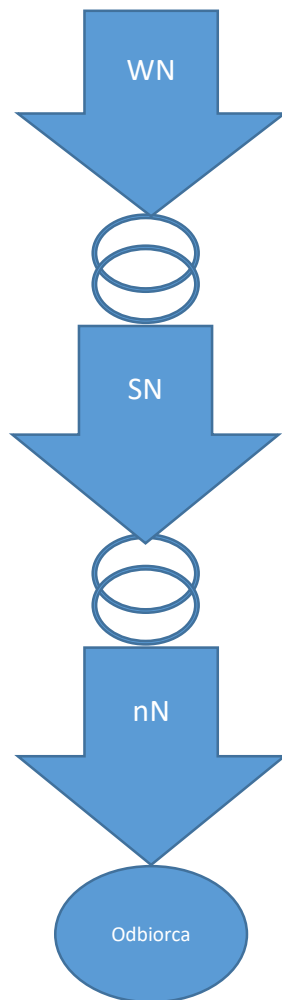


Wpływ źródeł PV na różnicę bilansową na SN

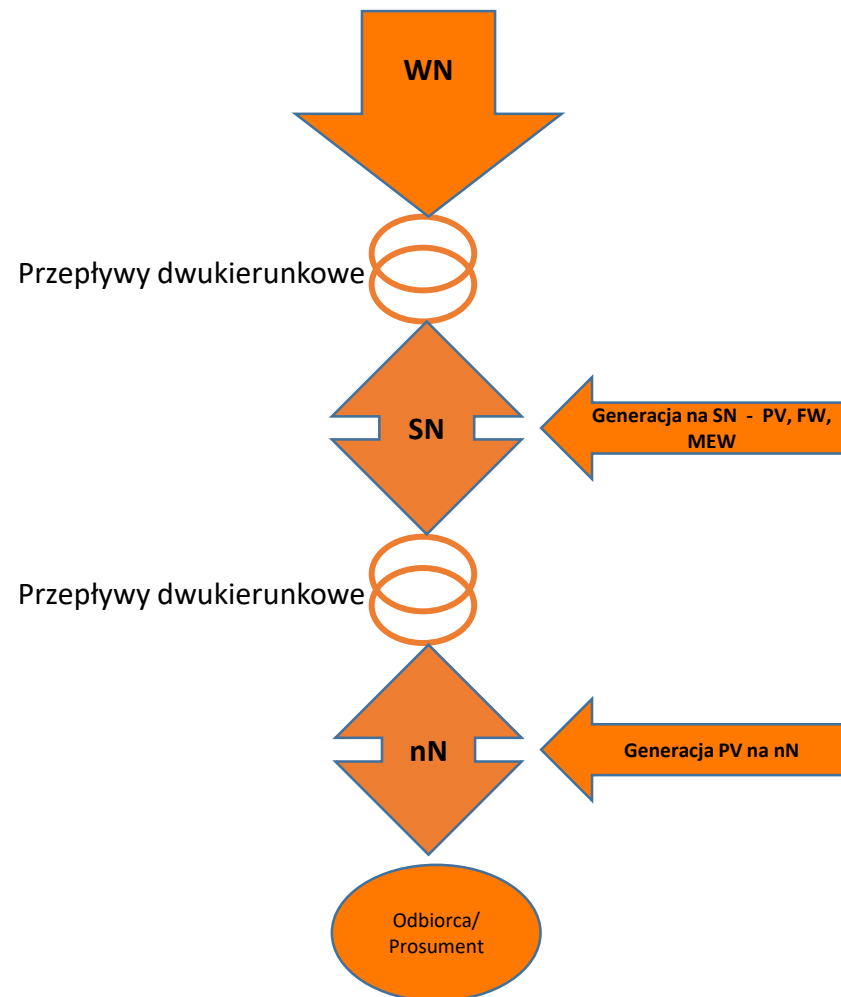
Barbara Kaszowska Politechnika Opolska
Dariusz Jeziorny TAURON Dystrybucja S. A.
Marzec 2023

Przeptywy bez produkcji z rozproszonych źródeł energii

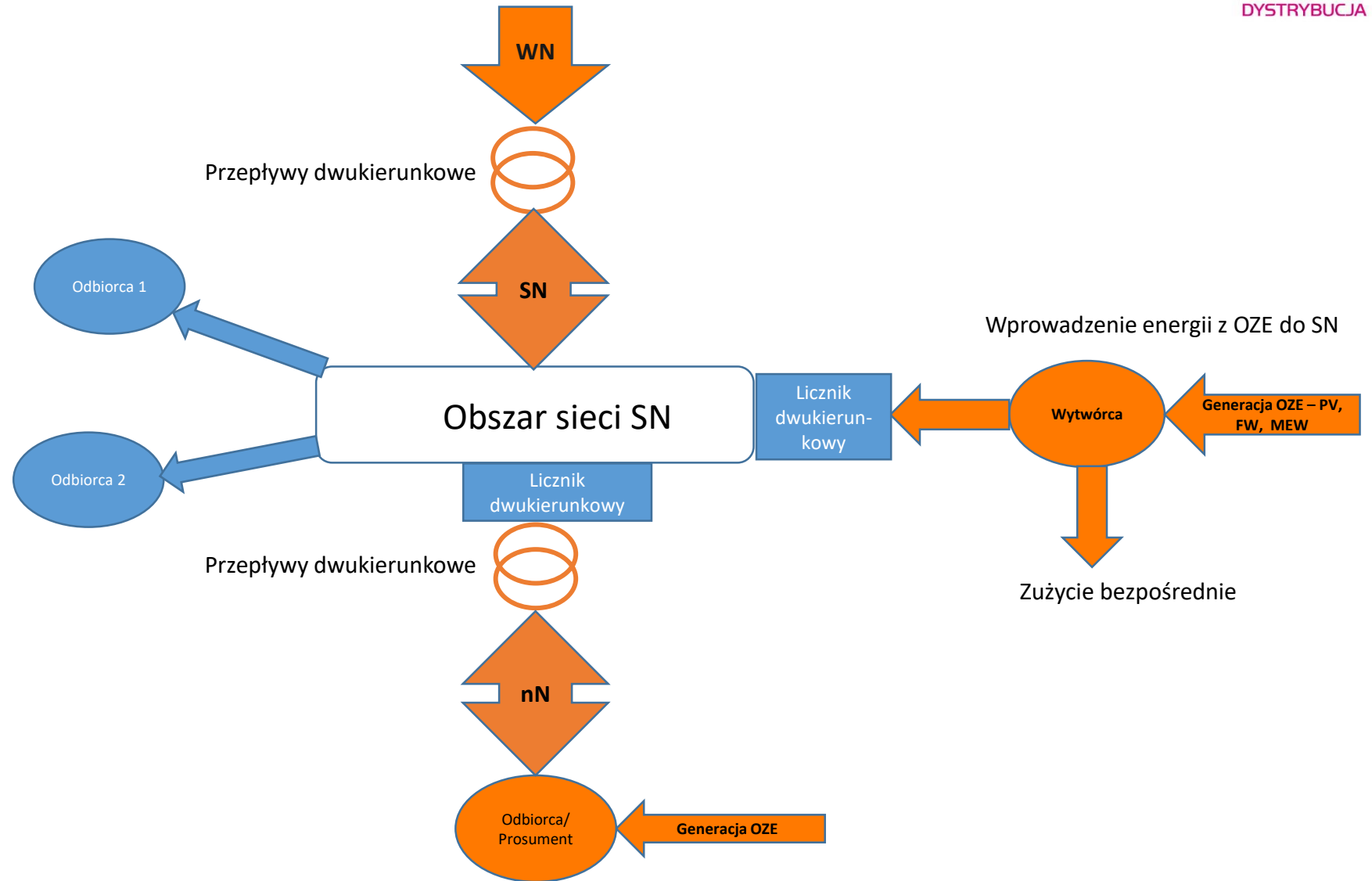
Przeptywy energii ze źródeł PV wpływające na zmiany różnicy bilansowej – przepływy na WN, SN i nN



Przeptywy z produkcją z rozproszonych źródeł energii



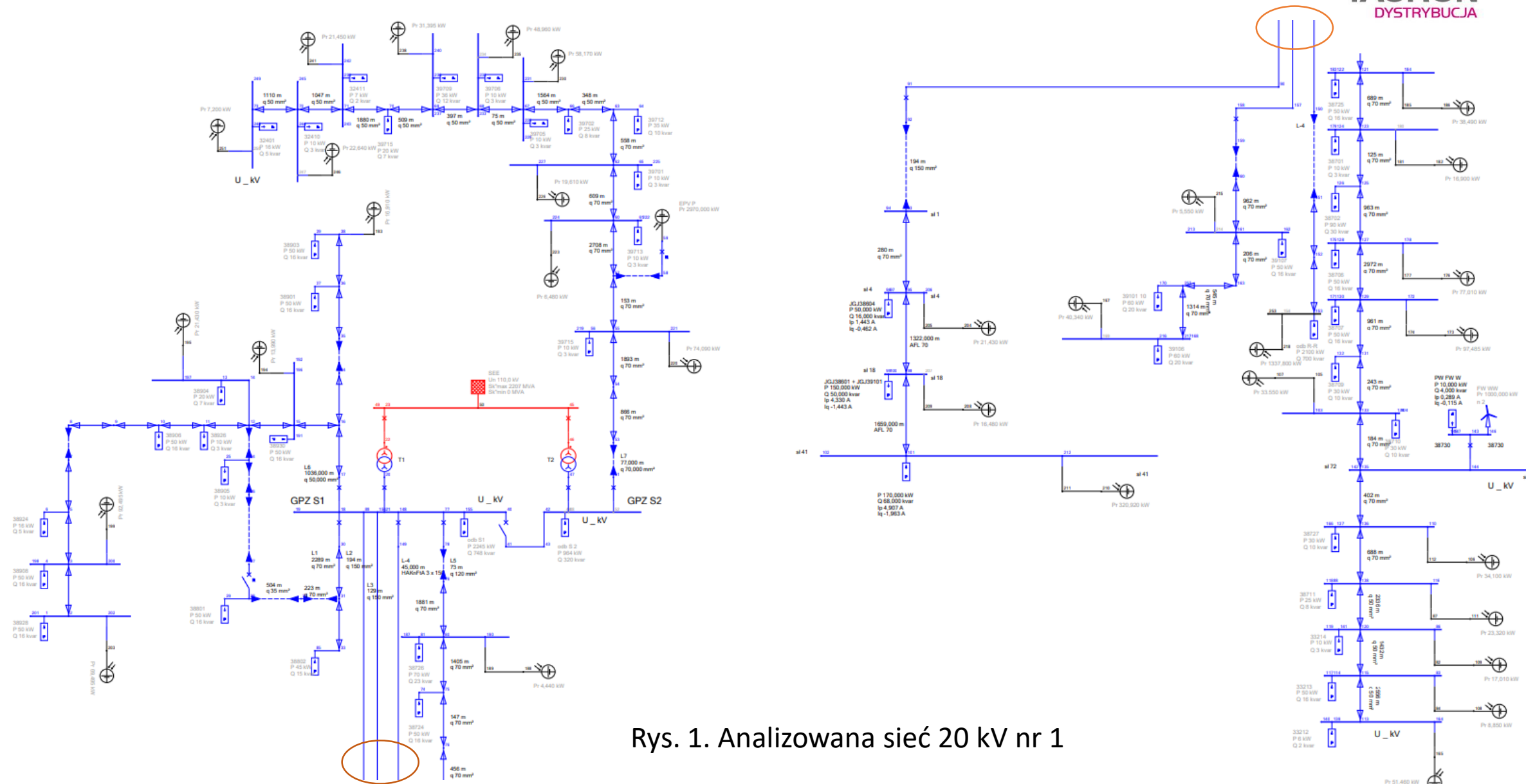
Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej – przepływy na SN



Obliczanie godzinowych strat energii w sieci 20 kV, zasilanej ze stacji 110 kV/20 kV (GPZ)

Założenia przyjęte w analizie:

1. Stały układ sieci 20 kV.
2. Stałe wartości odbieranych mocy.
3. Wartości napięć na szynach 20 kV w GPZ utrzymywane w granicach 21,1 ÷ 21,5 kV.
4. Jednoczesne zmiany mocy czynnej wytwarzanej przez wszystkie źródła fotowoltaiczne w zakresie 0 ÷ 100 % mocy znamionowej.
5. Uwzględnienie w symulacji źródeł fotowoltaicznych z poziomów napięć 20 kV i 0,4 kV.
6. Analiza nie obejmuje zmian mocy na napięciu WN z tytułu mocy czynnej wytwarzanej przez wszystkie źródła fotowoltaiczne w sieci 20 kV.
7. Stała wartość mocy wytwarzanej przez źródła innego rodzaju.
8. Stała wartość współczynnika mocy źródeł ($0,95_{\text{poj}}$).



Rys. 1. Analizowana siec 20 kV nr 1

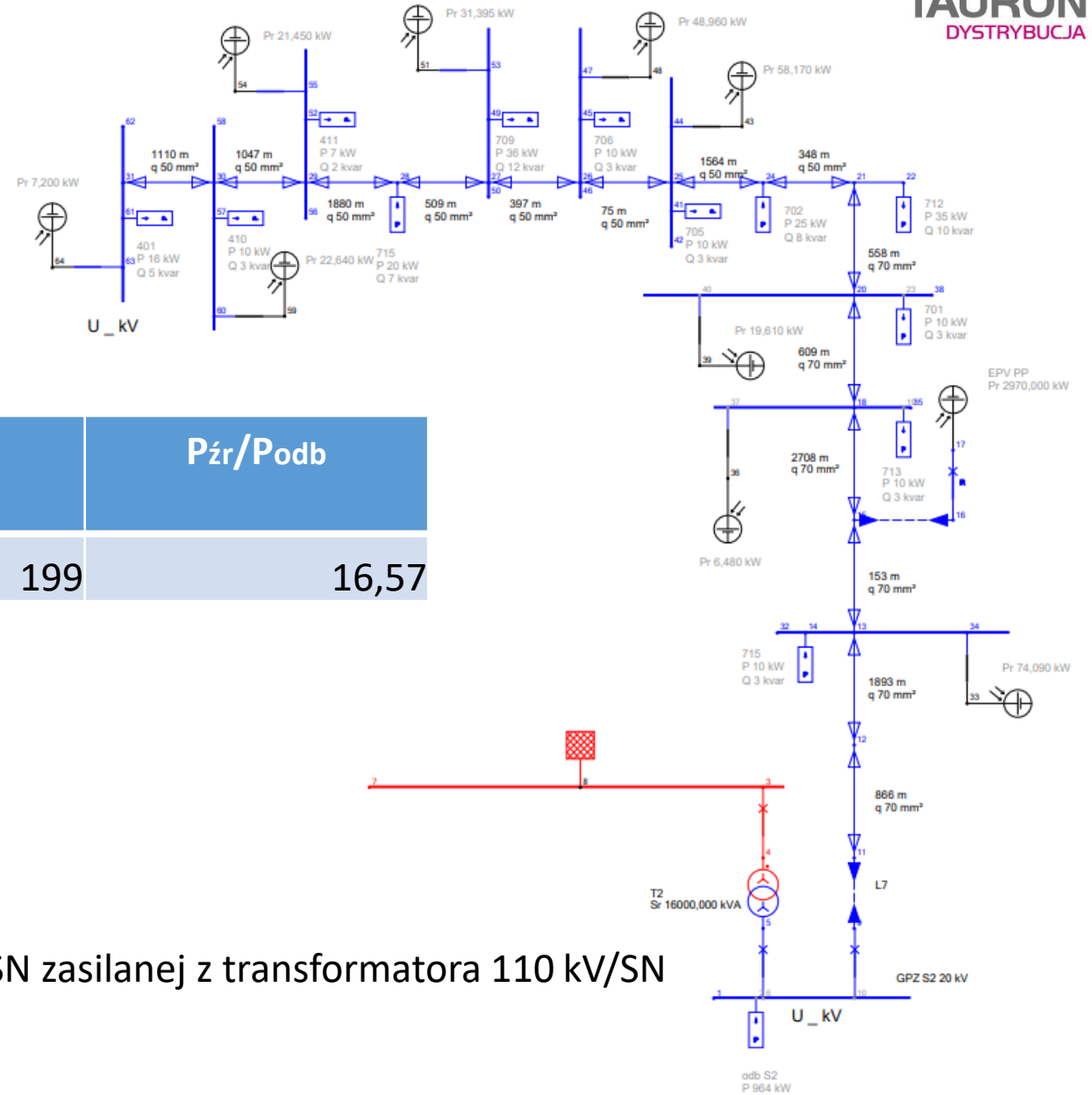
Charakterystyka analizowanej sieci nr 1 i wybranych linii 20 kV:

Element	Suma mocy czynnych źródeł P _{źr} [kW]	Suma mocy czynnych odbieranych P _{odb} [kW]	P _{źr} /P _{odb}
Sieć 20 kV	8302*	6950	1,19
L2	358,8	370	0,97
L7	3297,9**	199	16,57
L4	1337,8	2100	0,64
L3	45,89	170	0,27

* w tym FW WW 2000 kW oraz EPV PP 2970 kW

** w tym EPV PP 2970 kW

Etap I - analiza indywidualna linii 20 kV - L7



	P _{zr} [kW]	Podb [kW]	P _{zr} /Podb
L7	3297,9**	199	16,57

** w tym EPV PP 2970 kW

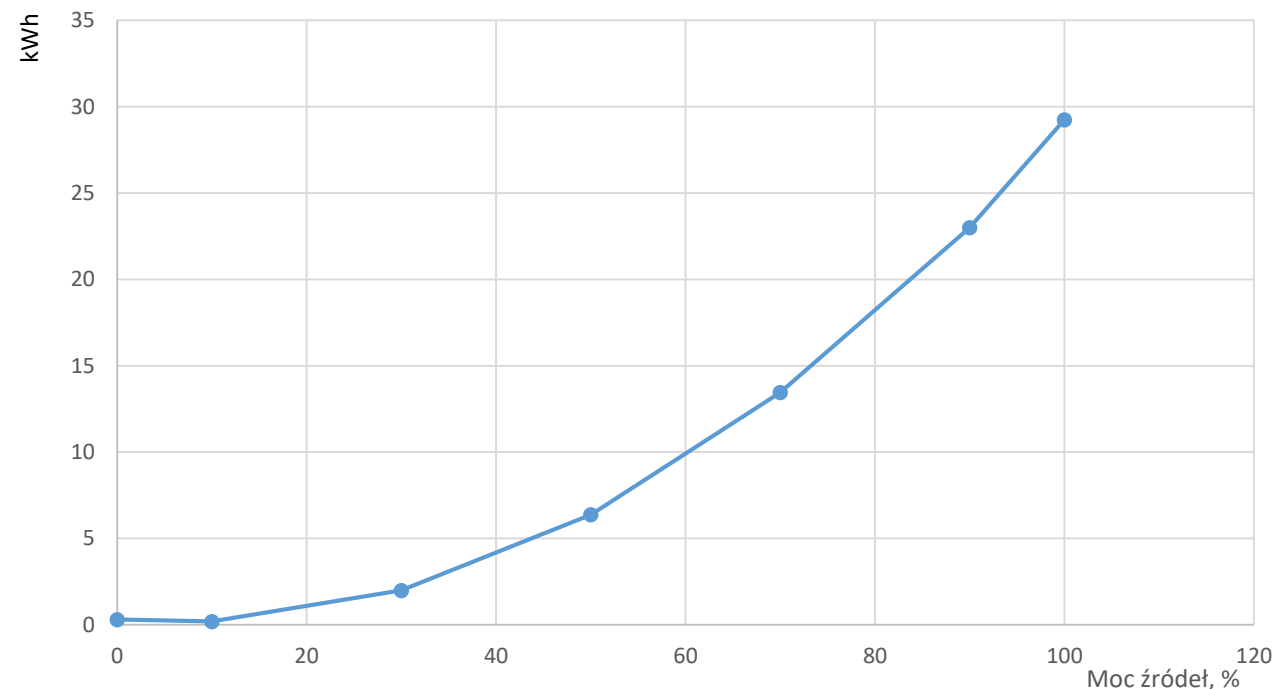
Rys. 2. Układ złożony z jednej linii SN zasilanej z transformatora 110 kV/SN

Godzinowe straty energii w linii L7 (układ GPZ+L7) w zależności od wielkości wytwarzanej mocy przy stałym poborze mocy przez odbiorców

Element	Suma mocy czynnych źródeł Pźr [kW]	Suma mocy czynnych odbieranych Podb [kW]	Pźr/Podb
L7	3297,9**	199	16,57

Moc wytwarzana przez źródła w % mocy przyłączeniowej	Godzinowe straty energii w L7 [kWh]
0	0,313
10	0,197
30	1,989
50	6,423
70	13,433
90	22,962
100	28,652

Godzinowe straty energii w linii L7



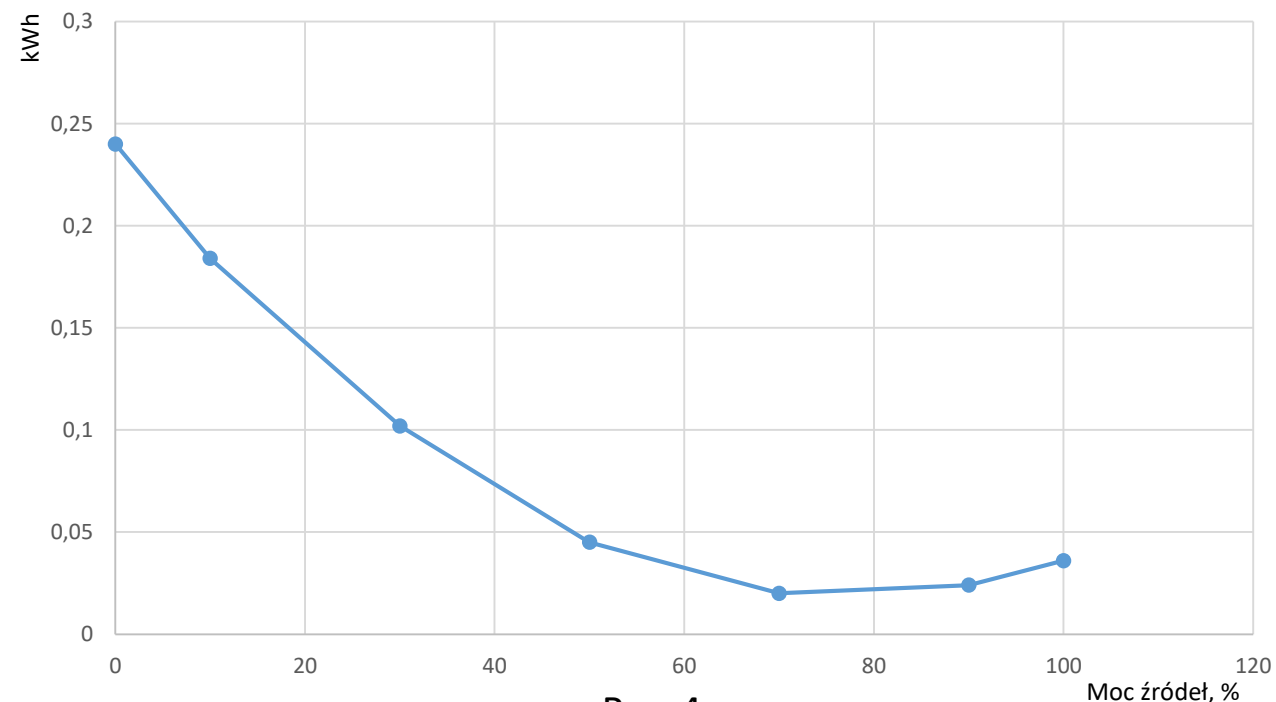
Rys. 3

Etap II etap – analiza sieci 20 kV – zmiany godzinowych strat energii w wybranych liniach 20 kV oraz w całej sieci zasilanej z GPZ.
Analiza dla linii L2

Element	Suma mocy czynnych źródeł Pźr [kW]	Suma mocy czynnych odbieranych Podb [kW]	Pźr/Podb
L2	358,8	370	0,97

Moc wytwarzana przez źródła w % mocy przyłączeniowej	Godzinowe straty energii w L2 [kWh]
0	0,24
10	0,184
30	0,102
50	0,045
70	0,02
90	0,024
100	0,036

Godzinowe straty energii w linii L2



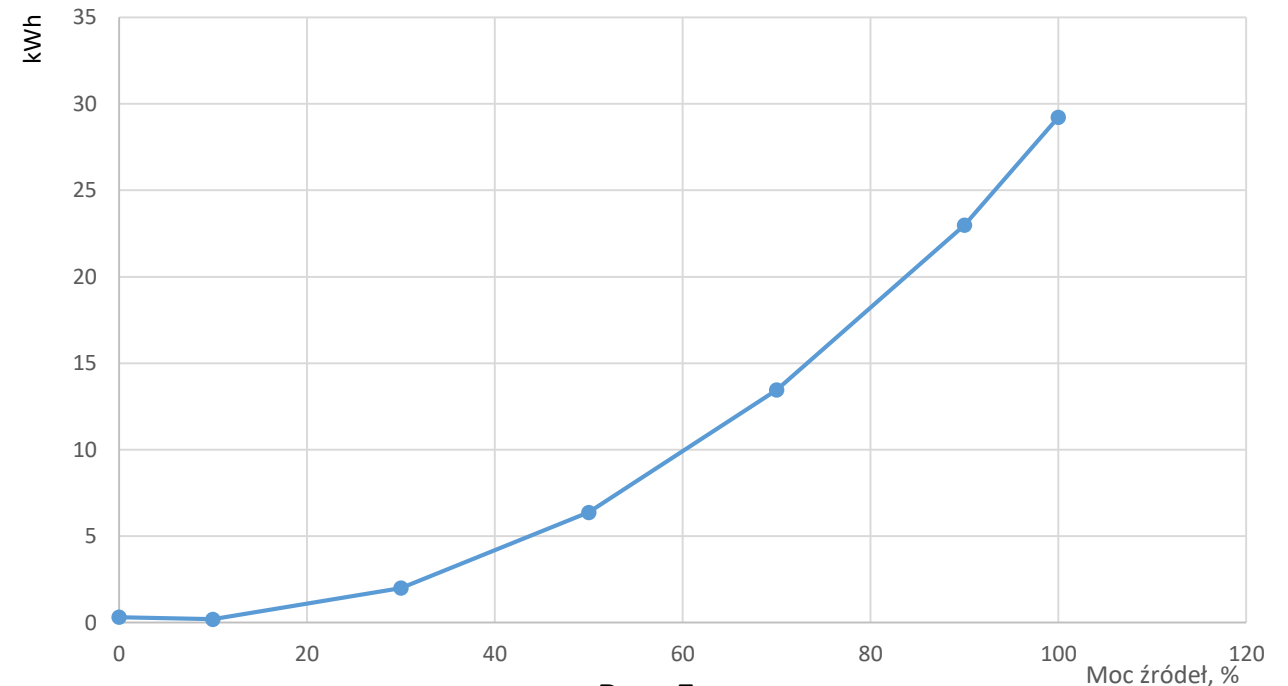
Rys. 4

Etap II - analiza dla linii L7

Element	Suma mocy czynnych źródeł Pźr [kW]	Suma mocy czynnych odbieranych Podb [kW]	Pźr/Podb
L7	3297,9**	199	16,57

Moc wytwarzana przez źródła w % mocy przyłączeniowej	Godzinowe straty energii w L7 [kWh]
0	0,305
10	0,189
30	1,988
50	6,37
70	13,449
90	22,988
100	29,234

Godzinowe straty energii w L7



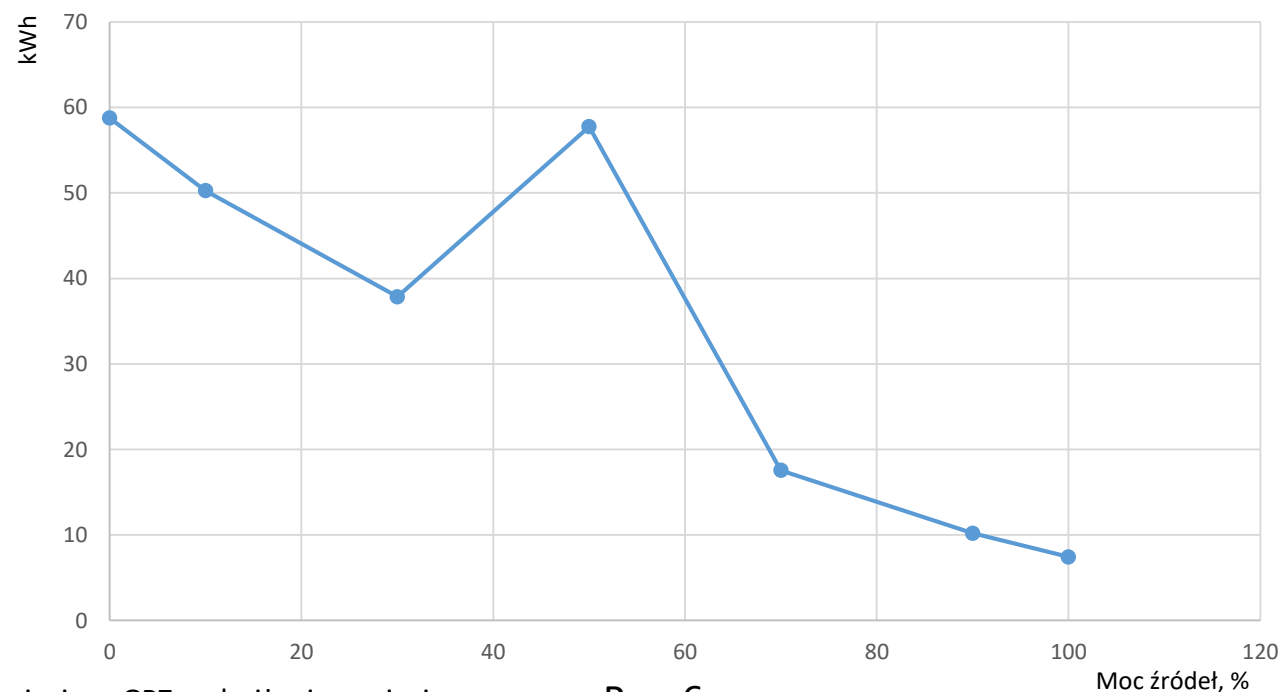
Rys. 5

Etap II - analiza dla linii L4

Element	Suma mocy czynnych źródeł Pźr [kW]	Suma mocy czynnych odbieranych Podb [kW]	Pźr/Podb
L4	1337,8	2100	0,64

Moc wytwarzana przez źródła w % mocy przyłączeniowej	Godzinowe straty energii w L4 [kWh]
0	58,77
10	50,263
30	37,856
50	57,743*
70	17,56
90	10,211
100	7,429

Godzinowe straty energii w linii L4



*regulacja napięcia w GPZ – obniżenie napięcia

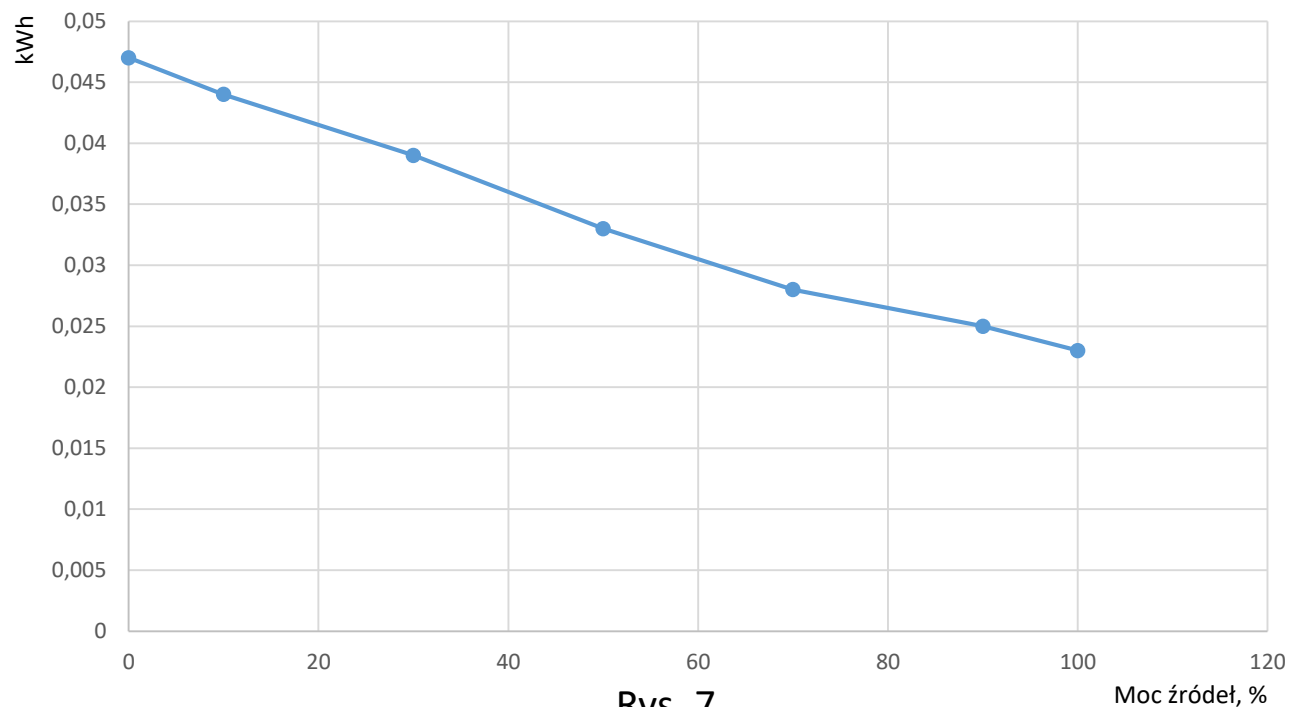
Rys. 6

Etap II - analiza dla linii L3

Element	Suma mocy czynnych źródeł Pźr [kW]	Suma mocy czynnych odbieranych Podb [kW]	Pźr/Podb
L3	45,89	170	0,27

Moc wytwarzana przez źródła w % mocy przyłączeniowej	Godzinowe straty energii w L3 [kWh]
0	0,047
10	0,044
30	0,039
50	0,033
70	0,028
90	0,025
100	0,023

Godzinowe straty energii w linii L3



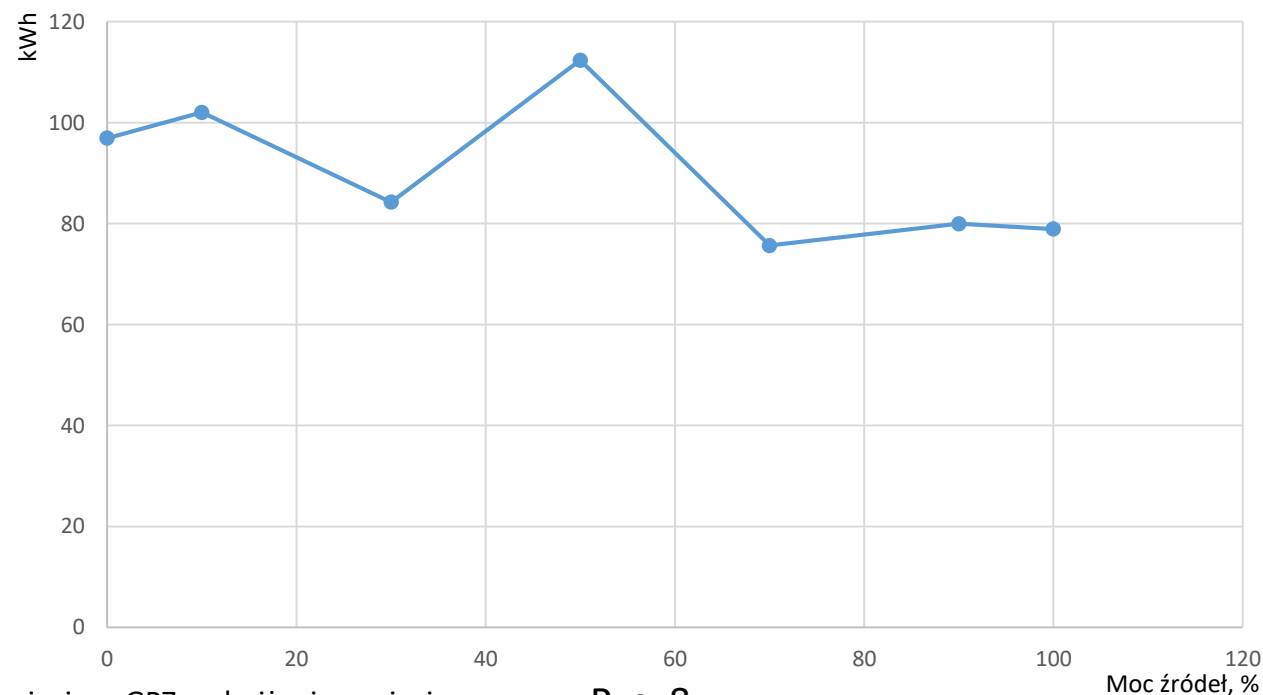
Rys. 7

Etap II - analiza dla sieci 20 kV

Element	Suma mocy czynnych źródeł Pźr [kW]	Suma mocy czynnych odbieranych Podb [kW]	Pźr/Podb
Sieć 20 kV	8302*	6950	1,19

Moc wytwarzana przez źródła w % mocy przyłączeniowej	Godzinowe straty energii w sieci [kWh]
0	96,927
10	102,037
30	84,264
50	112,38*
70	75,655
90	79,965
100	78,928

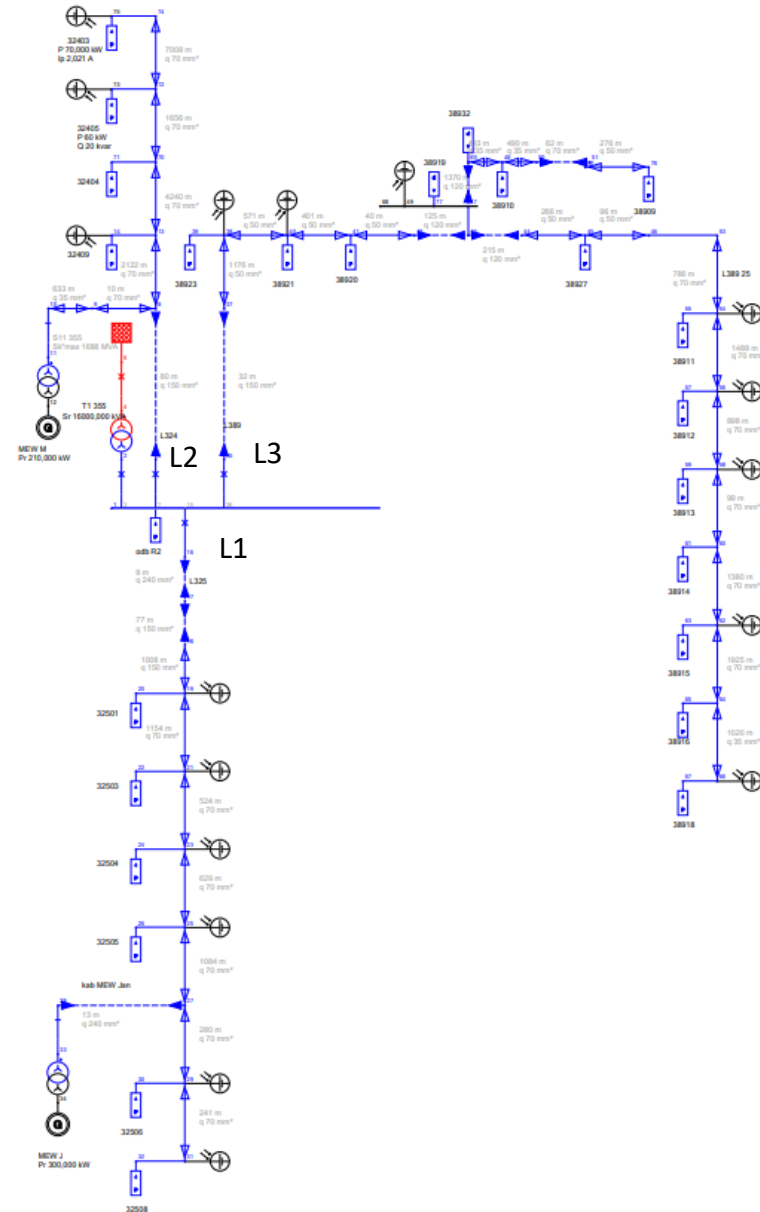
Łączne godzinowe straty energii w sieci 20 kV



*regulacja napięcia w GPZ – obniżenie napięcia

Rys. 8

Moc źródeł, %



Rys. 9. Analizowana sieć 20 kV nr 2

Charakterystyka analizowanej sieci nr 2 i wybranych linii 20 kV:

Element	Suma mocy czynnych źródeł P _{źr} [kW]	Suma mocy czynnych odbieranych P _{odb} [kW]	P _{źr} /P _{odb}
Sieć 20 kV	1238,7*	635	1,95
L1	753,58**	192	3,92
L2	321,3***	150	16,57
L3	163,8	293	0,56

*w tym MEW M 210 kW oraz MEW J 300 kW

** w tym MEW M 210 kW

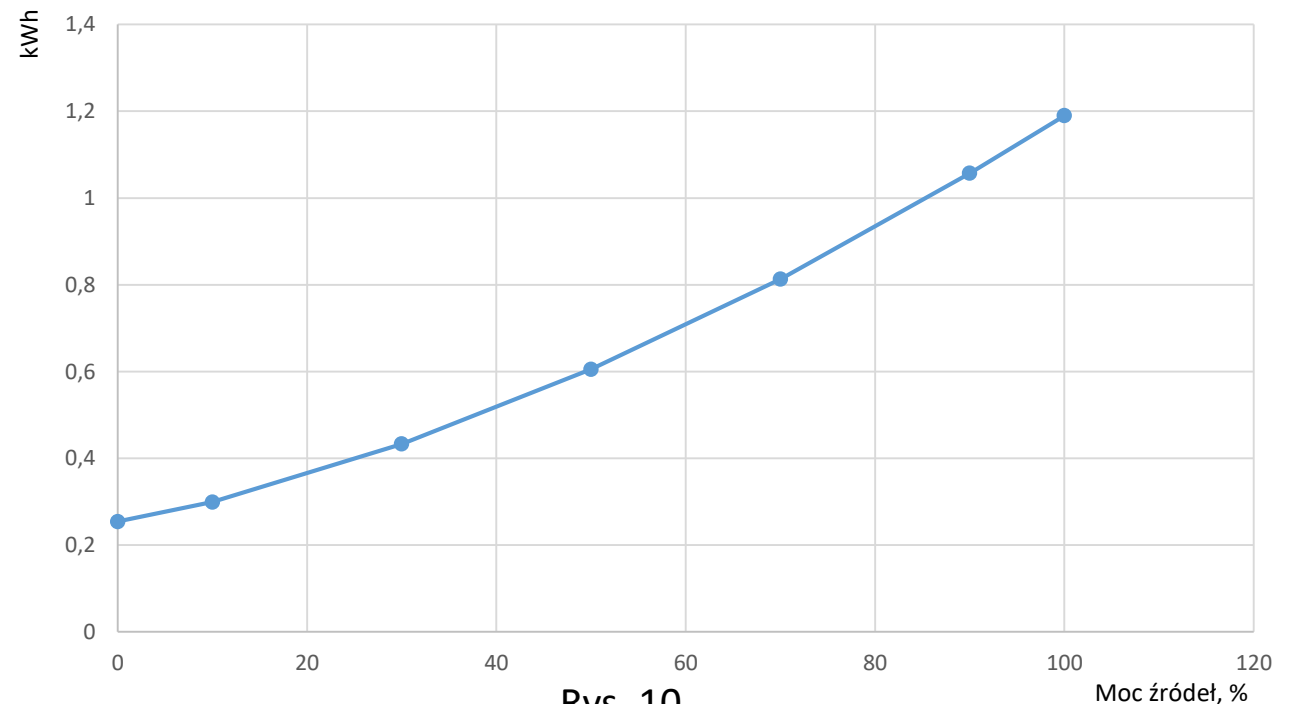
*** w tym MEW J 300 kW

Godzinowe straty energii w linii L1 w zależności od wielkości wytwarzanej mocy przy stałym poborze mocy przez odbiorców

Element	Suma mocy czynnych źródeł Pźr [kW]	Suma mocy czynnych odbieranych Podb [kW]	Pźr/Podb
L1	753,58	192	3,92

Moc wytwarzana przez źródła w % mocy przyłączeniowej	Godzinowe straty energii w L1 [kWh]
0	0,254
10	0,299
30	0,433
50	0,605
70	0,813
90	1,057
100	1,19

Godzinowe straty energii w linii L1



Rys. 10

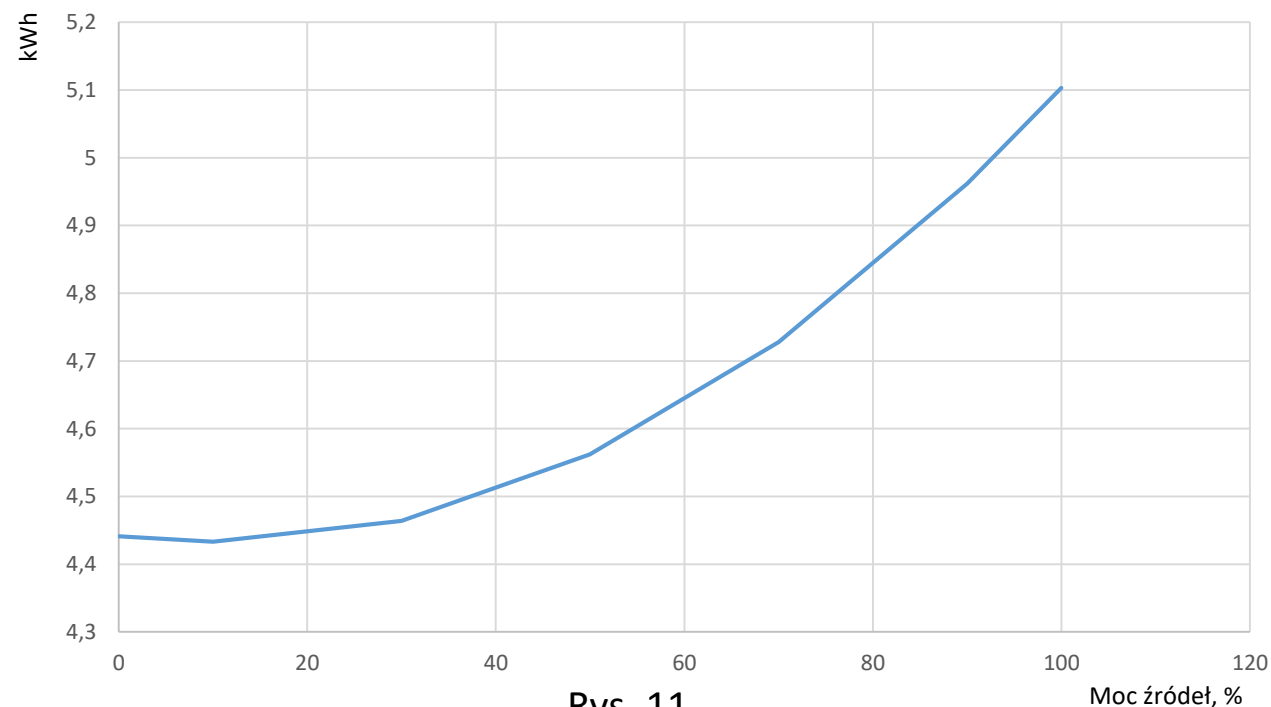
Moc źródeł, %

Godzinowe straty energii w sieci nr 2
w zależności od wielkości wytwarzanej mocy
przy stałym poborze mocy przez odbiorców

Element	Suma mocy czynnych źródeł Pźr [kW]	Suma mocy czynnych odbieranych Podb [kW]	Pźr/Podb
Sieć 20 kV	1238,7	635	1,95

Moc wytwarzana przez źródła w % mocy przyłączeniowej	Godzinowe straty energii w sieci [kWh]
0	4,441
10	4,433
30	4,464
50	4,562
70	4,728
90	4,962
100	5,103

Godzinowe straty energii w sieci



Rys. 11

Wnioski:

1. Wyniki analizy godzinowych strat energii w pojedynczej linii SN (rys. 3, 4) wskazują, że najmniejsza wartość strat energii występuje w przypadku, gdy łączna moc wytwarzana przez źródła przyłączone do tej linii jest w przybliżeniu równa łącznej mocy odbieranej z tej linii.
2. Wyniki analizy godzinowych strat energii w całej sieci SN zasilanej ze stacji 110 kV/SN wskazują, że powyższa zależność może nie być spełniona dla każdej linii (rys. 6, 8). Wynika to przede wszystkim z konieczności regulacji napięcia w celu utrzymania właściwych poziomów napięć w sieci i na szynach SN.
3. W przypadku linii SN, dla której moc wytwarzana w źródłach przyłączonych do tej linii jest mniejsza niż moc przyłączonych odbiorów (rys. 7), godzinowe straty energii maleją wraz ze wzrostem wartości mocy wytwarzanej.
4. W przypadku całej sieci SN, zasilanej ze stacji 110 kV/SN powyższa zależność może nie występować (rys. 8, 11), zwłaszcza w przypadku, gdy konieczne jest przeprowadzenie regulacji napięcia (obniżenie poziomu napięcia na szynach SN w stacji 110 kV/SN).
5. Przepływy wsteczne na transformatorach SN/nN powodują powstawanie lokalnych miejsc generacji mocy z charakterystyką wytwarzania PV.
6. Zwiększanie mocy instalacji PV w sieci 20 kV jest ograniczone głównie koniecznością utrzymania wymaganych poziomów napięć.

Dziękujemy za uwagę