



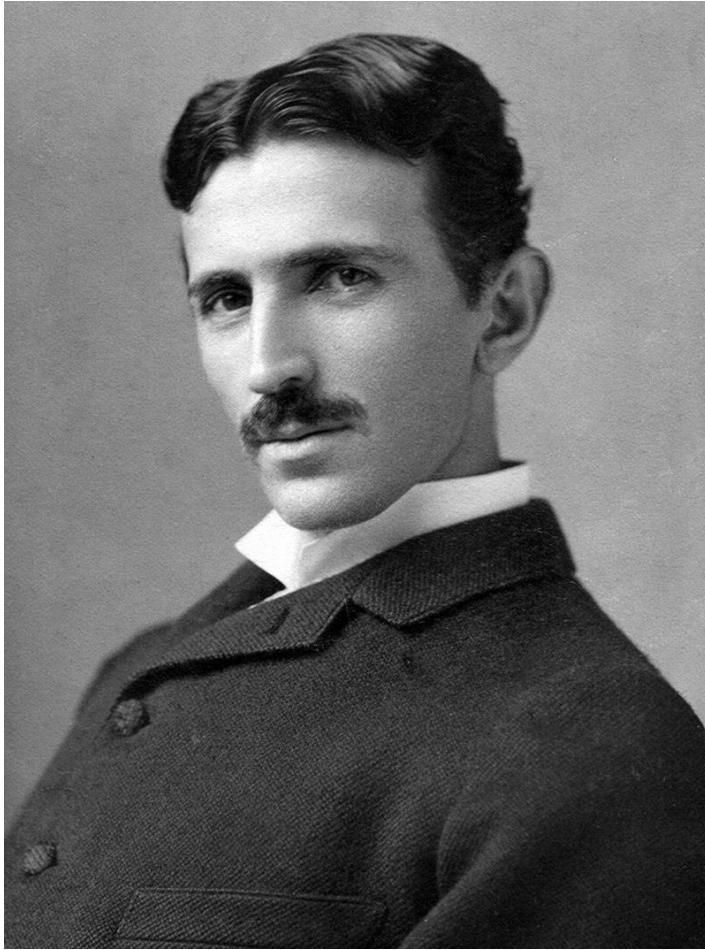
AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

Zbigniew HANZELKA

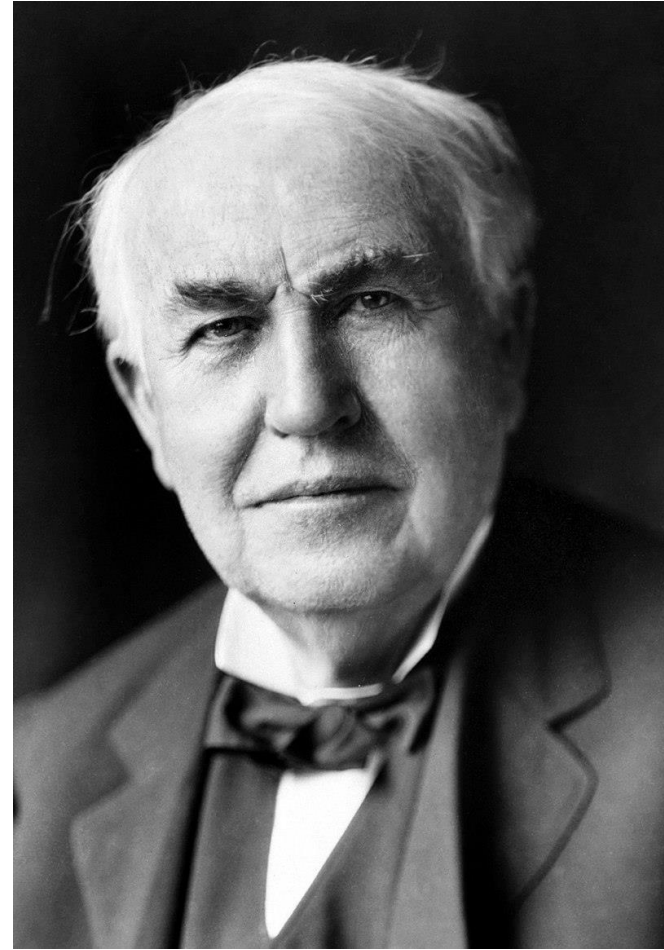
Sieci rozdzielcze średniego napięcia prądu stałego (DC)

Kraków 25 kwietnia 2024 r.

Sieci DC czy AC?



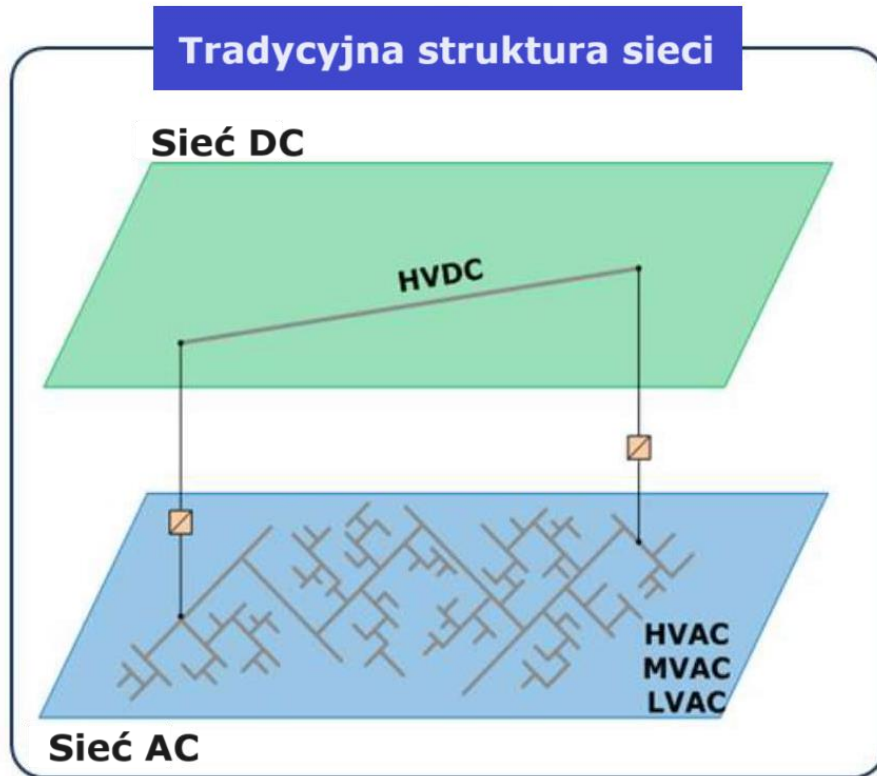
Nikola TESLA (1856-1943)
(https://en.wikipedia.org/wiki/Nikola_Tesla)



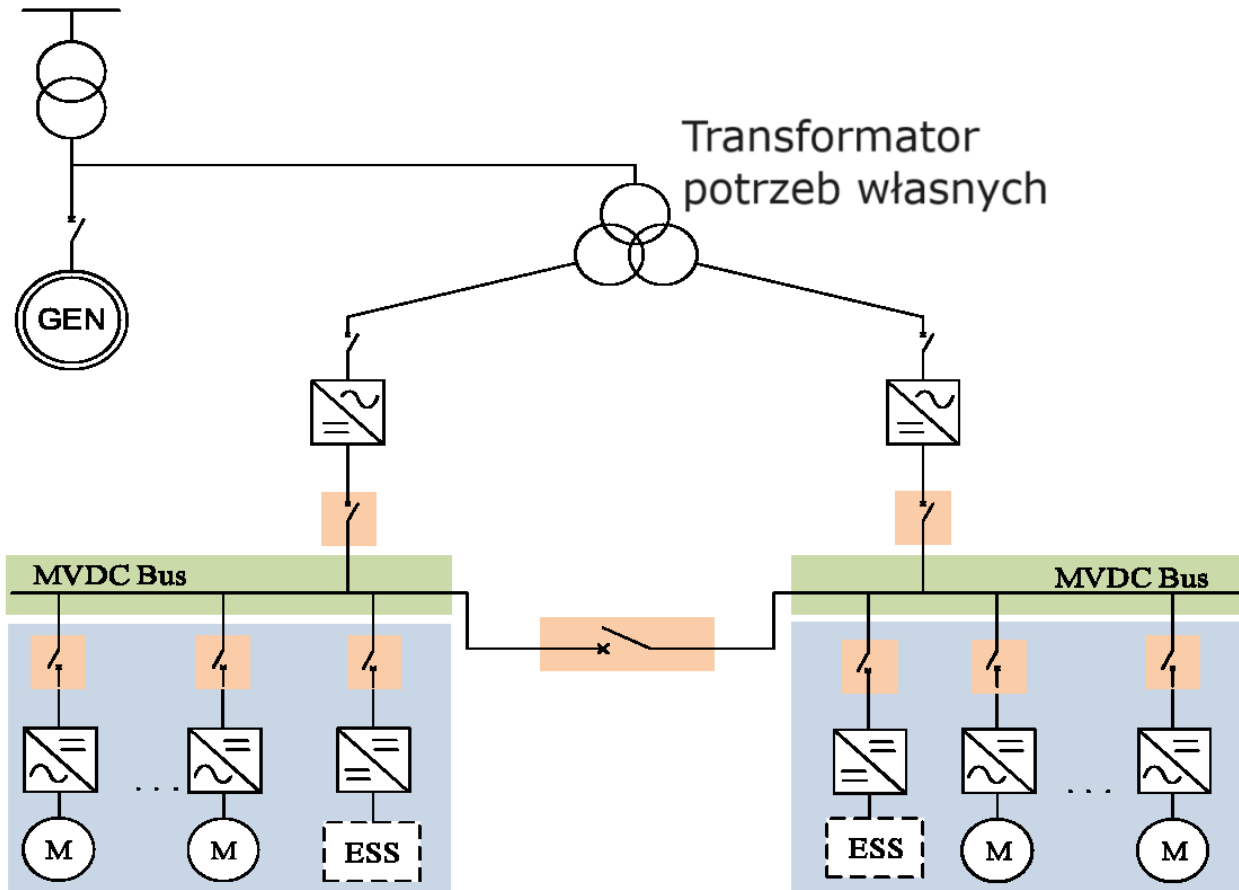
Thomas EDISON (1847-1931)
(https://pl.wikipedia.org/wiki/Thomas_Alva_Edison)

Sieci DC czy AC?

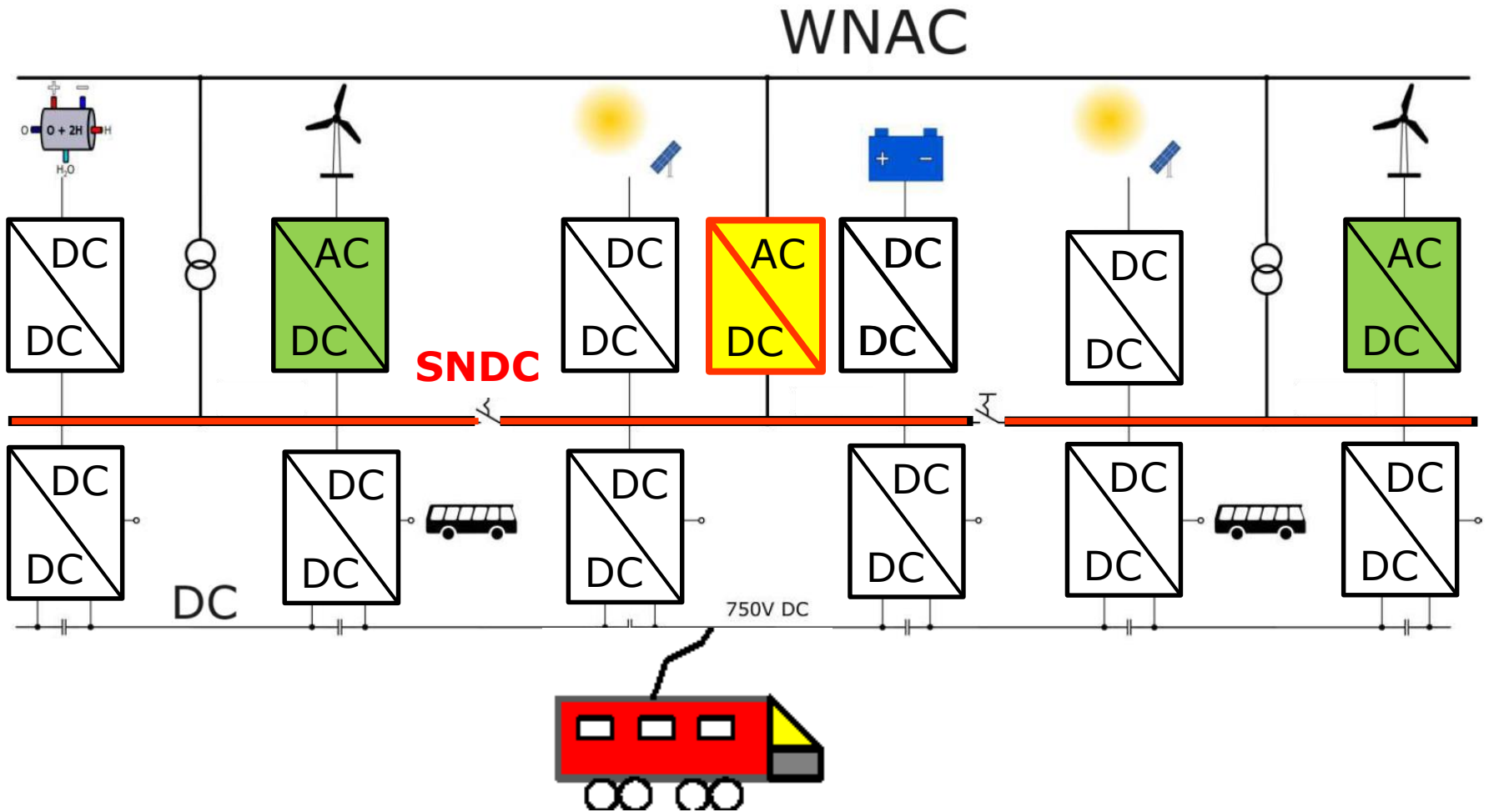
Tradycyjna struktura sieci



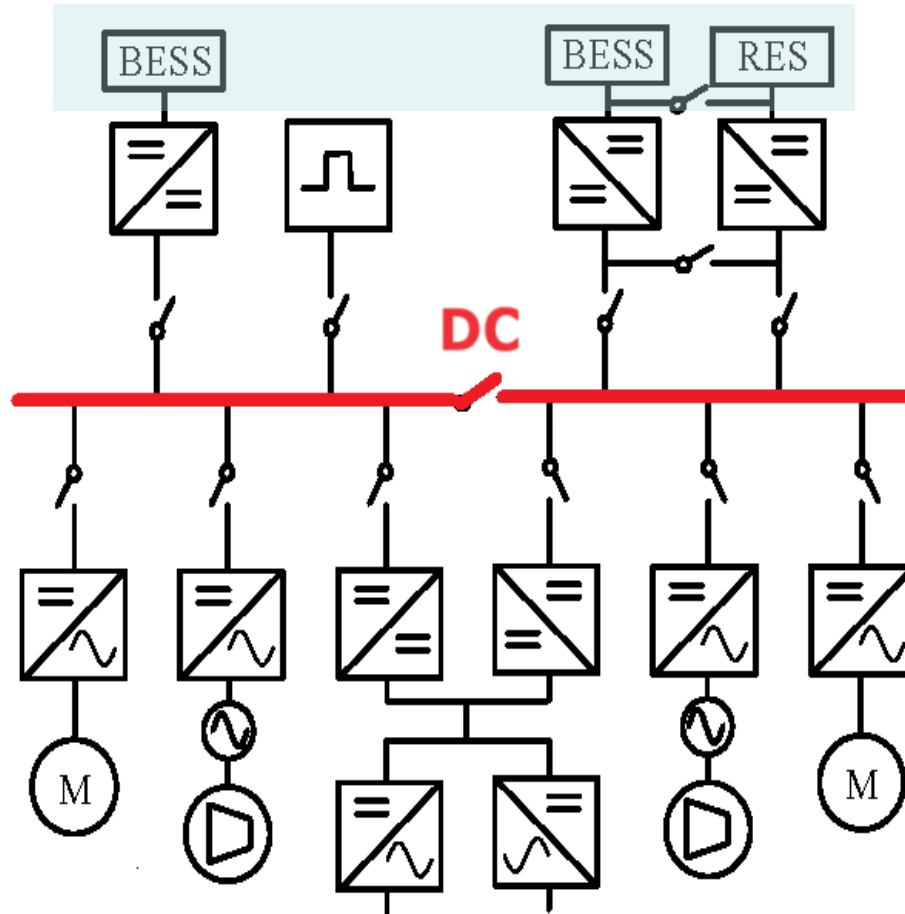
Sieci DC czy AC?



Sieci DC czy AC?

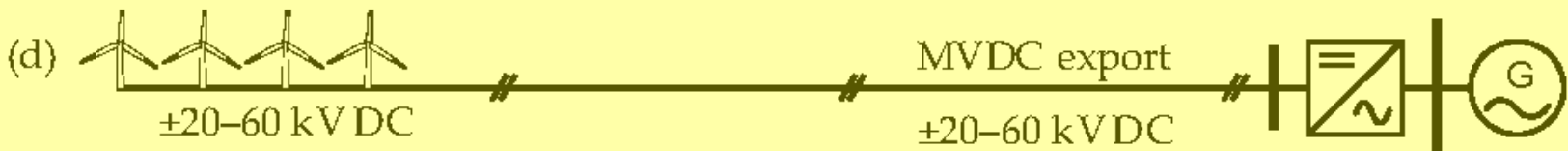
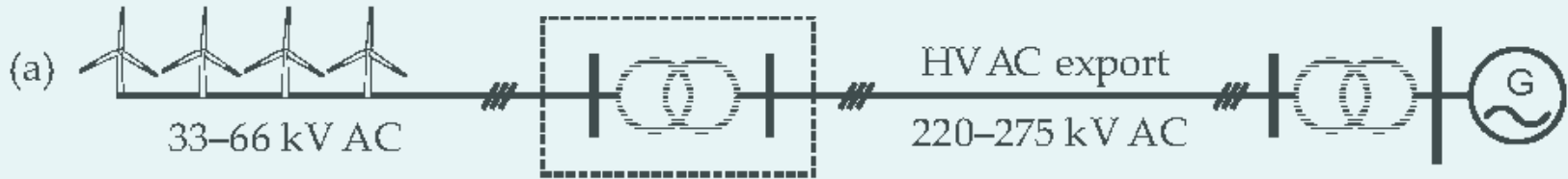


Sieci DC czy AC?

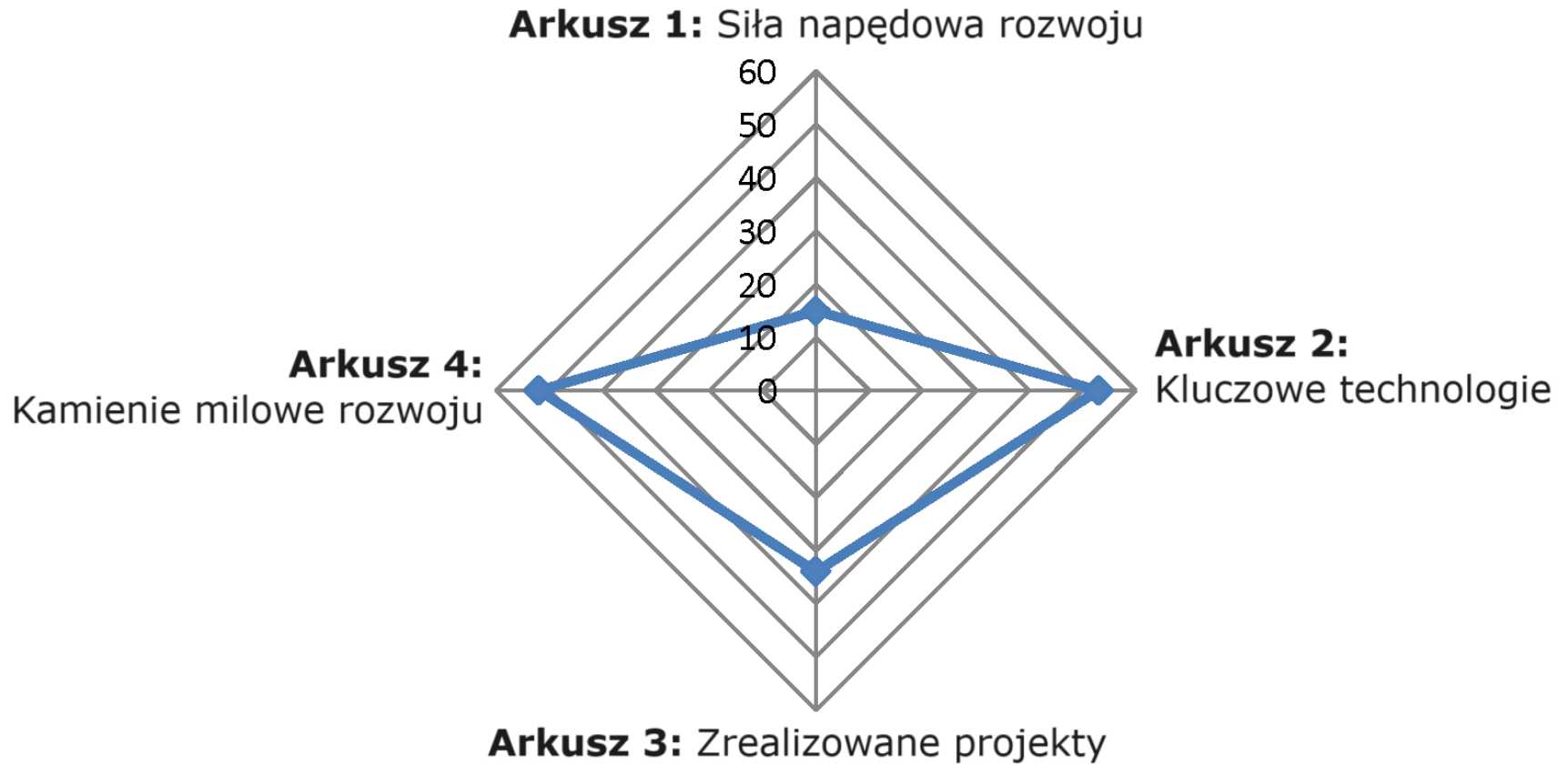


Sieci DC czy AC?

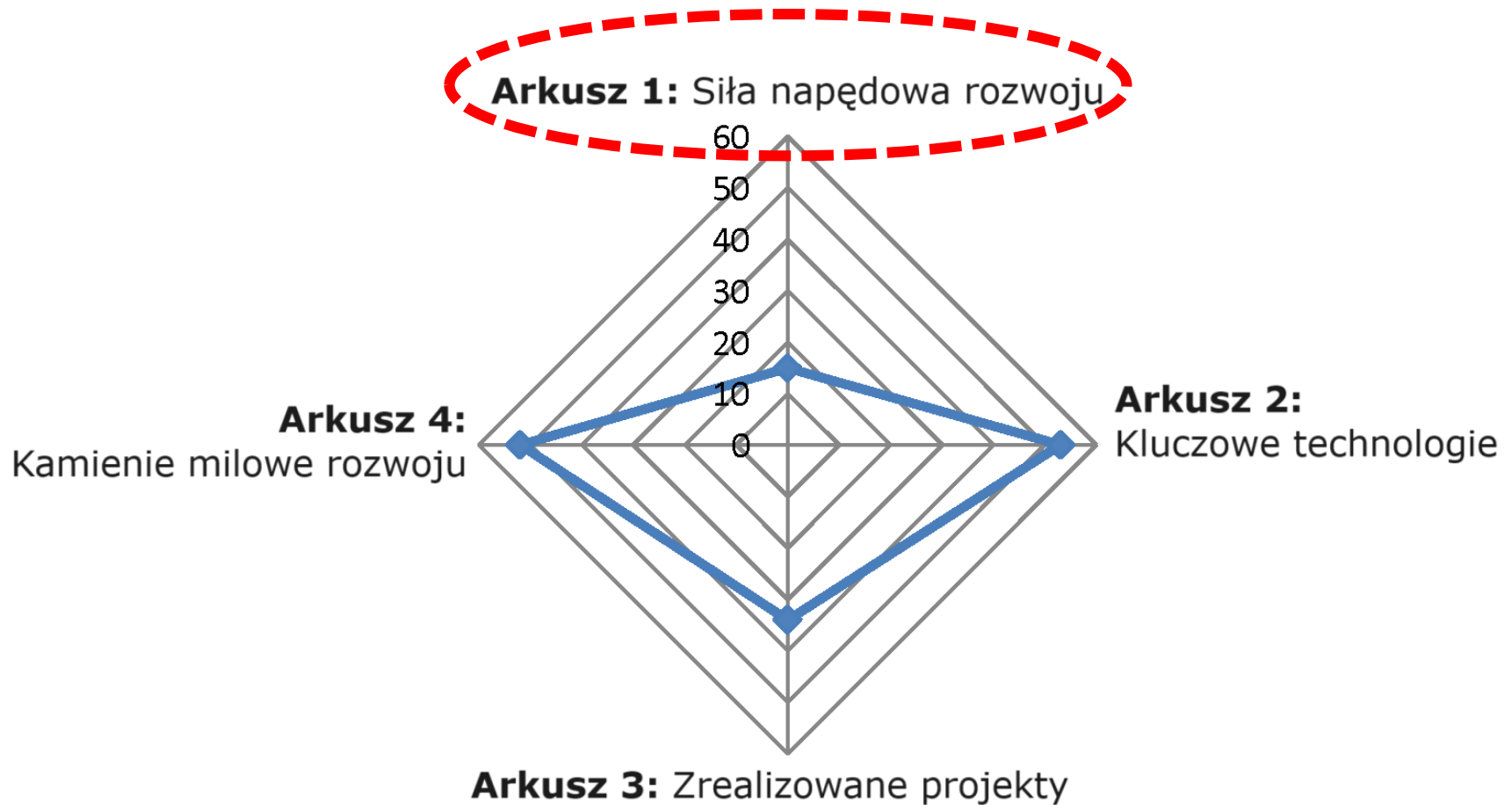
PLATFORMA



Ankieta WG C6.31 CIGRE

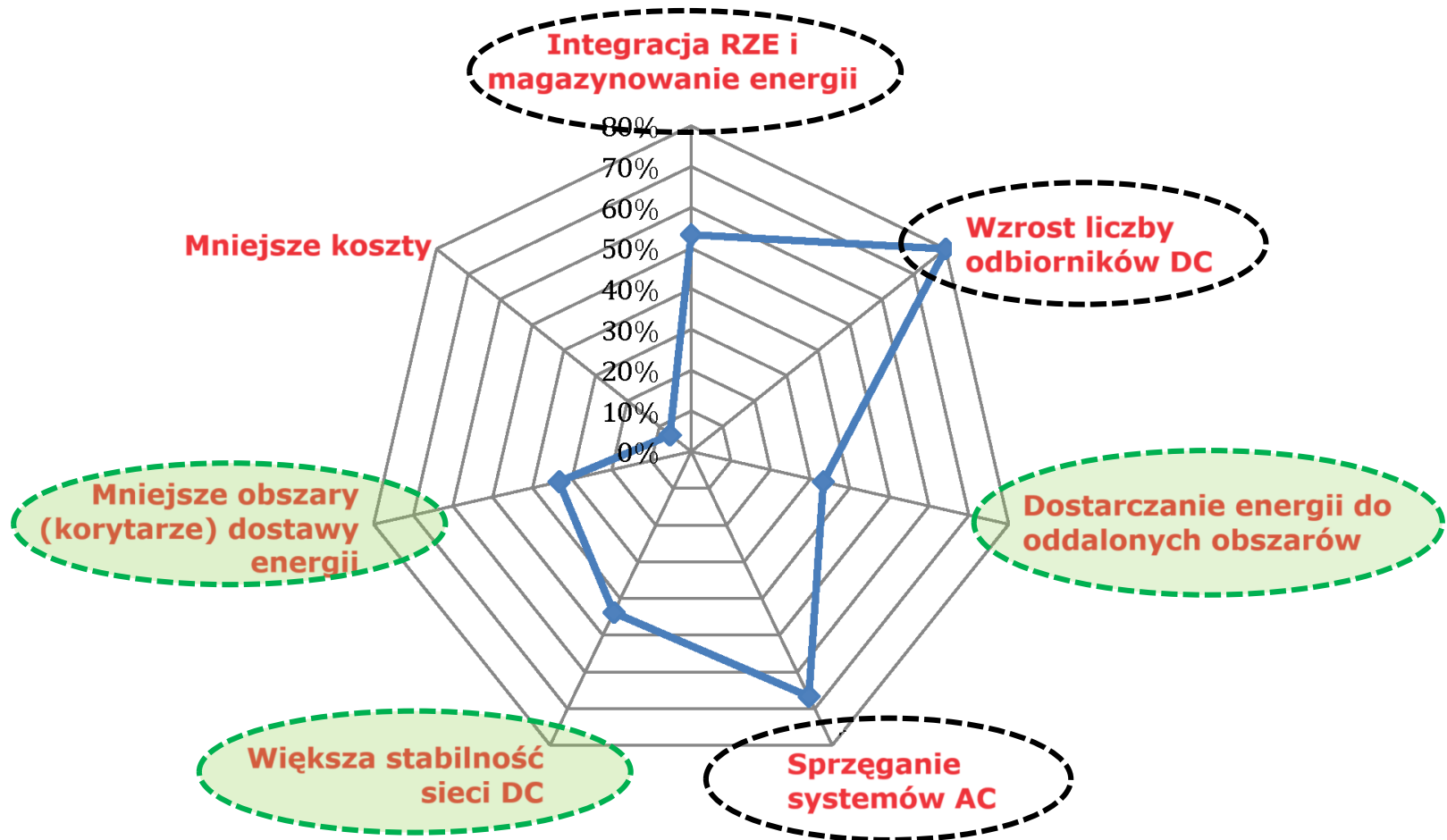


Ankieta WG C6.31 CIGRE



Ankieta WG C6.31 CIGRE

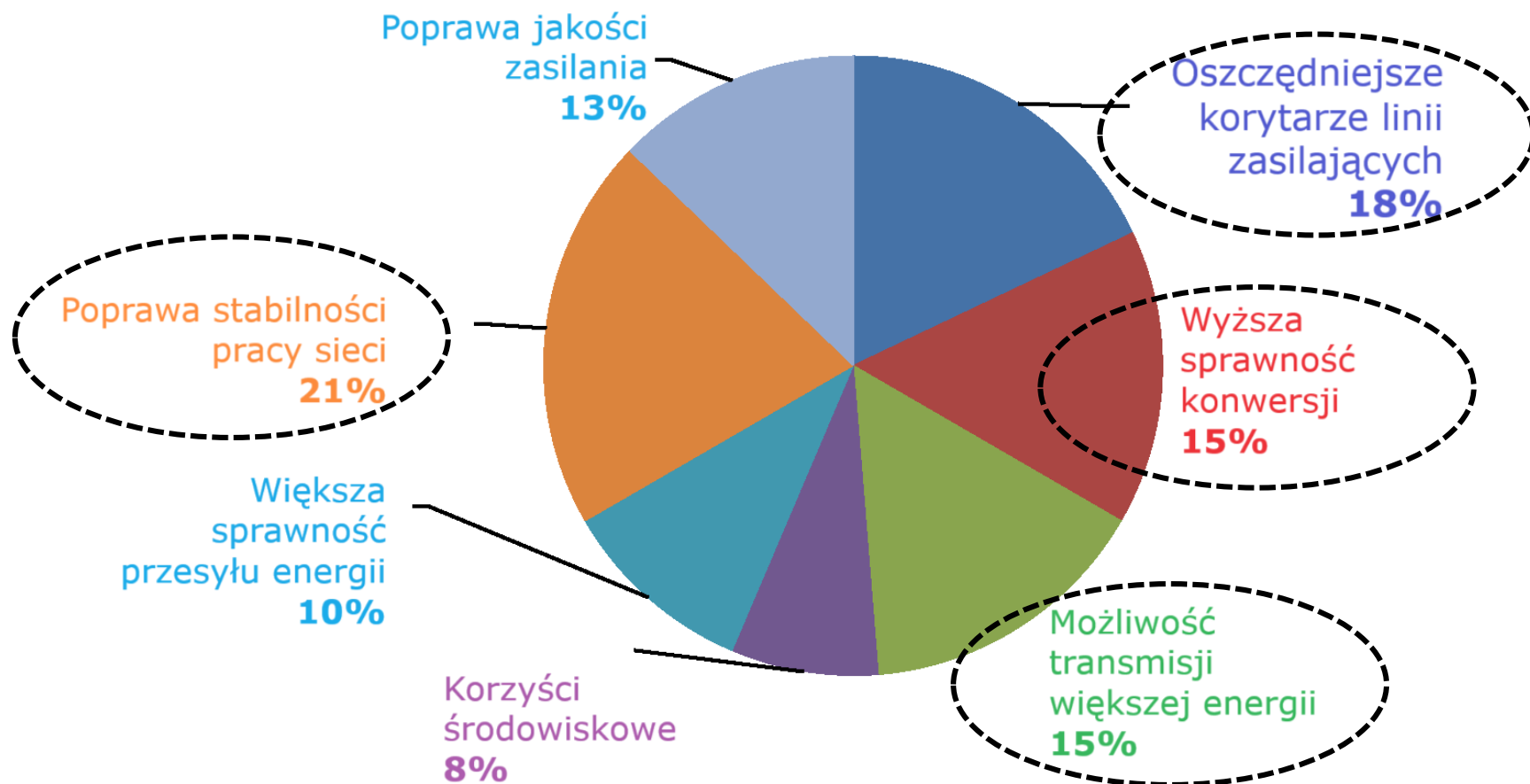
SIŁA NAPĘDOWA ROZWOJU



Ankieta WG C6.31 CIGRE

SIŁA NAPĘDOWA ROZWOJU

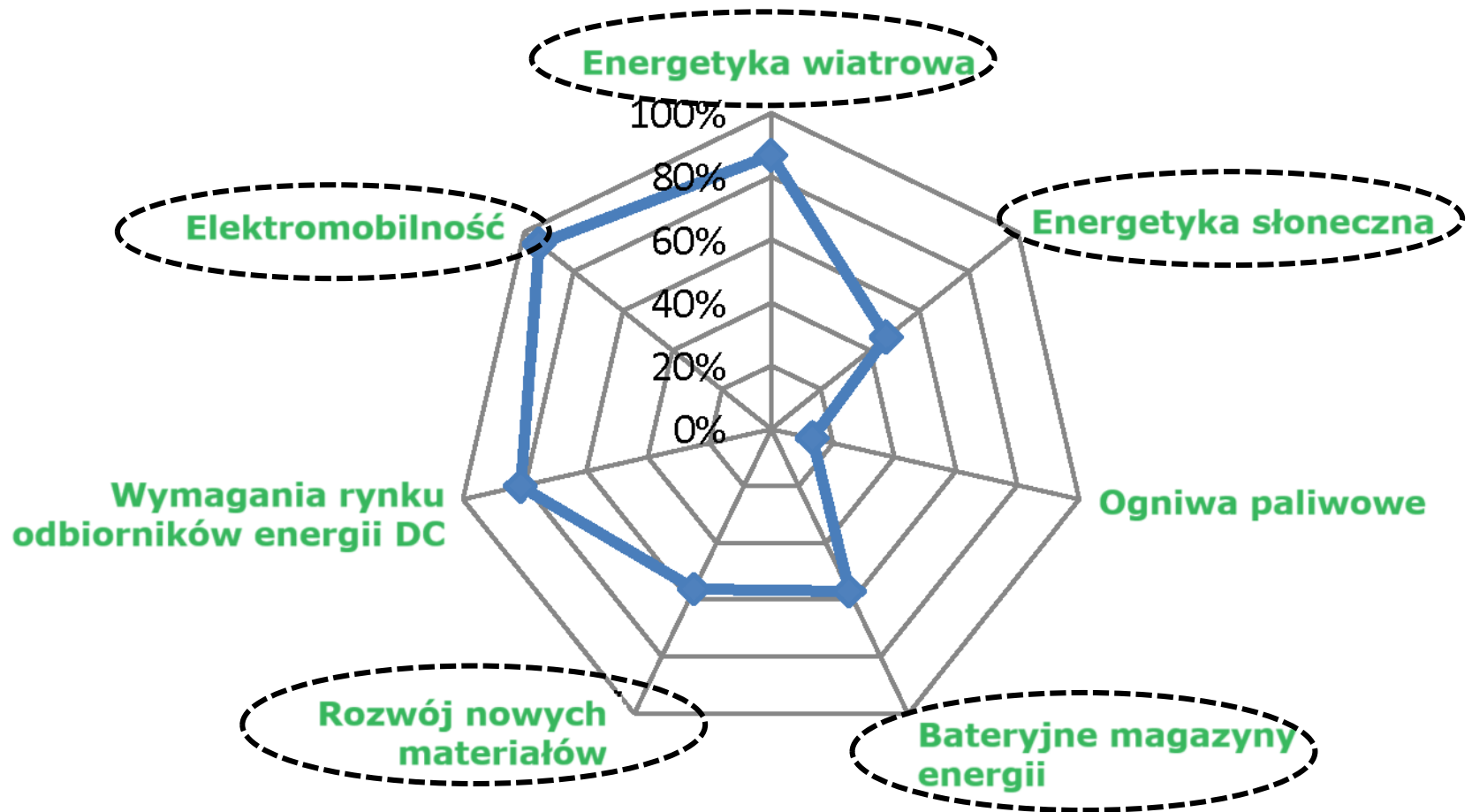
Wewnętrzne czynniki rozwoju



Ankieta WG C6.31 CIGRE

SIŁA NAPĘDOWA ROZWOJU

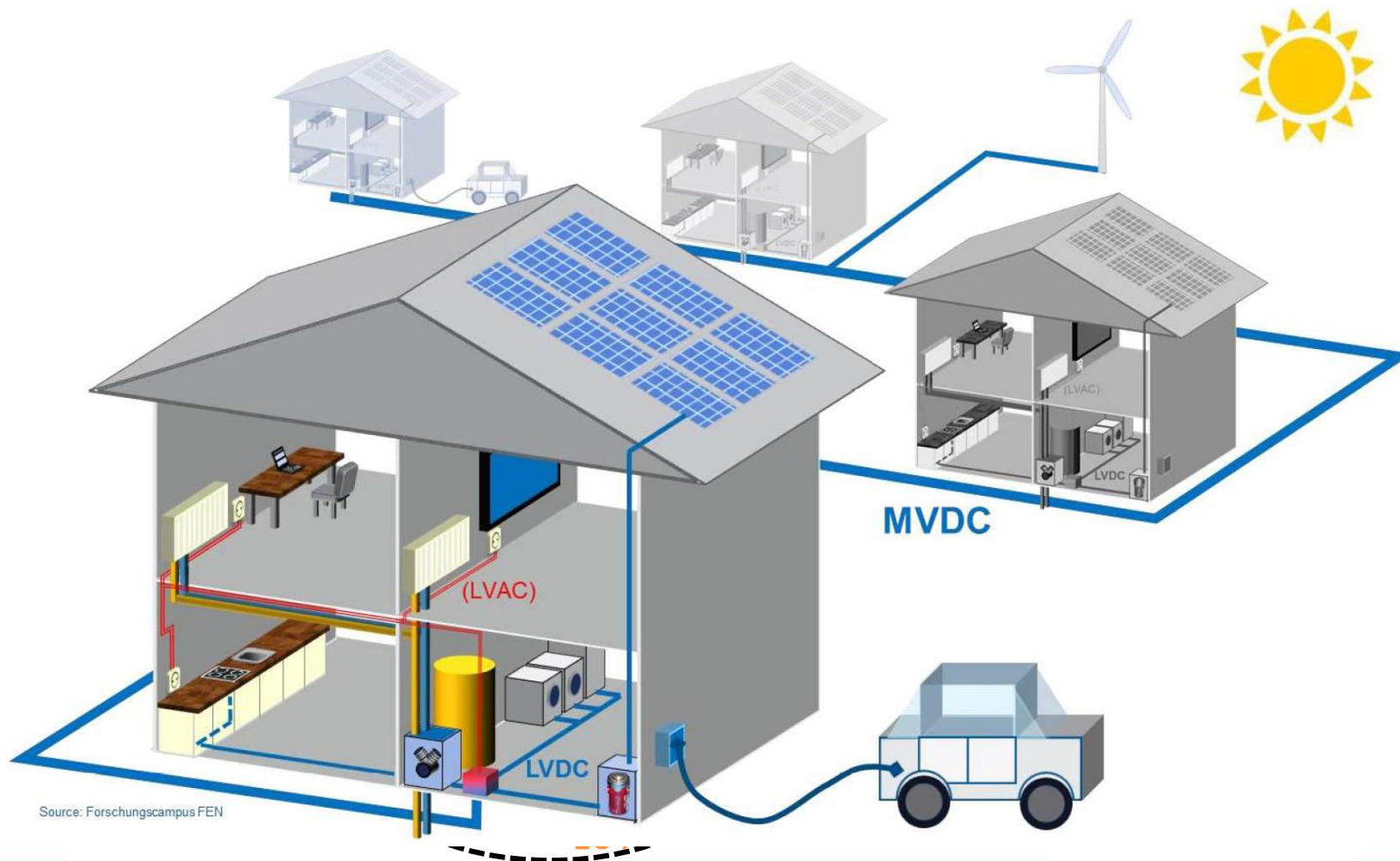
Zewnętrzne czynniki rozwoju



Ankieta WG C6.31 CIGRE

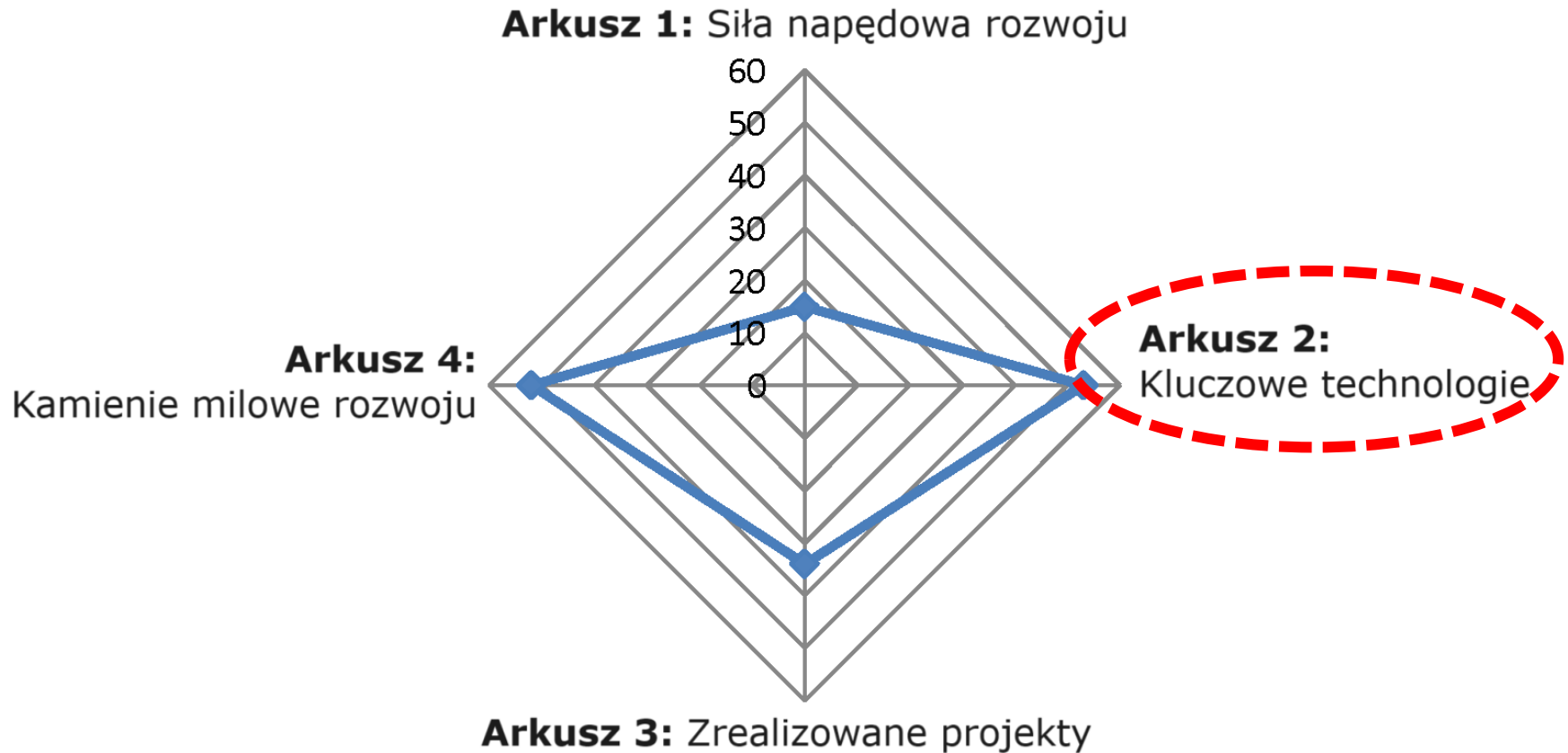
SIŁA NAPĘDOWA ROZWOJU

Wymagania rynku



Source: Forschungscampus FEN

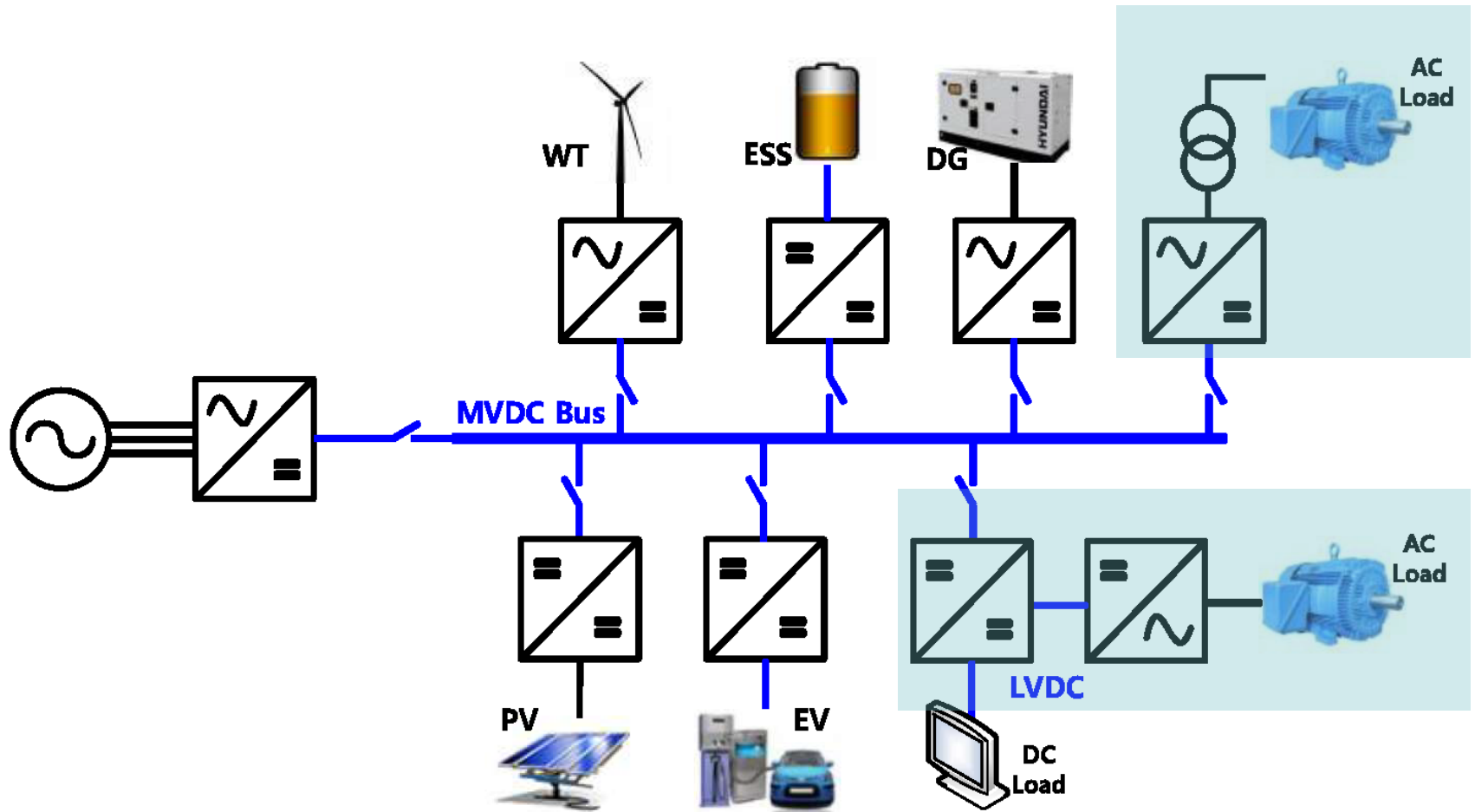
Ankieta WG C6.31 CIGRE



Ankieta WG C6.31 CIGRE

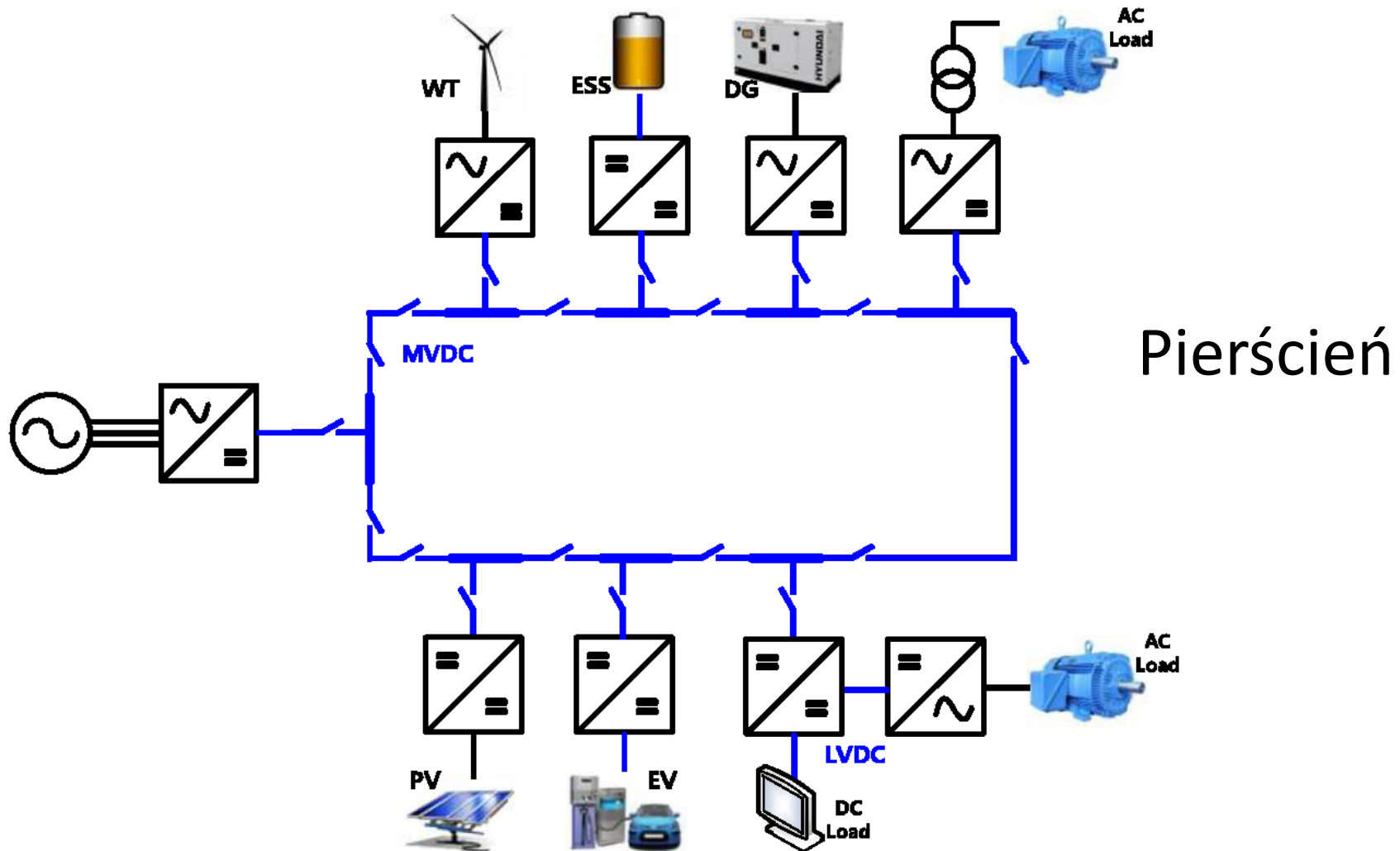
L.p.	Szeregi wartości [kV]
1	$\pm 100/\pm 35/\pm 10/\pm 0,4$
2	$\pm 100/\pm 35/\pm 0,4$
3	$\pm 100/\pm 20/\pm 0,4$
4	$\pm 100/\pm 20/0,11$
5	$\pm 100/\pm 10/\pm 0,4$
6	$\pm 100/\pm 10/0,11$
7	$\pm 60/\pm 20/\pm 0,4$
8	$\pm 60/\pm 10/\pm 0,4$
9	$\pm 60/\pm 10/0,11$

Konfiguracja sieci DC

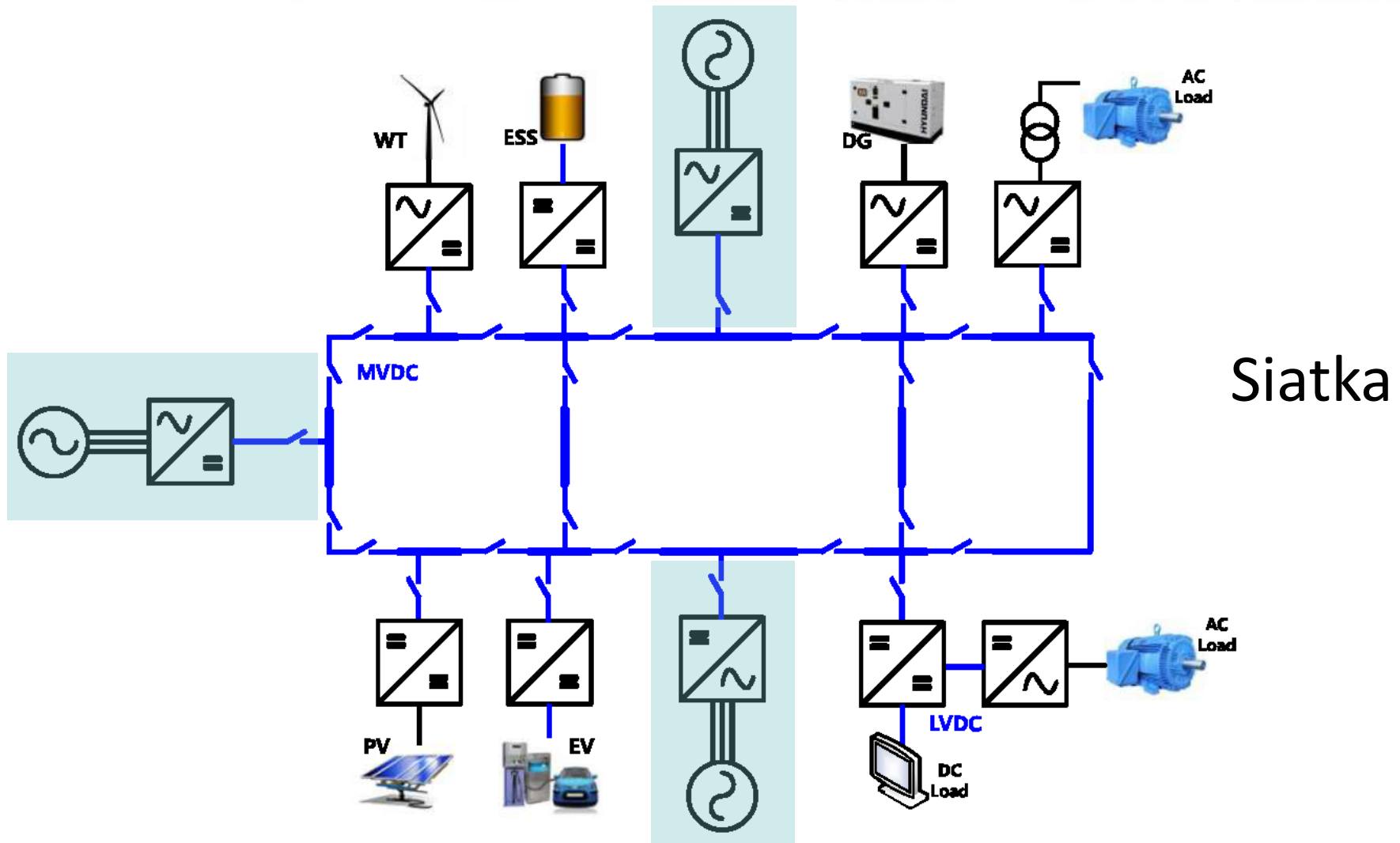


Sieć promieniowa

Konfiguracja sieci DC



Konfiguracja sieci DC



Polaryzacja napięcia

		Struktura przekształtnika energoelektronicznego	
		Jednobiegunowa	Dwubiegunowa
Ścieżka powrotna	Uziemienie	Jednobiegunowa z uziemieniem powrotnym	Dwubiegunowa z uziemieniem
	Metaliczne połączenie	Jednobiegunowa z metalicznym powrotem	Dwubiegunowa z metalicznym powrotem

Polaryzacja napięcia



**Jednobiegunowa z
uziemieniem powrotnym**

**Ścieżka
powrotna**

Uziemienie

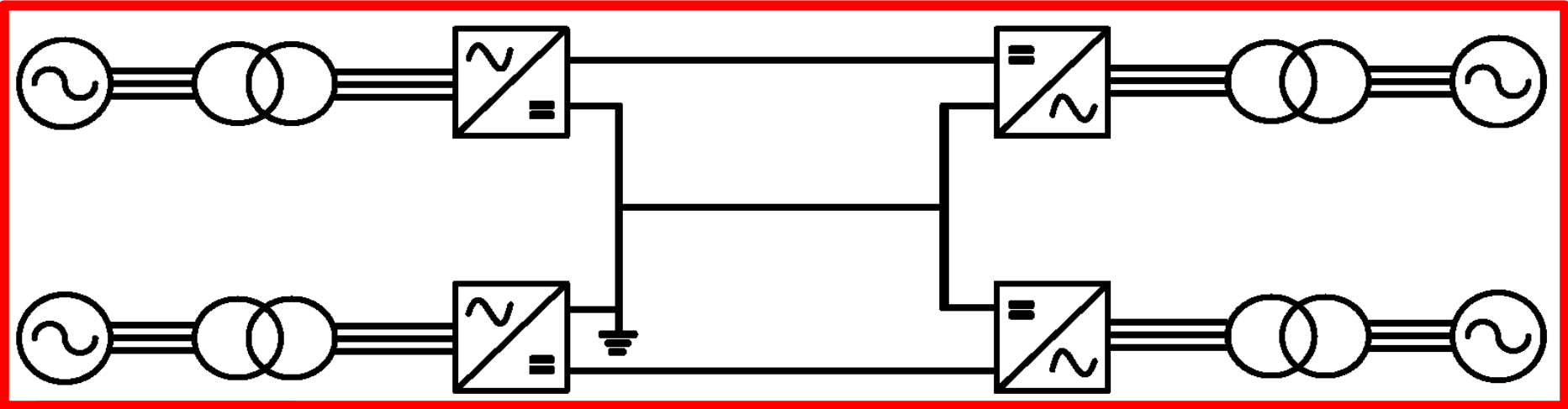
Metaliczne
połączenie

Jednobiegunowa z
metalicznym powrotem

Dwubiegunowa z
uziemieniem

Dwubiegunowa z
metalicznym
powrotem

Polaryzacja napięcia



Scieżka powrotna	Uziemienie	Jednobiegunowa z uziemieniem powrotnym	Dwubiegunowa z uziemieniem
	Metaliczne połączenie	Jednobiegunowa z metalicznym powrotem	Dwubiegunowa z metalicznym powrotem

Ograniczenia sieci SNDC

- **Inne systemy zabezpieczeń**
- **Konieczny rozwój technologii wyłączników SNDC**
- **Dalszy rozwój przetwornic DC/DC**
- **Brak standardów i kodów sieci SNDC umożliwiających zarządzanie siecią DC**
-

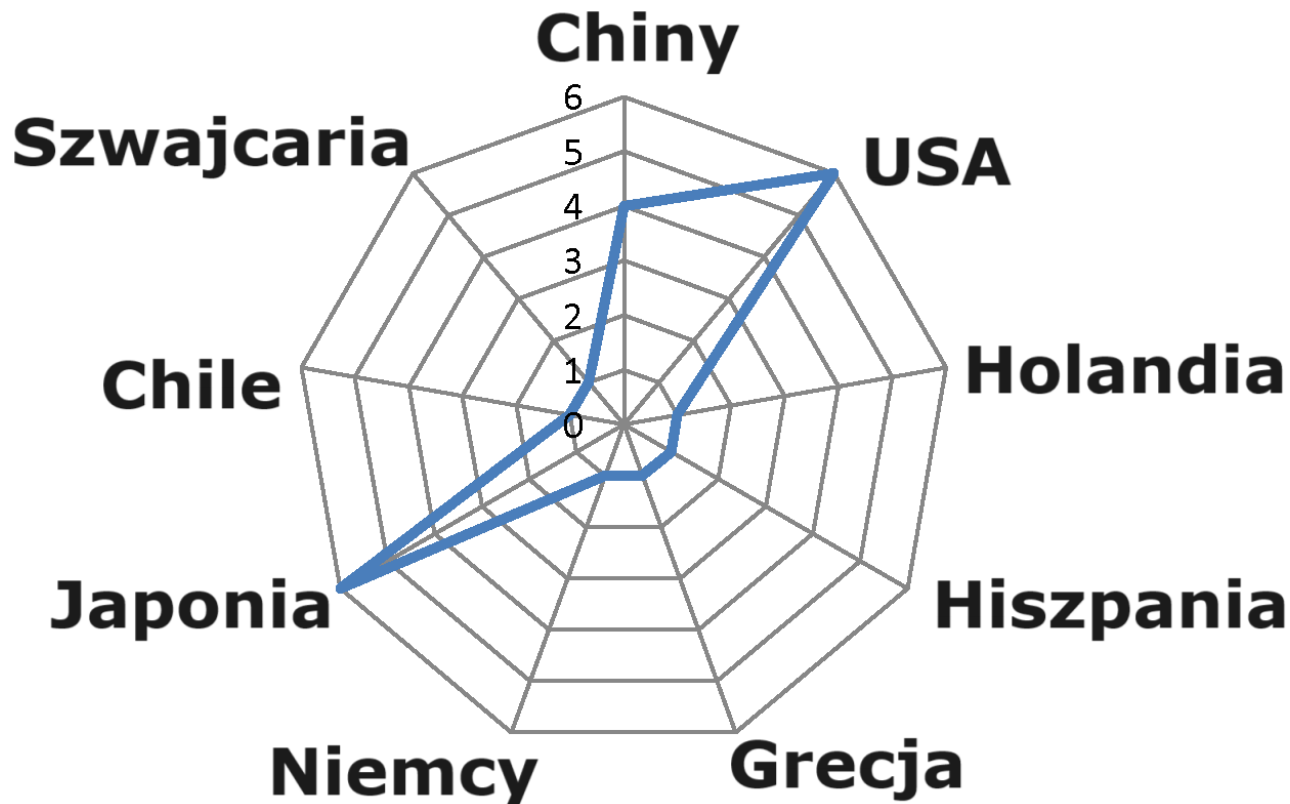
Ankieta WG C6.31 CIGRE



Ankieta WG C6.31 CIGRE

PROJEKTY

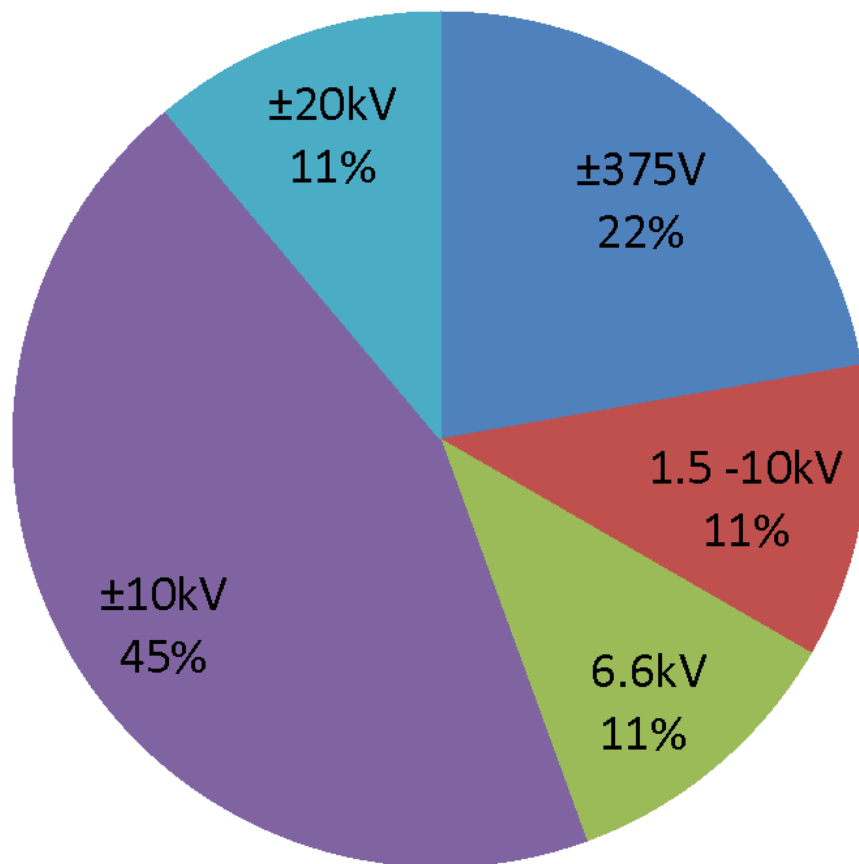
Liczba projektów



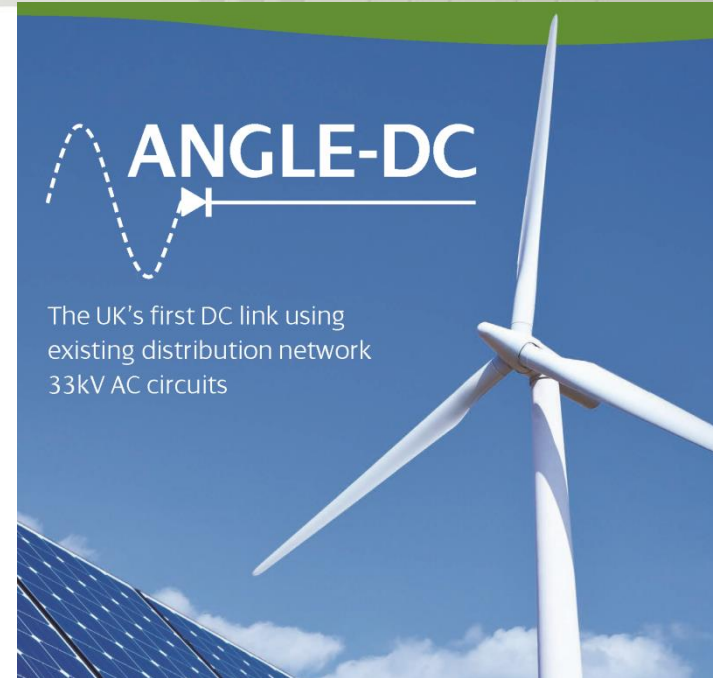
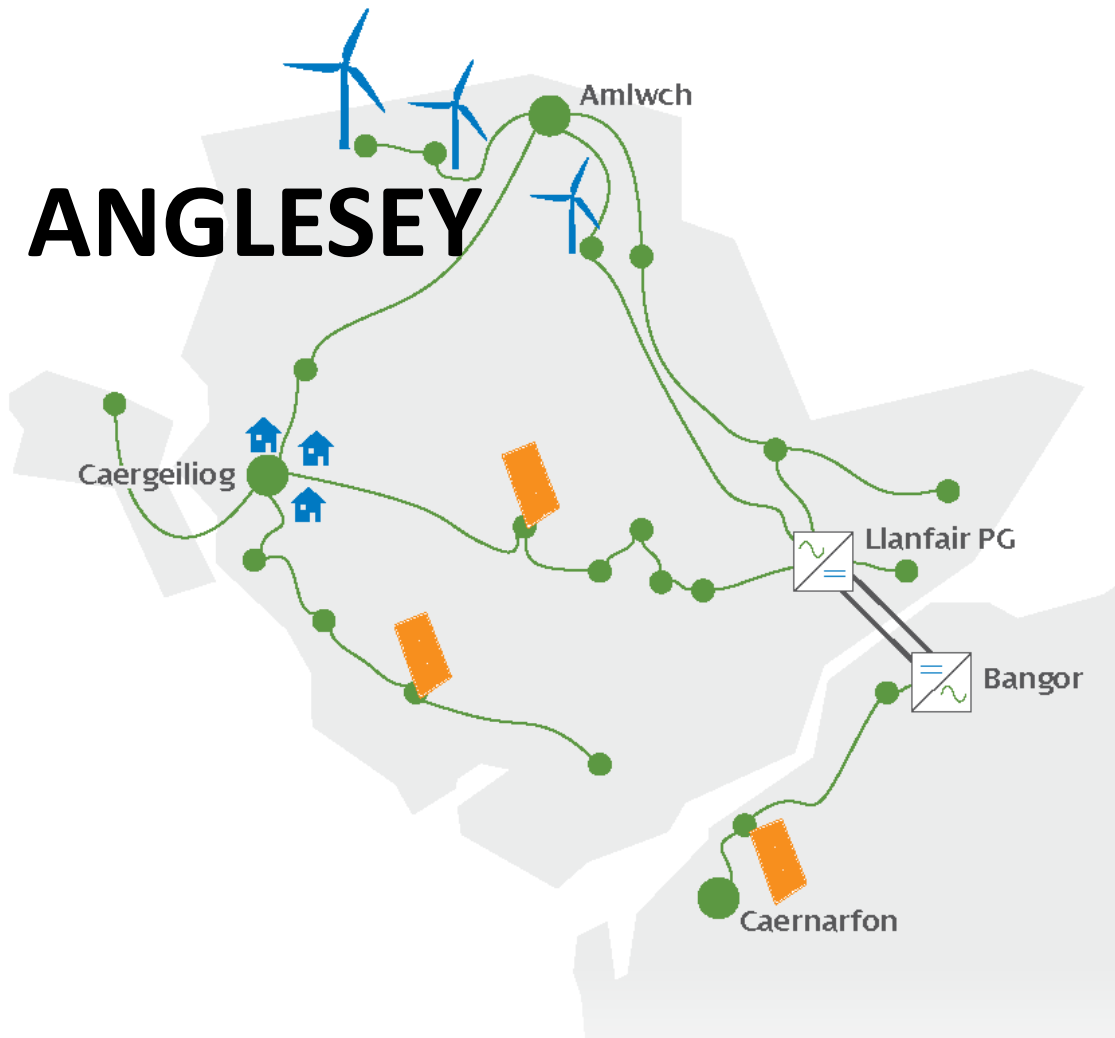
Ankieta WG C6.31 CIGRE

PROJEKTY

Poziomy napięć stosowane w projektach



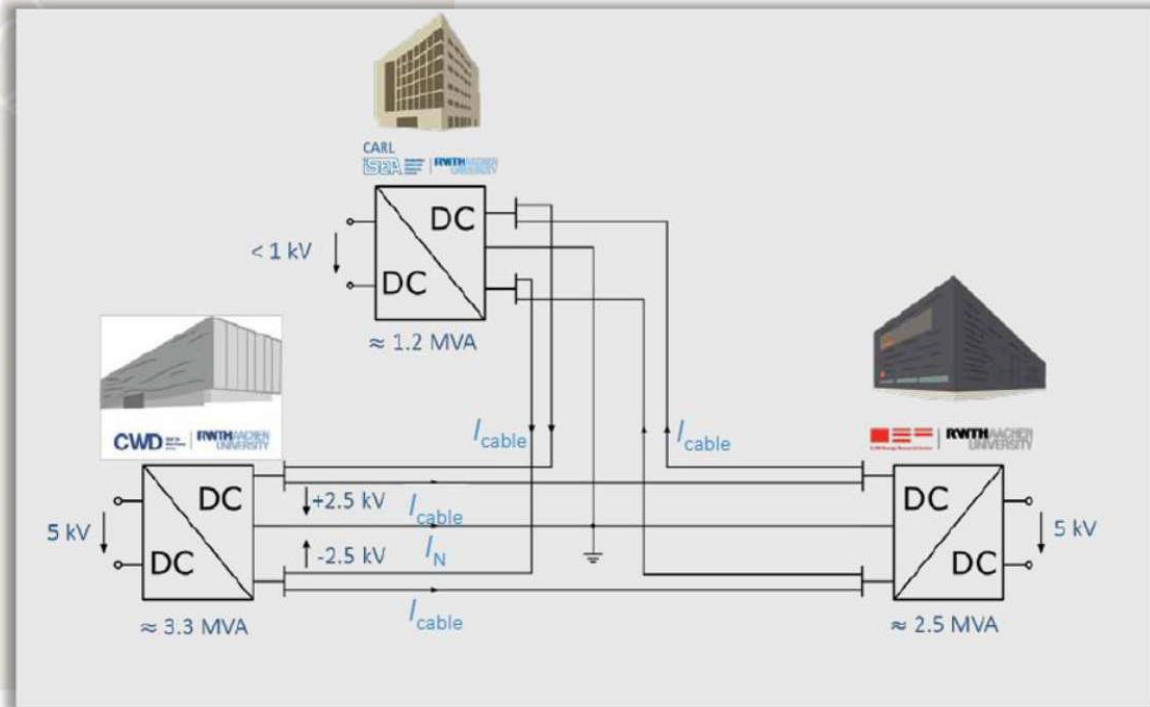
PROJEKTY (Szkocja)



PROJEKTY (Niemcy)



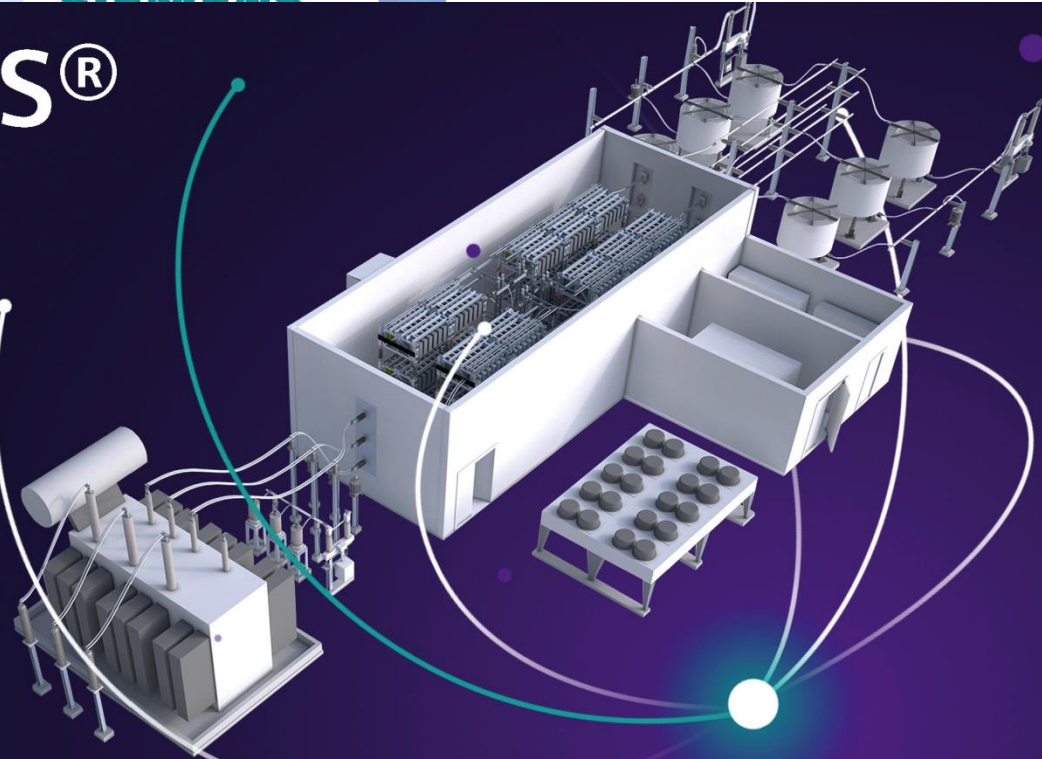
- 5 kV (bipolar ± 2.5 kV)
- > 7 MW
- > 2.3 km



Projekty (SILPLINK, Niemcy)

MVDC PLUS[®]

Medium Voltage Direct Current managing the future grid



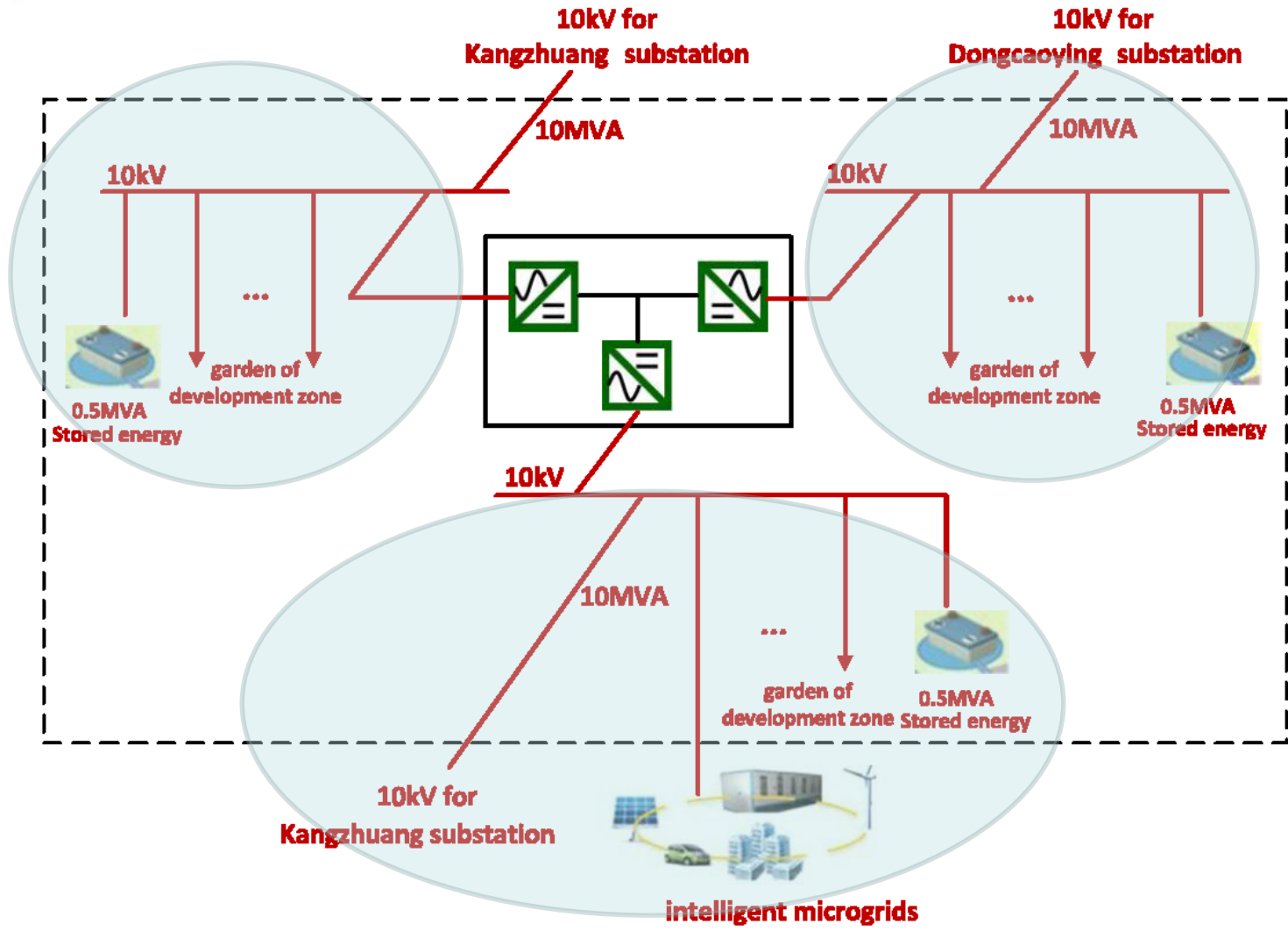
SIEMENS

Intellig
netwo

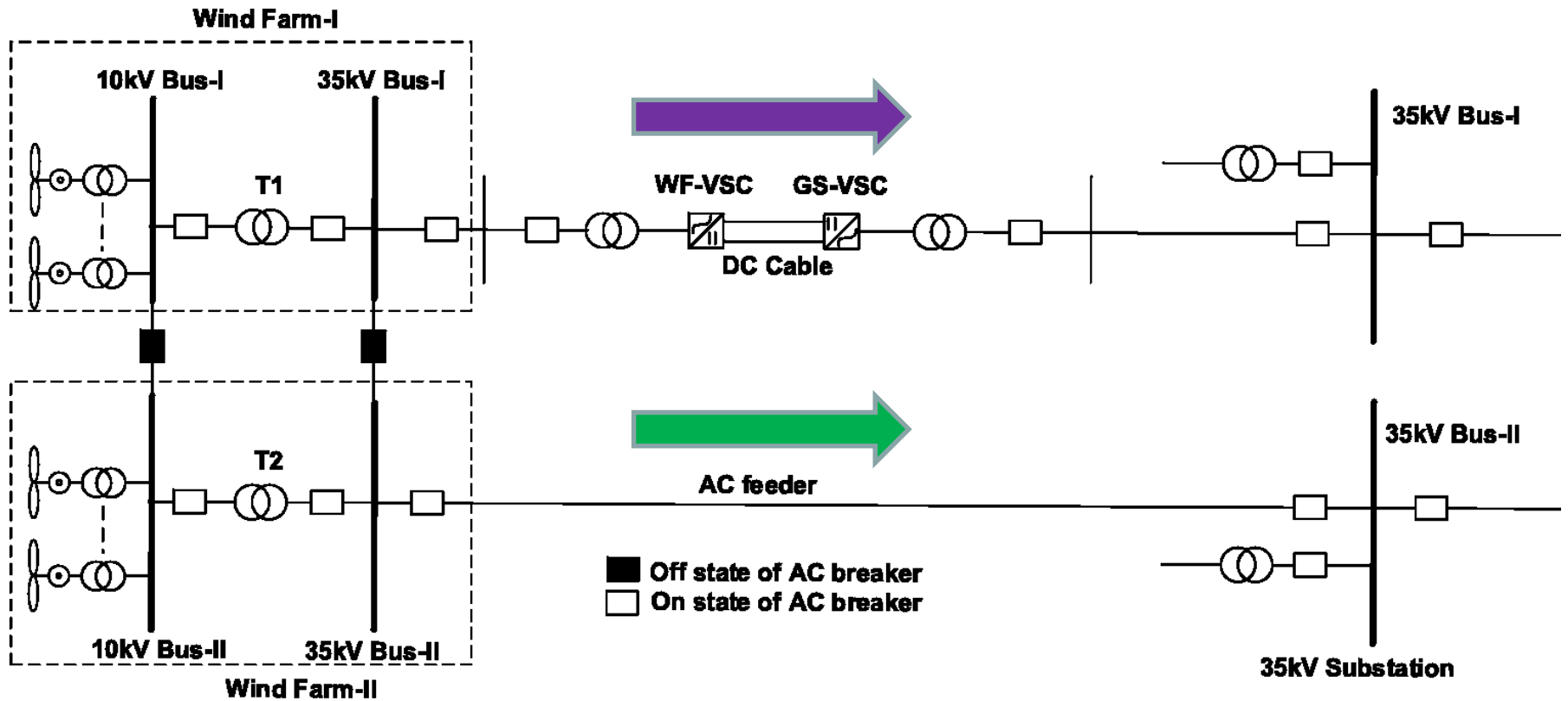
[siemens-energy.com/MVDCPLUS](https://www.siemens-energy.com/MVDCPLUS)

SIPLINK medium-voltage
direct-current transmission

PROJEKTY (Chiny, Pekin)

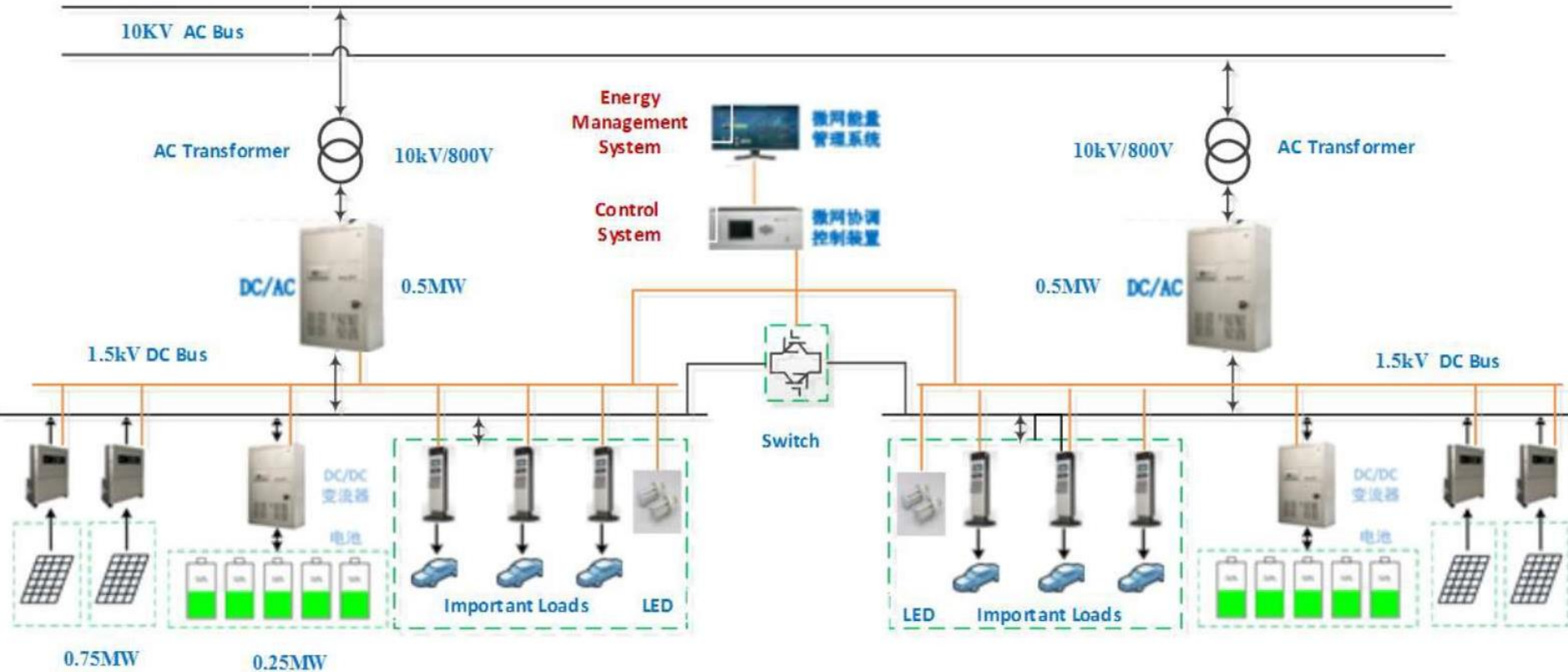


PROJEKTY (Chiny, Shanghai)



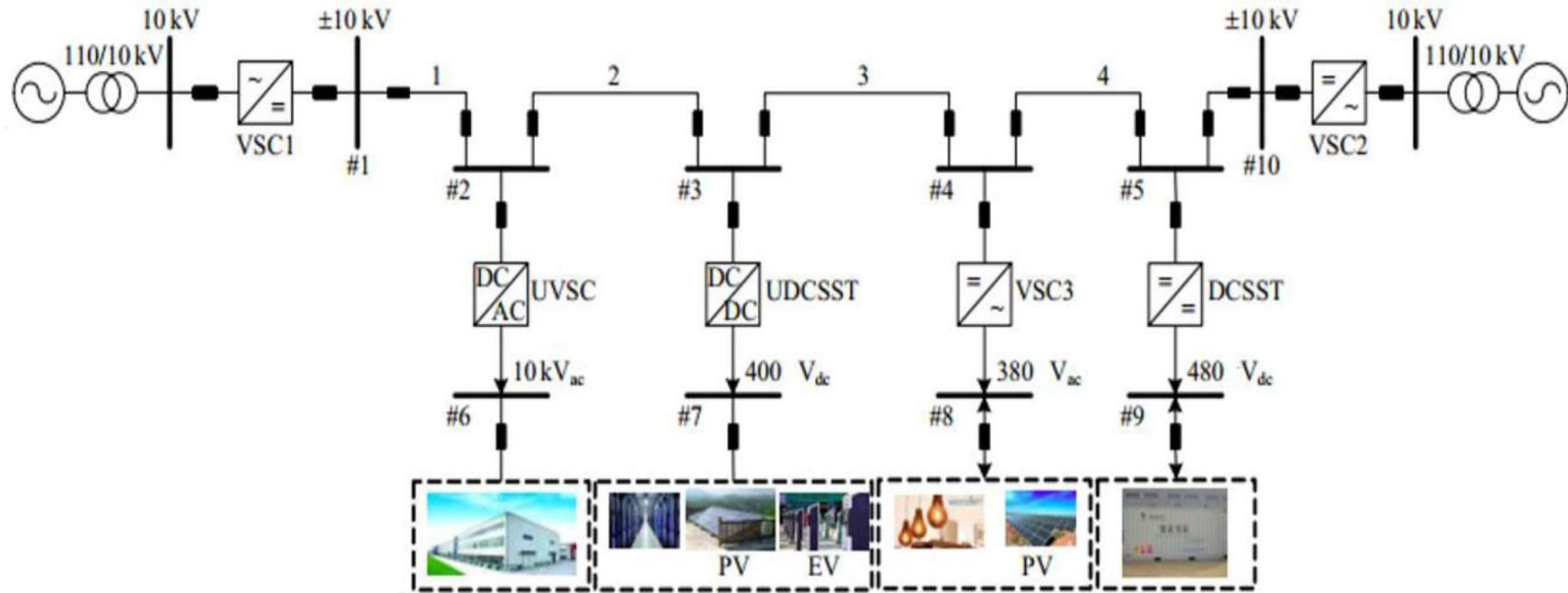
Struktura sieci

PROJEKTY (Chiny, Anhui Lu'an Jinzhai)



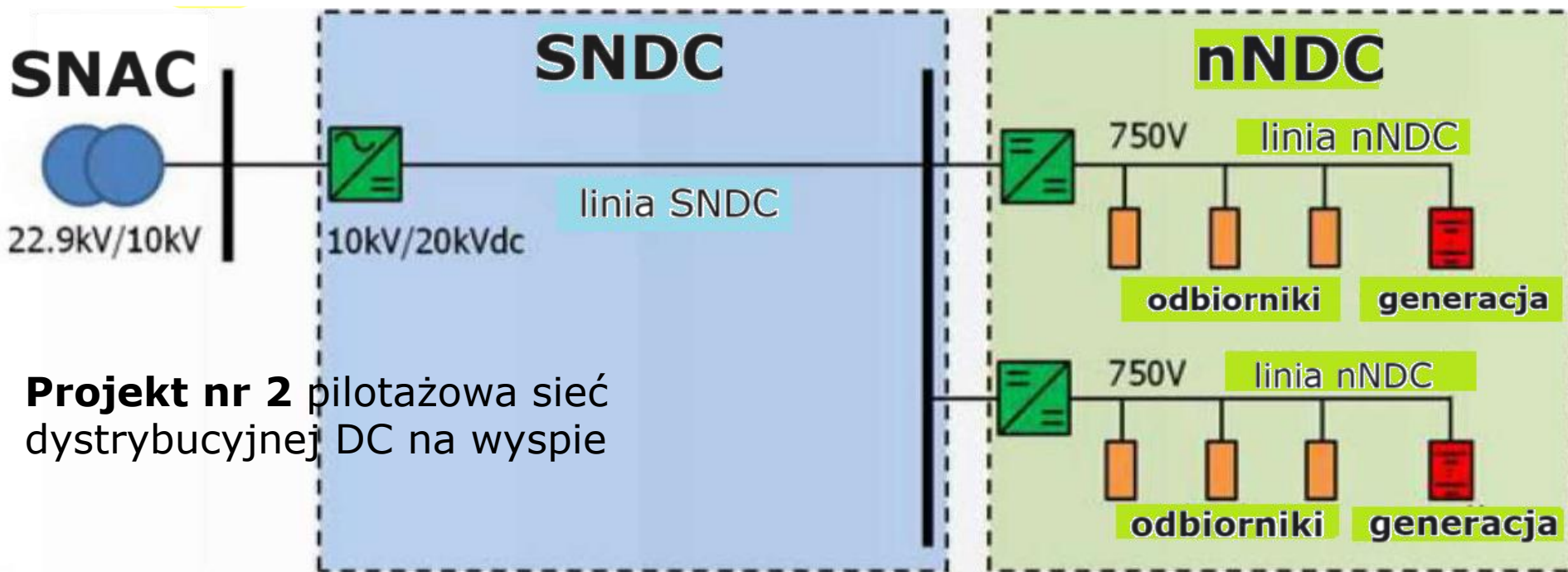
Struktura sieci

PROJEKTY (Chiny, Shenzhen Baolong)



Struktura sieci

PROJEKTY (Korea Południowa)





AGH

Projekty

Uniwersytet w Nottingham (Wielka Brytania)

Western Power Distribution (Wielka Brytania)

Power Networks Demonstration Centre (Wielka Brytania)

Kiedy powstanie polska sieć dystrybucyjna DC?

DC-Direkt (German Federal Ministry of Education and Research)

Direct Current in the Electrical Power Distribution (VGE ETG Study)

MVDC Technology Study/Market Opportunities & Economic Impacts (Scotland)

Intelligent DC Microgrid Living Lab (Chiny – Dania)



AGH

Zalety sieci SNDC

- **Poprawa elastyczności i niezawodności dostawy energii**
- **Redukcja kosztów kapitałowych i operacyjnych**
- **Dodatkowe tłumienie oscylacji mocy i zasilania awaryjnego**
- **Możliwość szybkiej regulacji mocy czynnej i biernej**
- **Mniejsze straty mocy**
- **Dostawa energii na większe odległości**
- **Większa dostarczana moc**
- **Integracja rozproszonych zasobów energii (RZE)**
- **Mniejsze „korytarze” dostawy energii**
- **Redukcja strat mocy i wpływu RZE na sieć dystrybucyjną;**
- **Możliwość łączenia wielu systemów S.C.**
- **Wzrost elastyczności sieci;**
- **Możliwość wykorzystania istniejących kabli**
- ...