

# Błędy połączeń żył powrotnych w układzie cross-bondingu

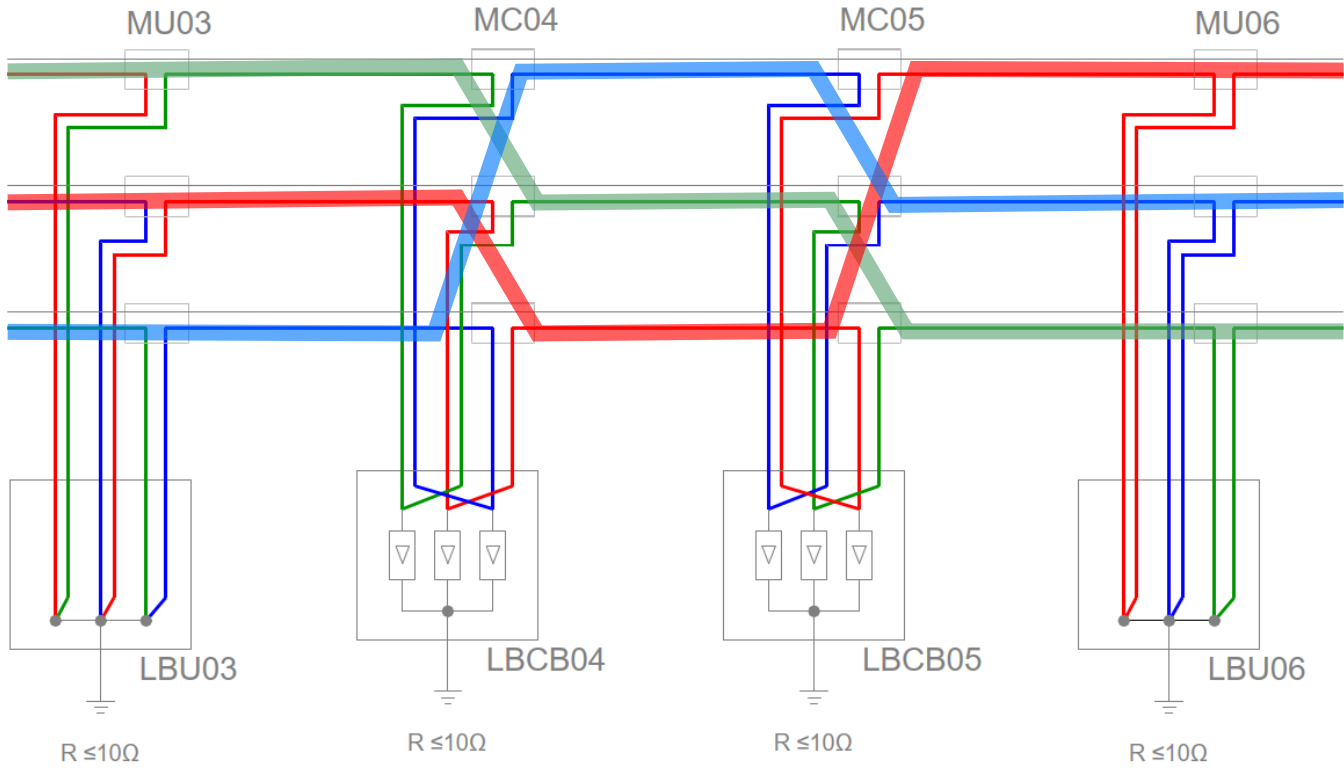
## Przykłady i konsekwencje

Przygotował:  
dr inż. Andrzej Cichy

1. Wstęp
2. Przykłady nieprawidłowego cross-bondingu
  - 2.1. Poprawny układ połączeń w układzie cross-bondingu,
  - 2.2. Wersje niepoprawnych połączeń w układzie cross-bondingu:
    - 2.2.1. Schemat połączeń,
    - 2.2.2. Wyniki obliczeń parametrów elektrycznych
3. Wnioski i podsumowanie

Poniższe rozważania opierają się na rzeczywistych realizacjach wykonanych przeplotów żył powrotnych kabli WN. Obrazują one kilka przypadków z szerokiego katalogu możliwości niewłaściwych realizacji cross-bondingu dla linii kablowych WN.

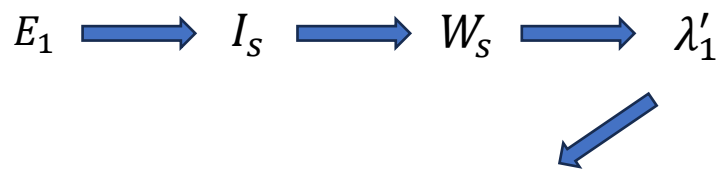
# Przykłady nieprawidłowego cross-bondingu



Poprawny przeplot pomiędzy mufami MU03 a MU06

# Przykłady nieprawidłowego cross-bondingu

Procedura obliczeniowa

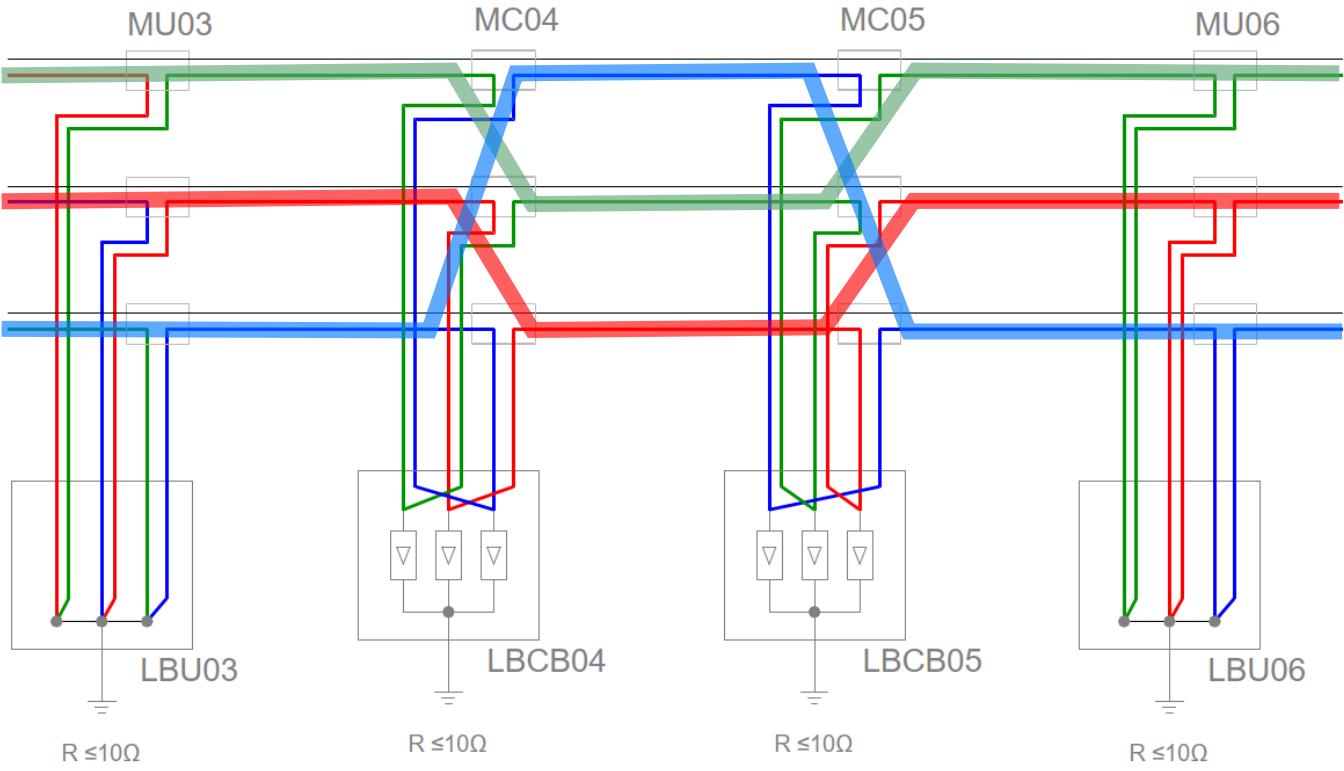


$$I_c = \sqrt{\frac{\Delta\theta - W_d \cdot (0,5 \cdot T_1 + (T_2 + T_3 + T_4))}{R \cdot T_1 + n \cdot R \cdot (1 + \lambda_1) \cdot T_2 + n \cdot R \cdot (1 + \lambda_1 + \lambda_2) \cdot (T_3 + T_4)}}$$

Przykład 1. Linia kablowa z kablami 132 kV o przekroju żyły roboczej 1000 mm<sup>2</sup>

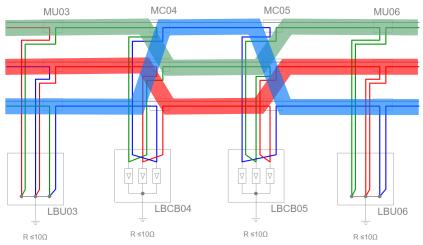
# Przykłady nieprawidłowego cross-bondingu

Przypadek pierwszy niepoprawnego przeplotu żył powrotnych



Niepoprawny przeplot pomiędzy mufami MU03 a MU06

# Przykłady nieprawidłowego cross-bondingu



Odcinek		Długość sekcji
		m
MU03	MC04	1596
MC04	MC05	1591
MC05	MU06	1612
		Prąd w ekranie
		A
		<b>172,5</b>

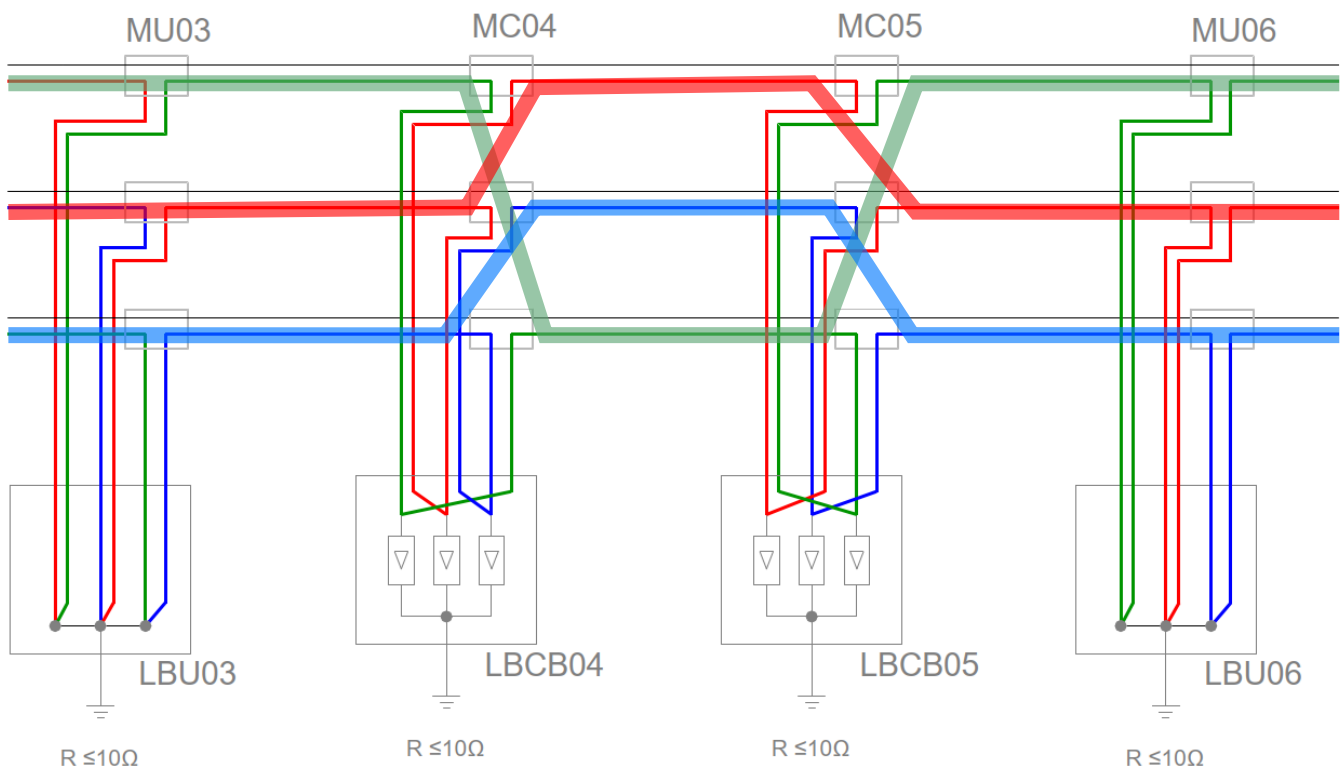
		Prawidłowy cross bonding?	
		TAK	NIE
Symbol	Jednostka	Wartość	Wartość
I	A	883	<b>835</b>
I <sub>s</sub>	A	19	<b>173</b>

Wymagana maksymalna obciążalność długotrwała [A]	<b>832</b>
--	------------



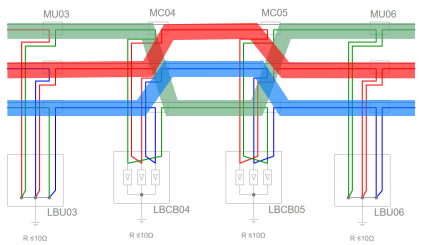
# Przykłady nieprawidłowego cross-bondingu

## Przypadek drugi niepoprawnego przeplotu żył powrotnych



Niepoprawny przeplot pomiędzy mufami MU03 a MU06

# Przykłady nieprawidłowego cross-bondingu



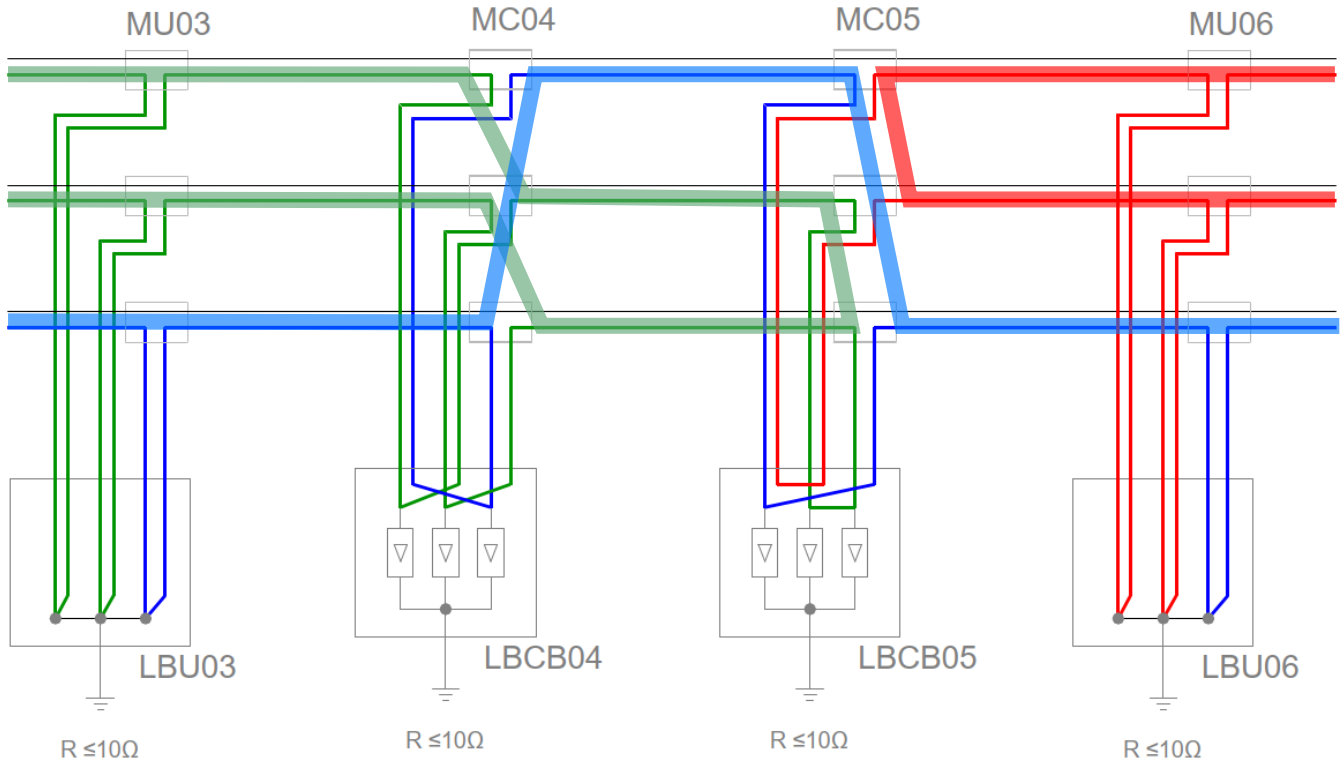
Odcinek		Długość sekcji
		m
MU03	MC04	1607
MC04	MC05	1684
MC05	MU06	1668
		Prąd w ekranie
		A
		129,5

		Prawidłowy cross bonding	
		TAK	NIE
Symbol	Jednostka	Wartość	Wartość
I	A	883	847
I <sub>s</sub>	A	15	130

Wymagana maksymalna obciążalność długotrwała [A]	832
--	-----

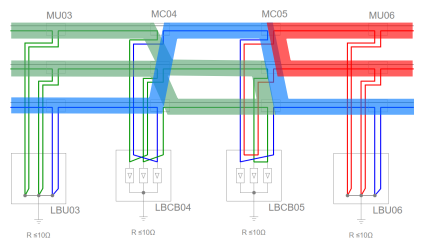
# Przykłady nieprawidłowego cross-bondingu

Przypadek trzeci niepoprawnego przeplotu żył powrotnych



Niepoprawny przeplot pomiędzy mufami MU03 a MU06

# Przykłady nieprawidłowego cross-bondingu



Odcinek	Długość sekcji [m]
MU03 MC04	1596
MC04 MC05	1591
MC05 MU06	1612
	Prąd w ekranie
	A
	<b>172,5</b>

Odcinek	Długość sekcji [m]
MU03 MC04	1596
MC04 MC05	1591
MC05 MC04	1591
MC04 MU03	1612
	Prąd w ekranie
	A
	<b>128,7</b>

Odcinek	Długość sekcji [m]
MU06 MC05	1612
MC05 MU06	1612
	Prąd w ekranie
	A
	<b>244,5</b>

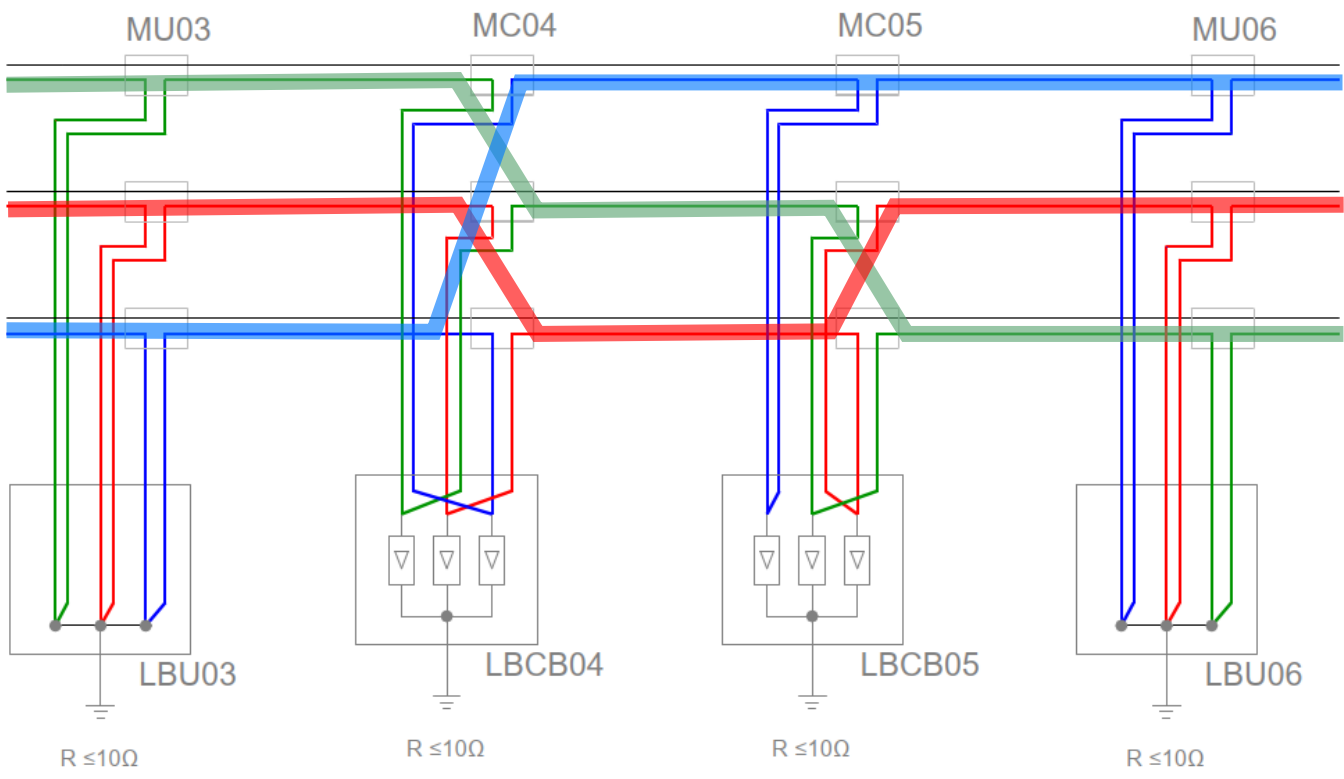
		Prawidłowy cross bonding?	
		TAK	NIE
Symbol	Jednostka	Wartość	Wartość
I	A	883	<b>791</b>
I <sub>s</sub>	A	19	<b>245</b>

Wymagana maksymalna obciążalność długotrwała [A]	<b>832</b>
--	------------

Przykład 2. Linia kablowa z kablami 132 kV o przekroju żyły roboczej 500 mm<sup>2</sup>

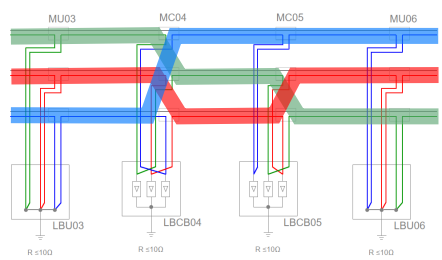
# Przykłady nieprawidłowego cross-bondingu

## Przypadek czwarty niepoprawnego przeplotu żył powrotnych



Niepoprawny przeplot pomiędzy mufami MU03 a MU06

# Przykłady nieprawidłowego cross-bondingu



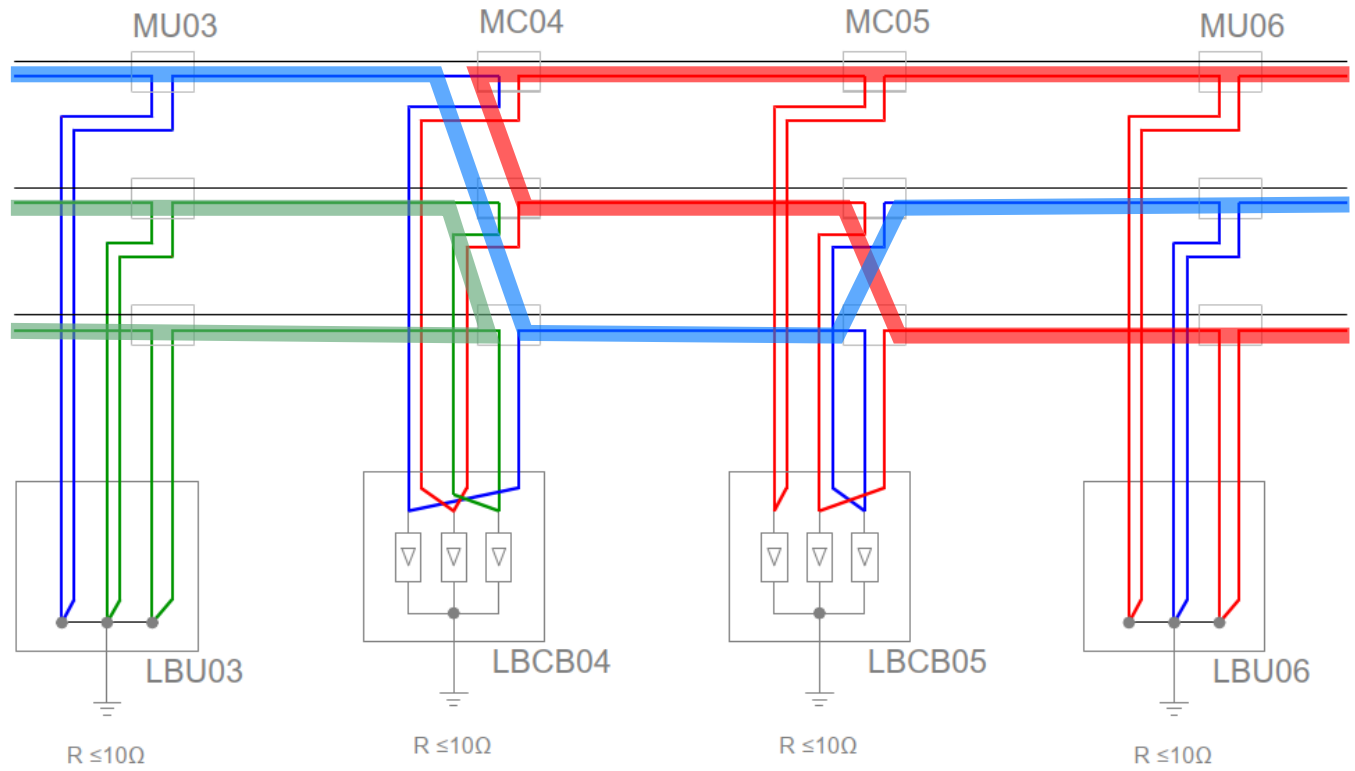
Odcinek		Długość sekcji
		m
MU03	MC04	1113
MC04	MC05	1041
MC05	MU06	1058
		Prąd w ekranie
		A
		<b>179,7</b>

		Prawidłowy cross bonding?	
		TAK	NIE
Symbol	Jednostka	Wartość	Wartość
I	A	612	<b>559</b>
I <sub>s</sub>	A	12	<b>180</b>

Wymagana maksymalna obciążalność długotrwała [A]	<b>487</b>
--	------------

# Przykłady nieprawidłowego cross-bondingu

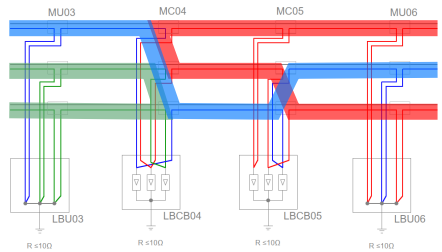
Przypadek piąty niepoprawnego przeplotu żył powrotnych



Niepoprawny przeplot pomiędzy mufami MU03 a MU06



# Przykłady nieprawidłowego cross-bondingu



Odcinek		Długość sekcji
		m
MU03	MC04	4540
MC04	MC05	2270
MC05	MU06	2270
		Prąd w ekranie
		A
		<b>169,7</b>

		Prawidłowy cross bonding?	
		TAK	NIE
Symbol	Jednostka	Wartość	Wartość
I	A	612	<b>564</b>
I <sub>s</sub>	A	12	<b>170</b>

Wymagana maksymalna obciążalność długotrwała [A]	<b>487</b>
--	------------

# Wnioski i podsumowanie

Płynący prąd w żyłach powrotnych:

- nagrzewa żyłę powrotną,
- ogranicza obciążalność prądową żyły roboczej.

Z własności XLPE wynika konieczność nieprzekraczanie temperatury 90°C izolacji roboczej kabla dla stanu ustalonego a tym samym konieczność utrzymania równowagi cieplnej temperatury żyły roboczej i temperatury żyły powrotnej. Jakiegokolwiek zaburzenie tego stanu „w górę” może spowodować przegrzanie kabla a tym samym awarię kabla lub też osprzętu kablowego.

Wyniki obliczeń dla stanów z nieprawidłowym przeplotem żył powrotnych pokazują znaczne zwiększenia prądów płynących w żyłach powrotnych obniżających obciążalność kabli oraz mogąc istotnie nagrzać złączkę łączącą druty żył powrotnych kabli z przewodami cross-bondingowymi w mufach kablowych lub inne elementy tego toru prądowego wewnątrz mufy kablowej.

# Wnioski i podsumowanie

Jak zaradzić ewentualnym skutkom niepoprawnych połączeń przeplotów w skrzynkach cross-bonding 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.

# Wnioski i podsumowanie

Jak zaradzić ewentualnym skutkom niepoprawnych połączeń przeplotów w skrzynkach cross-bonding dla projektowanych linii?

Należy:

- na etapie dokumentacji wykonawczej przeprowadzić obliczenia napięć indukowanych oraz prądów w żyłach powrotnych dla założonych warunków ułożenia kabla, warunków pracy oraz warunków zwarciovych,
- na etapie dokumentacji powykonawczej przeprowadzić ponowne obliczenia napięć indukowanych oraz prądów w żyłach powrotnych dla wykonanych warunków ułożenia kabla, warunków pracy oraz warunków zwarciovych,
- stosować monitoring DTS.

**Dziękuję Państwu  
za uwagę**