chrona przed przepięciami zewnętrznej powłoki kabla
lub sekcjonowanej części ekranu (żyły powrotnej) w
mufie lub na nieuziemonym końcu linii
- Typowe wielkości SVL do 10 kV – możliwe wyższe wartości

PMSP SHEATH VOLTAGE LIMITERS



- Acc. to IEC 60099-4
- SVL is protective device to limit induced voltages appearing on the bonded cable system due to short circuit.



- SVL rated voltages are per client specification / bonding system design, which can be supplied from POLITEK by EMELEC.

- The units are highly reliable and very effective at managing cable sheath voltage rises and the associated power flows that can result under fault conditions.

- SVL's are designed to withstand the residual voltage due to current surges and to have the thermal capability to absorb and dissipate the energy of conducted surges

- Type Tests:
⇒ June, 2010
Residual Voltage Test,
at IPH-Berlin

- ⇒ March, 2009
Short Circuit Test,
at VEIKI-VNL-Budapest



Surge Arrester



Technical Data

- The POLIM-H surge arresters are designed and tested according to IEC
- For system voltages up to 50 kV rms
 - Maximum discharge current 10/100 kA
 - High current impulse 10/100 kA
 - Short circuit current 10/100 kA
 - Line discharge class according to IEC 60099-4
 - Classification according to IEC 60099-4
 - Standard conditions: temperature 11
 - High energy
 - Long duty
 - Energy on
 - Power on
 - Confined
 - High level
 - Transient
 - Vertical to

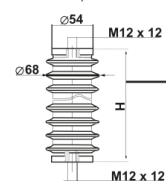
Application

In power of medium voltage AC networks against both multiple earth faults and switching overvoltages as well as Very Fast Transients (VFTs). Suitable for the protection of transformers, transformers in an furnace applications, cables, generators, cables to capacitor banks, and safety systems. Can be used inductively as a surge arrester or as a suspension insulator in case of application as line arrester. For indoor and outdoor installation.

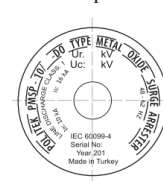
Advantages

- Low residual voltage
- Long protection distance
- High energy absorption capacity
- Maintenance free
- Robust characteristics even after multiple strokes
- Explosion and inductor resistant design
- Stable signal stroke and vibrations
- Inductor resistant and UV-stable
- Highly resistant to rough handling
- Stable against shock and vibration
- High residual resistance

PMSP-10/. . . .DD



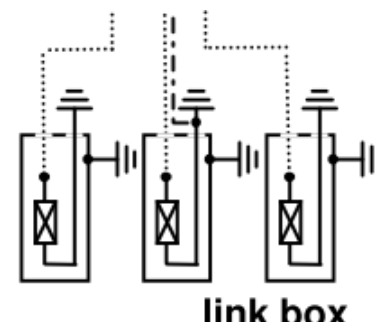
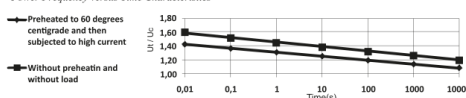
Nameplate



ELECTRICAL FEATURES & DIMENSIONS

SVL Type	Rated Voltage (Ur) kV	Rated Discharge Current (Iw/Imax) kA	Cont. Operating Voltage (Uc) kV	Maximum residual voltages (at 8/20 µs discharge current)					Min. Voltage at 1mA kV(DC)	H mm	Creepage Distance mm	Arrester Weight kg
				2.5 kA	5.0 kA	10 kA	20 kA	40 kA				
PMSP-10/1.8-DD	1.8	10.0	1.5	5.2	5.4	5.8	5.9	2.5	89	112	0.50	
PMSP-10/3-DD	3.0	10.0	2.6	8.7	9.0	9.6	9.8	4.2	89	112	0.56	
PMSP-10/3.6-DD	3.6	10.0	3.1	10.4	10.8	11.5	11.8	5.0	89	112	0.56	
PMSP-10/5-DD	5.0	10.0	4.3	14.4	15.0	16.0	16.3	7.0	89	112	0.62	
PMSP-10/6-DD	6.0	10.0	5.1	17.3	18.0	19.2	19.6	8.4	89	112	0.63	
PMSP-10/7-DD	7.0	10.0	6.0	20.2	21.0	22.4	22.9	9.8	89	112	0.70	
PMSP-10/7.2-DD	7.2	10.0	6.1	20.8	21.6	23.0	23.6	10.0	89	112	0.70	
PMSP-10/9-DD	9.0	10.0	7.7	26.0	27.0	28.8	29.4	12.6	130	175	0.96	
PMSP-10/10-DD	10.0	10.0	8.5	28.8	30.0	32.0	32.7	14.0	130	175	1.10	
PMSP-10/12-DD	12.0	10.0	10.2	34.6	36.0	38.4	39.2	16.8	177	252	1.25	
PMSP-10/15-DD	15.0	10.0	12.7	43.2	45.0	48.0	49.0	21.0	177	252	1.34	
PMSP-10/18-DD	18.0	10.0	15.3	52.2	54.0	57.6	58.8	25.0	205	288	1.50	

Power Frequency versus Time Characteristics



link box

Surge arrester POLIM-C.N



Technical data

Surge arresters with metal oxide resistors without spark gaps (MO surge arresters), direct molded silicone housing, grey color, designed and tested according to IEC 60099-4.

Normal discharge current Iw 10/100 kA peak	10 kA peak
Line discharge class ICD	2
High current impulse Iw 10/100 kA peak	100 kA peak
Long duration current impulse Iw 10/100 kA peak	100 kA peak
Short circuit rating Iw 10/100 kA peak	100 kA peak

The thermal stability of the MO surge arrester is proved in the operating duty test according to ICD 2, which gives an energy input of 5.5 kJ/kV (kV).

Power frequency voltage versus time characteristics (T00)

with prior energy input	
U ₁₀ = 1.05 x U _n	
U ₁₀ = 1.25 x U _n	
U ₁₀ = 1.35 x U _n	

Mechanical loads

Simple tension	50 kN
Tension strength test	1000 N
Short term test (SL), horizontal to axis	200 N
Long term test (SL), horizontal to axis	200 N

General data

Resistant at temperature	-55 to +40°C (for higher values contact manufacturer)
Altitude	up to 3000 m (for higher values contact manufacturer)

Frequency of system voltage

Weather ageing test	1000 h test series A
---------------------	----------------------

Korzyści z zastosowania cross-bonding w liniach kablowych WN i NN

Cross-bonding (przeplatane uziemianie ekranów kabli) to technika stosowana w liniach kablowych wysokiego (WN) i najwyższego napięcia (NN), polegająca na podziale ekranu kablowego (żyły powrotnej) na sekcje i ich odpowiednim połączeniu w celu redukcji strat cieplnych i poprawy wydajności systemu.

Korzyści techniczne i eksploatacyjne:

1.Redukcja strat w ekranach kabli

- W systemach bez cross-bondingu ekrany kablowe mogą generować znaczne straty ciepłe wskutek indukowanych prądów.
- Cross-bonding zmniejsza te straty poprzez odpowiednie łączenie i uziemianie sekcji ekranów.

2.Obniżenie napięcia na ekranach kabli

- Dzięki zastosowaniu tej metody napięcie względem ziemi na ekranach jest równomierniej rozłożone, co pozwala na stosowanie tańszych i lżejszych osłon kablowych.

3.Lepsza wydajność prądowa kabli

- Mniejsze straty ciepłe oznaczają niższą temperaturę pracy kabli, co pozwala na przesyłanie większej mocy przy tych samych przekrojach przewodów.

4.Zwiększenie trwałości izolacji kabli

- Mniejsze nagrzewanie kabli oraz niższe napięcia na ekranach zmniejszają ryzyko uszkodzeń izolacji, wydłużając tym samym żywotność całej instalacji.

5.Poprawa stabilności systemu energetycznego

- Zmniejszenie asymetrii napięć w systemie kablowym i bardziej równomierny rozkład potencjałów redukują zakłócenia elektromagnetyczne.

6.Zmniejszenie kosztów eksploatacyjnych

- Redukcja strat energii i wydłużenie żywotności kabli przekładają się na niższe koszty konserwacji i eksploatacji linii kablowych.

Podsumowanie:

Cross-bonding

to technika, która znacząco poprawia efektywność
i niezawodność linii kablowych WN i NN.

Dzięki redukcji strat cieplnych, poprawie wydajności prądowej
oraz zwiększeniu trwałości izolacji kabli, systemy energetyczne
stają się bardziej wydajne i ekonomiczne.

Jak zaradzić ewentualnym skutkom niepoprawnych połączeń przeplotów w skrzynkach crossbonding w istniejącej linii?

Należy:

- wprowadzić kontrolę połączeń w skrzynkach po wykonaniu badań pomontażowych (przed wprowadzeniem do eksploatacji),
- po stronie Inwestora lub GW określenie odpowiedzialności za poprawne połączenia: monterzy / grupa pomiarowa,
- należy sprawdzać właściwy układ przeplotów w każdym przypadku działań eksploatacyjnych oraz awaryjnych,
- należy wymagać od wykonawców dokumentacji fotograficznej oraz przygotowania schematów przeplotów dla każdej skrzynki po każdej ingerencji w połączenia żył powrotnych.

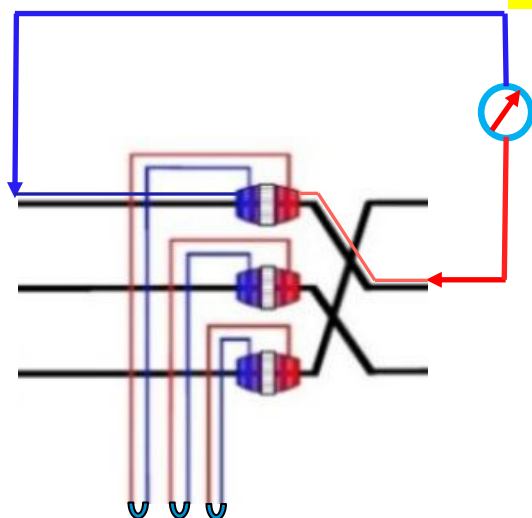
Pomiary powłoki zewnętrznej kabla po
każdorazowym ułożeniu odcinka linii oraz ...



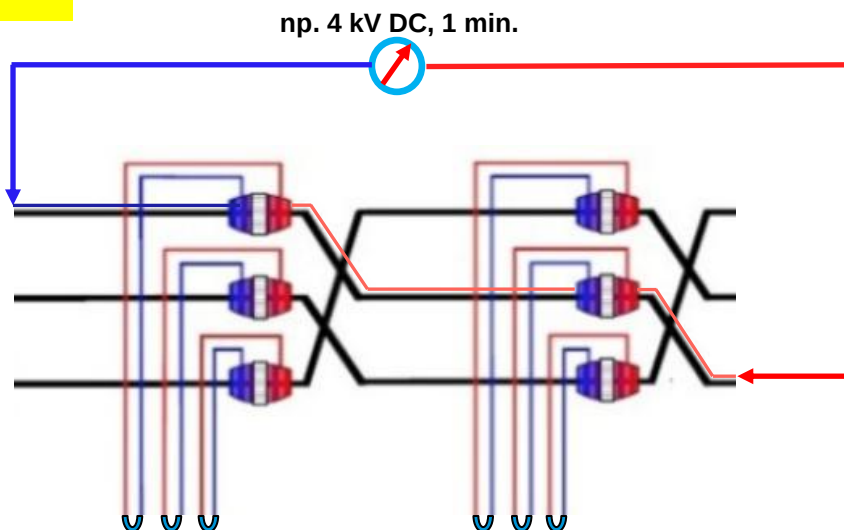
... sukcesywnie po kompletnym zmontowaniu każdej osobnej jednostki osprzętu każdej sekcji oraz połączonych mufami odcinków stanowiących skład montowanej linii NN a także przed ponownym rozpoczęciem montażu przerwany z przyczyn różnych.

pomiary powłoki zewnętrznej każdej fazy kabla i nowozmontowanego osprzętu

Uwaga
przed pomiarem bezwzględnie i
prawidłowo określić
przynależność żyły powrotnej do
danej fazy !



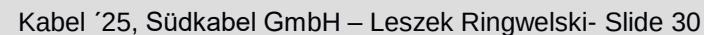
Tymczasowe, dla celów pomiarowych, mostki łączeniowe w skrzynkach CB



Jak zaradzić ewentualnym skutkom niepoprawnych połączeń przeplotów w skrzynkach crossbonding w istniejącej linii?

Należy:

- wprowadzić kontrolę połączeń w skrzynkach po wykonaniu badań pomontażowych (przed wprowadzeniem do eksploatacji),
- określić odpowiedzialność po stronie Inwestora lub GW za poprawne połączenia: monterzy / grupa pomiarowa,
- sprawdzać właściwy układ przeplotów w każdym przypadku działań eksploatacyjnych oraz awaryjnych,
- wymagać od wykonawców dokumentacji fotograficznej oraz przygotowania schematów przeplotów dla każdej skrzynki po każdej ingerencji w połączenia żył powrotnych.



Dziękuję za uwagę

SÜDKABEL

able to do

SUMITOMO
ELECTRIC
GROUP

Kontakt:

Sebastian Ebert
Vice Prezydent



Telefon: +49 (0) 621 8507 395
Mobil: +49 (0) 173 2598 491
E-Mail: sebastian.ebert@suedkabel.com

Leszek Ringwelski
Doradca Techniczny



Telefon: +49 (0) 621 4459 8898
Mobil: +49 (0) 176 5697 9256
E-Mail: leszek.ringwelski@suedkabel.com

Grzegorz Szyngiera
Prezes Zarządu



Telefon: +48 (0) 22 678 15 14
Mobil: +48 601 293 603
E-Mail: cze@cze.com.pl



**CENTRALA ZAOPATRZENIA
ENERGETYKI SP. Z O.O.**

ul. Białostocka 7, 03-741 Warszawa

Südkabel Polska