



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

WPŁYW ŹRÓDEŁ FOTOWOLTAICZNYCH NA PRACĘ SIECI NISKIEGO NAPIĘCIA

Roman KORAB (Katedra Elektroenergetyki i Sterowania Układów, PŚ)

Marcin POŁOMSKI (Katedra Algorytmiki i Oprogramowania, PŚ)

Marcin SMOŁKA (TAURON PE, PŚ)

Tomasz NACZYŃSKI (AIUT, PŚ)

WPŁYW ŹRÓDEŁ
FOTOWOLTAICZNYCH
NA PRACĘ SIECI
NISKIEGO NAPIĘCIA

Plan wystąpienia

01

Rozwój prosumenckich
mikroinstalacji fotowoltaicznych

02

Charakterystyka sieci testowej CIGRE
oraz środowiska symulacyjnego OpenDSS

03

Wpływ mikroinstalacji
fotowoltaicznych na pracę sieci nN

04

Podsumowanie i wnioski
Planowane etapy dalszych prac



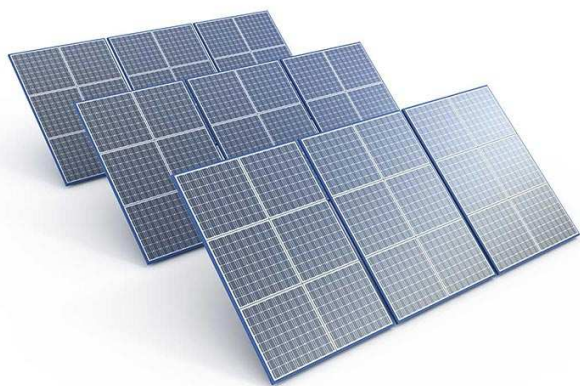
Politechnika
Śląska



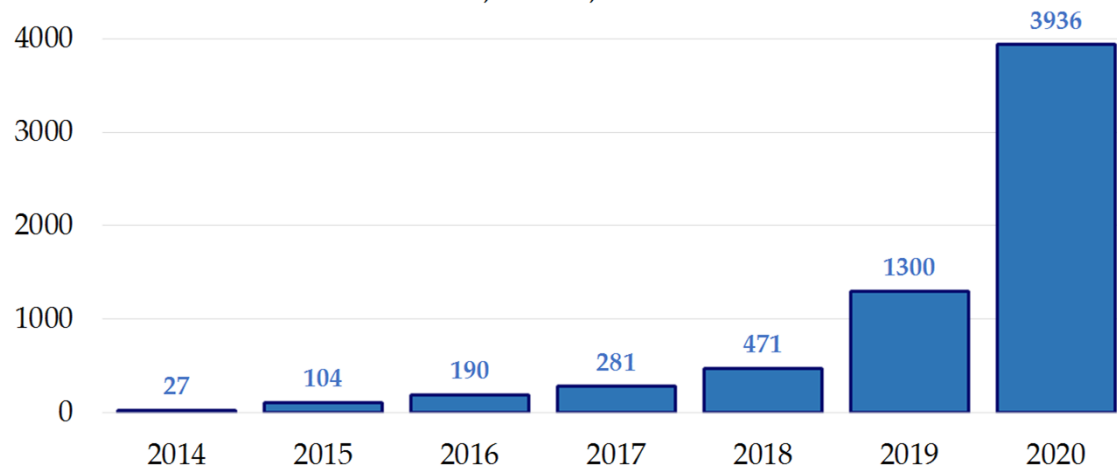
UCZELNIA
BADAWCZA

INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

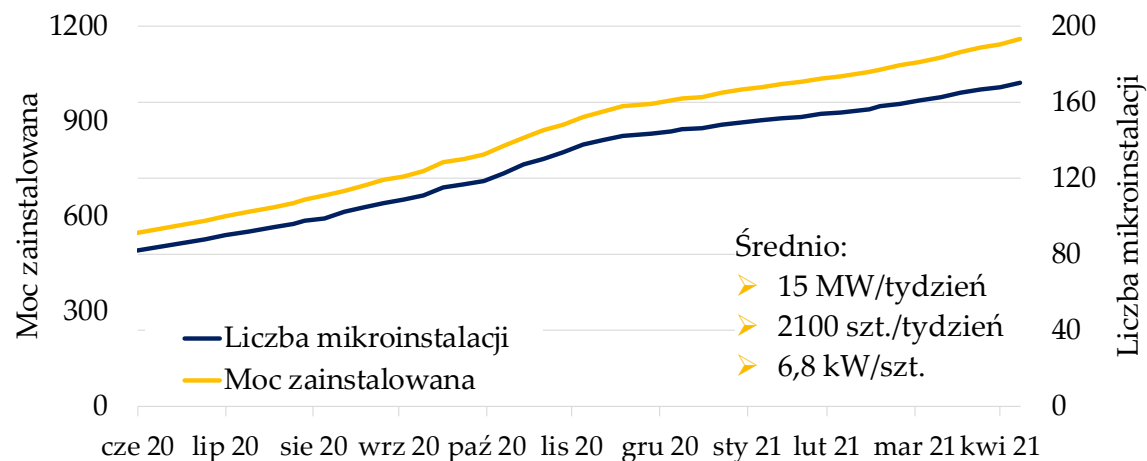
Rozwój źródeł fotowoltaicznych (PV) w Polsce



Moc zainstalowana, w MW, w źródłach PV w Polsce



Moc zainstalowana, w MW, oraz liczba mikroinstalacji, w tys. szt., na obszarze wybranego OSD



Politechnika
Śląska



Charakterystyka sieci testowej CIGRE

575

Benchmark Systems for Network Integration
of Renewable and Distributed Energy Resources

Task Force
C6.04

April 2014



Sieć nN w układzie TN-C

Transformatory:

$U_n = 20/0,4 \text{ kV/kV}$

$u_z = 4\%$

$\Delta P_{Cu} = 1\%$

Linie kablowe:

K1: Al, 240 mm²

K2: Al, 150 mm²

K3: Al, 50 mm²

Linie napowietrzne:

N1: Al, 70 mm²

N2: Al, 25 mm²

N3: Al, 16 mm²

Długości linii:

L1: 30 m

L2: 35 m

L3: 200 m

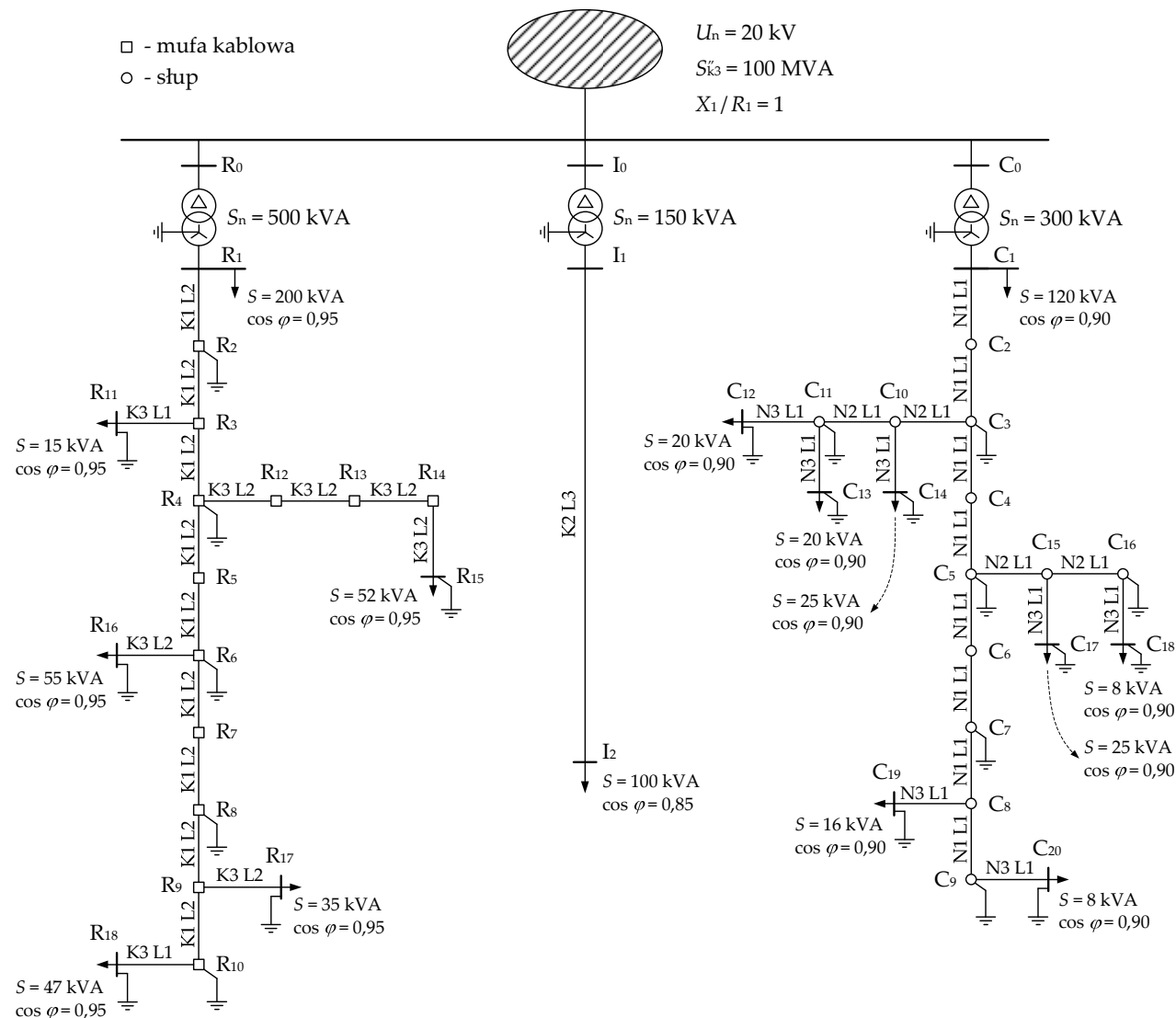
Rezystancje uziemień:

Transformator:

$R = 3 \Omega$

Sieć (przewód PEN):

$R = 40 \Omega$



Politechnika
Śląska



Środowisko symulacyjne Program OpenDSS



EPRI
ELECTRIC POWER
RESEARCH INSTITUTE

DISTRIBUTION SYSTEM SIMULATOR



Obliczenia rozptywu mocy (prądów)
w wielofazowej sieci
elektroenergetycznej, również przy
niesymetrycznym obciążeniu

Modele elementów sieci:

- zastępcze źródło napięcia
- generatory
- linie napowietrzne i kablowe
- transformatory
- baterie kondensatorów
- odbiory
- systemy fotowoltaiczne
- mikroelektrownie wiatrowe
- zasobniki energii elektrycznej



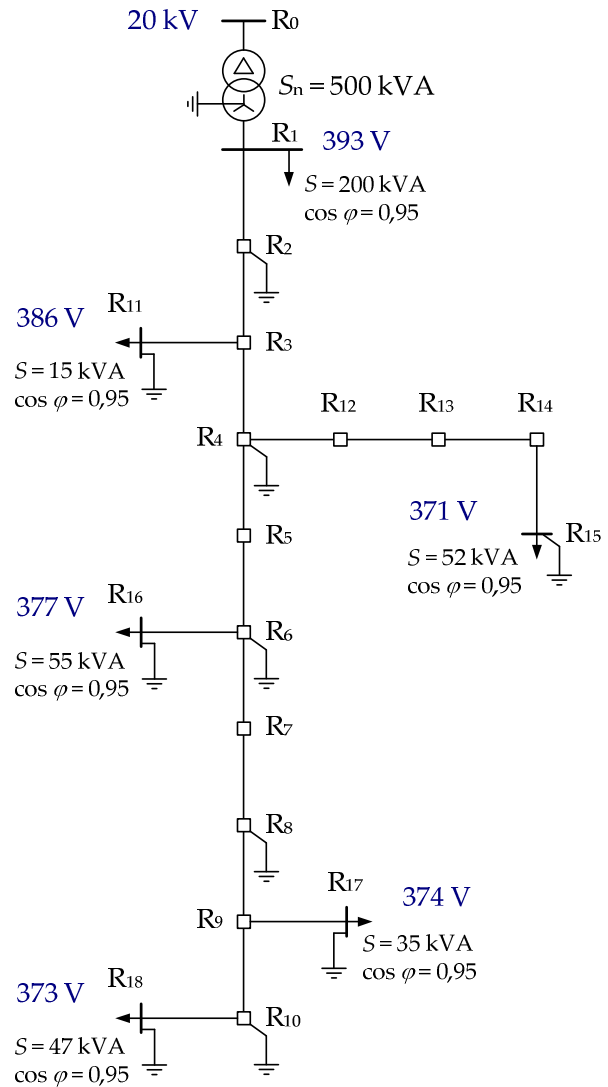
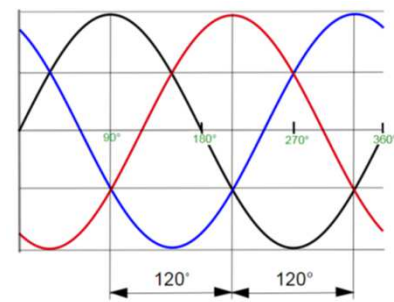
Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Wyniki dla sieci testowej CIGRE – napięcia (w V)

Napięcie po stronie SN transformatora (napięcie źródła idealnego) jest równe 20 kV. Zachowana jest pełna symetria napięć zasilających.

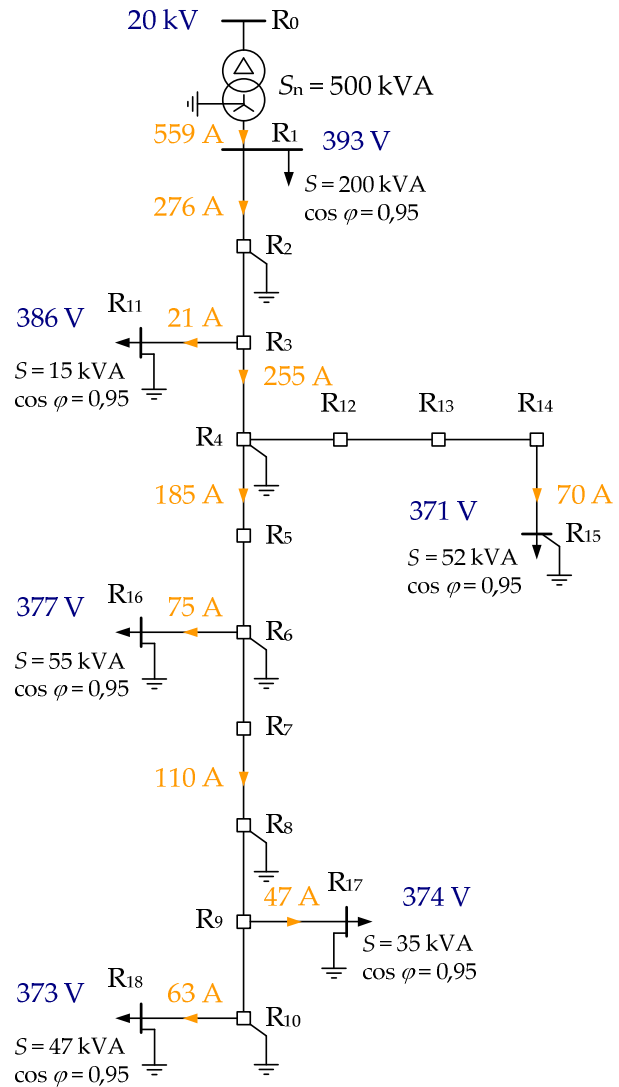
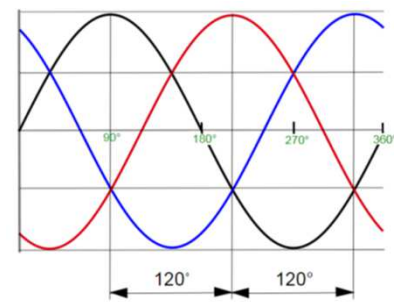


Węzeł	Fazy	CIGRE	OpenDSS
R1	L1-L2	393,04	393,04
	L2-L3	393,02	393,02
	L3-L1	393,01	393,02
R2	L1-L2	389,88	389,89
	L2-L3	390,24	390,25
	L3-L1	389,94	389,94
R3	L1-L2	386,71	386,73
	L2-L3	387,47	387,48
	L3-L1	386,86	386,87
R4	L1-L2	383,79	383,81
	L2-L3	384,91	384,93
	L3-L1	384,02	384,03
R5	L1-L2	381,67	381,68
	L2-L3	383,05	383,06
	L3-L1	381,95	381,97
R6	L1-L2	379,54	379,56
	L2-L3	381,18	381,20
	L3-L1	379,89	379,90
R7	L1-L2	378,27	378,29
	L2-L3	380,07	380,09
	L3-L1	378,65	378,67
R8	L1-L2	377,00	377,03
	L2-L3	378,96	378,98
	L3-L1	377,42	377,44
R9	L1-L2	375,73	375,76
	L2-L3	377,84	377,87
	L3-L1	376,19	376,21

Węzeł	Fazy	CIGRE	OpenDSS
R10	L1-L2	375,01	375,04
	L2-L3	377,21	377,23
	L3-L1	375,48	375,50
R11	L1-L2	385,83	385,84
	L2-L3	386,61	386,62
	L3-L1	385,98	385,99
R12	L1-L2	380,34	380,36
	L2-L3	381,55	381,57
	L3-L1	380,59	380,61
R13	L1-L2	376,90	376,91
	L2-L3	378,20	378,21
	L3-L1	377,17	377,18
R14	L1-L2	373,46	373,47
	L2-L3	374,84	374,86
	L3-L1	373,75	373,76
R15	L1-L2	370,02	370,03
	L2-L3	371,49	371,50
	L3-L1	370,33	370,34
R16	L1-L2	375,84	375,86
	L2-L3	377,58	377,60
	L3-L1	376,21	376,23
R17	L1-L2	373,40	373,42
	L2-L3	375,56	375,59
	L3-L1	373,86	373,88
R18	L1-L2	372,32	372,35
	L2-L3	374,59	374,61
	L3-L1	372,81	372,84

Wyniki dla sieci testowej CIGRE – prądy (w A)

Napięcie po stronie SN transformatora (napięcie źródła idealnego) jest równe 20 kV. Zachowana jest pełna symetria napięć zasilających.



Gałąź	Fazy	CIGRE	OpenDSS
R0-R1	L1	557,69	557,72
	L2	559,38	559,18
	L3	561,07	561,28
R1-R2	L1	274,02	274,05
	L2	275,74	275,55
	L3	277,45	277,66
R2-R3	L1	274,02	274,05
	L2	275,74	275,55
	L3	277,45	277,66
R3-R4	L1	253,18	253,21
	L2	254,84	254,65
	L3	256,50	256,70
R4-R5	L1	183,99	184,02
	L2	185,29	185,15
	L3	186,62	186,77
R5-R6	L1	183,99	184,02
	L2	185,29	185,15
	L3	186,62	186,77
R6-R7	L1	109,71	109,73
	L2	110,56	110,47
	L3	111,44	111,53
R7-R8	L1	109,71	109,73
	L2	110,56	110,47
	L3	111,44	111,53
R8-R9	L1	109,71	109,73
	L2	110,56	110,47
	L3	111,44	111,53

Gałąź	Fazy	CIGRE	OpenDSS
R9-R10	L1	62,80	62,81
	L2	63,30	63,24
	L3	63,81	63,86
R3-R11	L1	20,84	20,85
	L2	20,90	20,89
	L3	20,96	20,96
R4-R12	L1	69,19	69,19
	L2	69,55	69,51
	L3	69,88	69,93
R12-R13	L1	69,19	69,19
	L2	69,55	69,51
	L3	69,88	69,93
R13-R14	L1	69,19	69,19
	L2	69,55	69,51
	L3	69,88	69,93
R14-R15	L1	69,19	69,19
	L2	69,55	69,51
	L3	69,88	69,93
R6-R16	L1	74,28	74,29
	L2	74,73	74,68
	L3	75,18	75,24
R9-R17	L1	46,91	46,92
	L2	47,27	47,23
	L3	47,63	47,67
R10-R18	L1	62,80	62,81
	L2	63,30	63,24
	L3	63,81	63,86



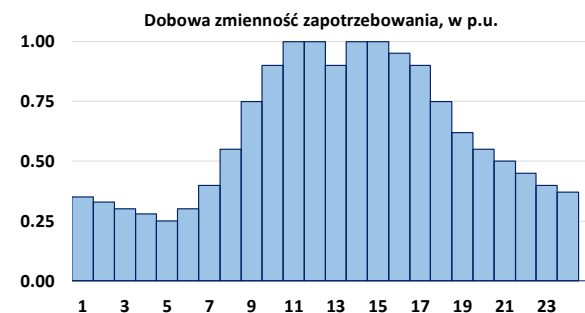
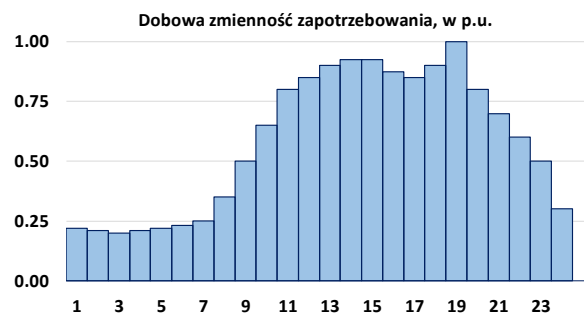
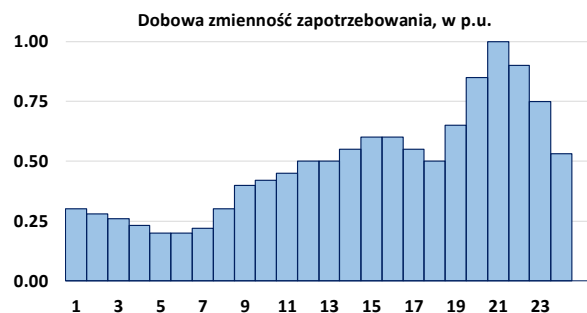
Zmienność zapotrzebowania w sieci CIGRE

SIEĆ CIGRE

ODBIORCY KOMUNALNO-BYTOWI
(RESIDENTIAL)

ODBIORCA PRZEMYSŁOWY
(INDUSTRIAL)

ODBIORCY KOMERCYJNI
(COMMERCIAL)



Politechnika
Śląska

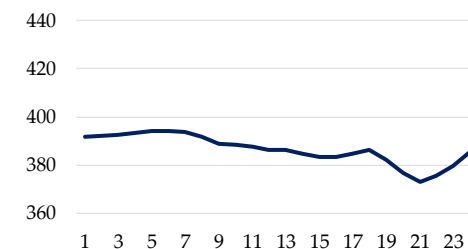
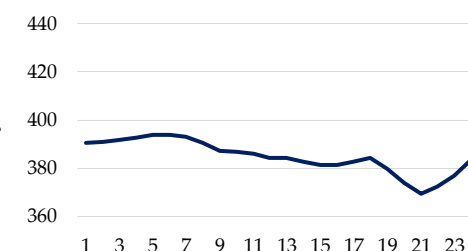
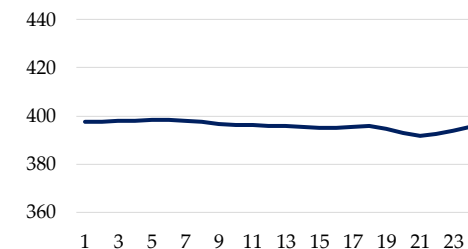
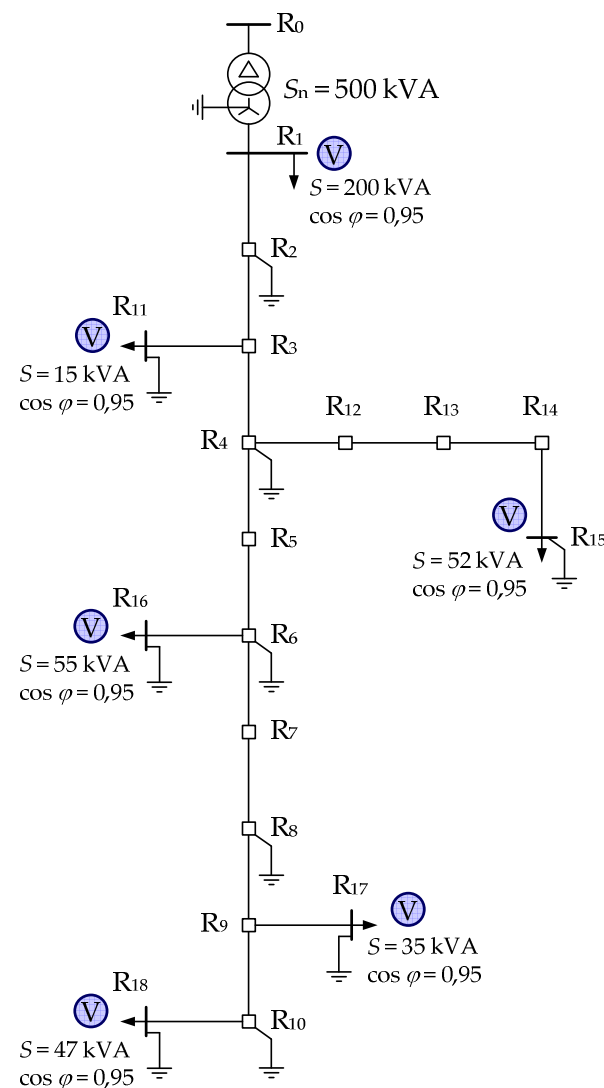
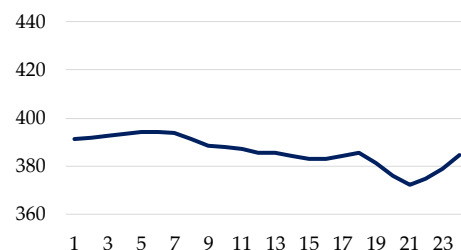
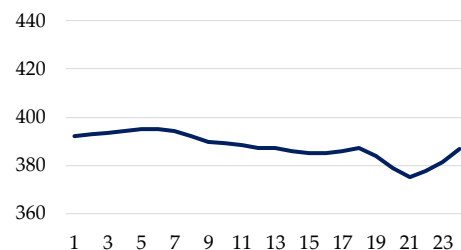
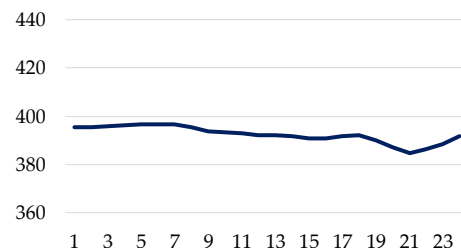
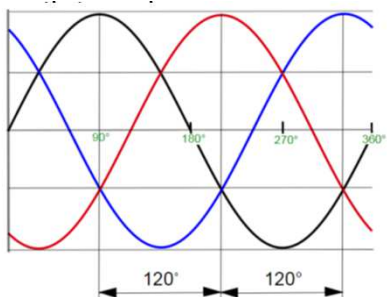


UCZELNIA
BADAWCZA

INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – napięcia (w V)

Napięcie po stronie SN transformatora (napięcie źródła rzeczywistego) jest równe 20 kV przez cały okres symulacji. Zachowana jest pełna symetria napięć



Politechnika
Śląska

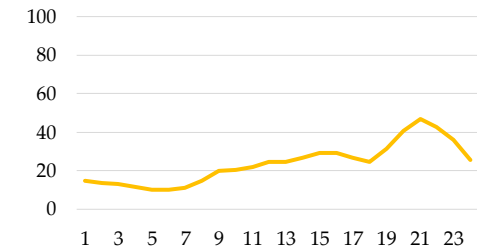
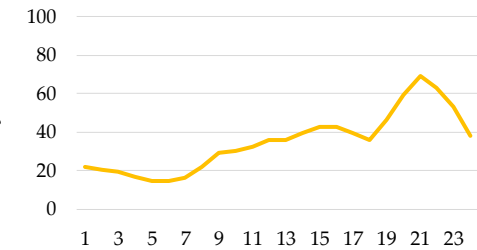
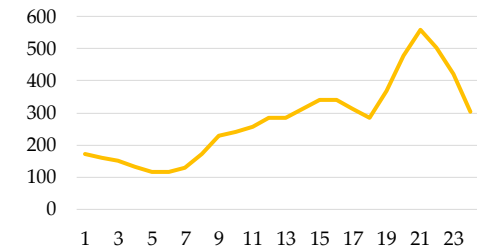
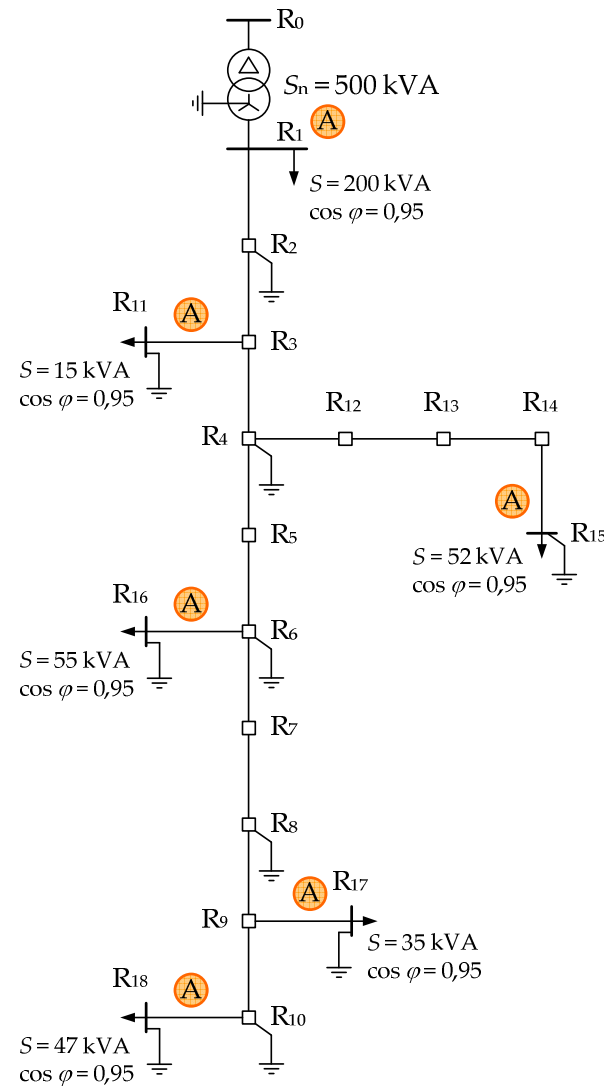
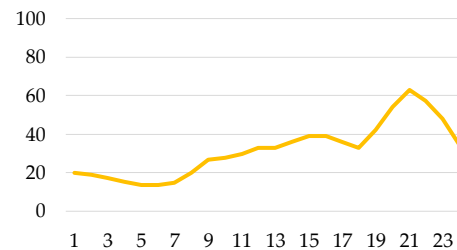
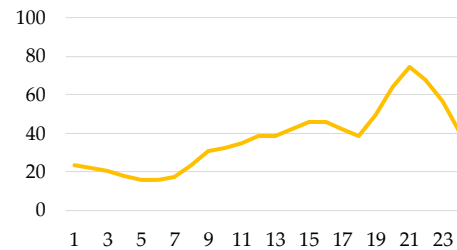
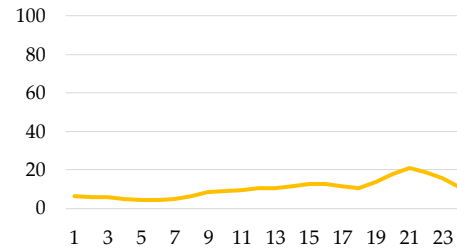
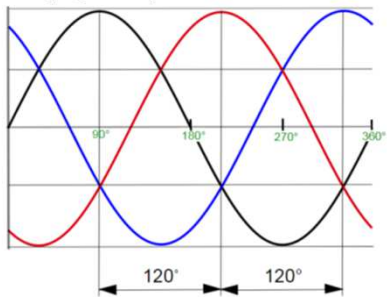


UCZELNIA
BADAWCZA

INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – prądy (w A)

Napięcie po stronie SN transformatora (napięcie źródła rzeczywistego) jest równe 20 kV przez cały okres symulacji. Zachowana jest pełna symetria napięć



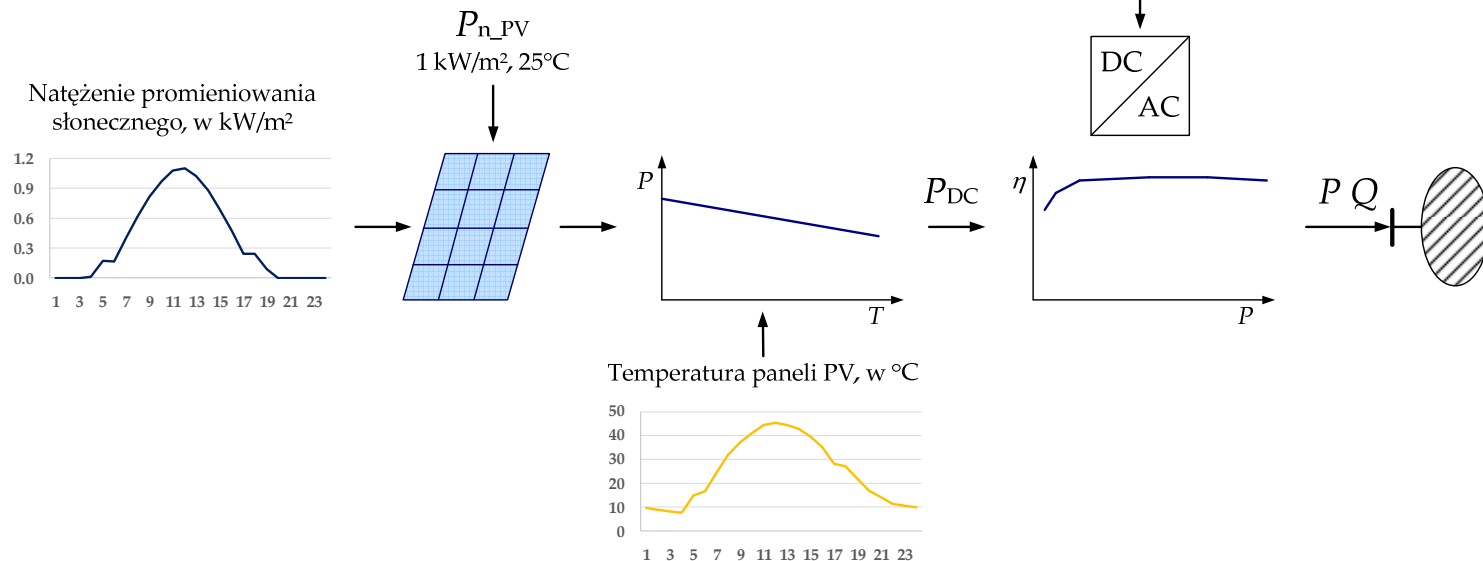
Politechnika
Śląska



Model źródła fotowoltaicznego

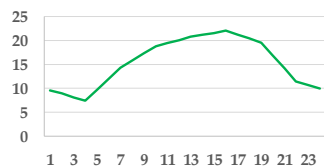


Model źródła PV w OpenDSS

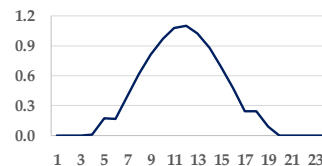


Model obliczający temperaturę paneli PV

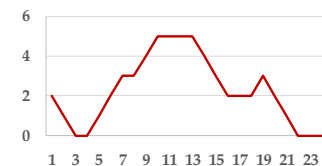
Temperatura otoczenia, w °C



Natężenie promieniowania słonecznego, w kW/m²



Prędkość wiatru, w m/s



Politechnika
Śląska



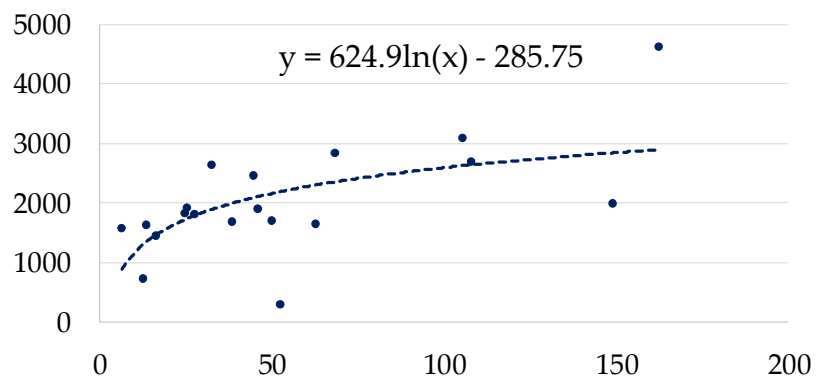
UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Określenie mocy zainstalowanej źródeł PV w sieci CIGRE

Obliczenie rocznego zużycia energii elektrycznej przez odbiorców zasilanych z sieci CIGRE

Odbiorca	S	$\cos \varphi$	P	T_s	E_r
	kVA	-	kW	h/rok	kWh
R1	200	0,95	190,00	3000	570 000
R11	15	0,95	14,25	1400	19 950
R15	52	0,95	49,40	2150	106 210
R16	55	0,95	52,25	2200	114 950
R17	35	0,95	33,25	1900	63 175
R18	47	0,95	44,65	2100	93 765
Suma	404	-	384,00	-	968 050

Zależność czasu wykorzystania mocy szczytowej, w h/rok, od mocy szczytowej, w kW, stacji SN/nN



$$P = S \cos \varphi$$

$$E_r = P T_s$$



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Określenie mocy zainstalowanej źródeł PV w sieci CIGRE

$$E_{r_PV} = \alpha E_r$$

$$P_{n_PV} = \beta \frac{E_{r_PV}}{T_{z_PV}} + (1 - \beta) \frac{\frac{E_{r_PV}}{1 - \gamma}}{T_{z_PV}}$$

- α współczynnik nasycenia sieci źródłami fotowoltaicznymi (roczna produkcja energii w źródłach PV / roczne zużycie energii w analizowanej sieci)
- β współczynnik autokonsumpcji (ilość energii produkowanej w źródłach PV, która zostaje zużyta przez odbiorcę w chwili jej wytworzenia)
- γ współczynnik określający ilość energii produkowanej w źródłach PV, która została utracona na skutek wymiany z siecią

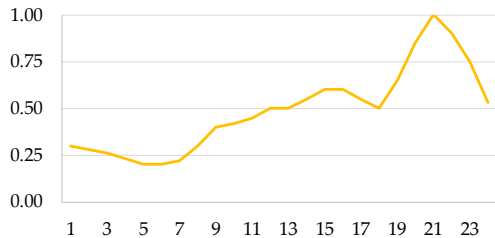
Obliczenie mocy zainstalowanej źródeł fotowoltaicznych w sieci CIGRE

Odbiorca	E_r kWh	α -	E_{r_PV} kWh	β -	γ -	T_{z_PV} h/rok	P_{n_PV} kW
R1	570 000	0,25	142 500	0,25	0,2	1000	169,2
R11	19 950	0,25	4 988	0,25	0,2	1000	5,9
R15	106 210	0,25	26 553	0,25	0,2	1000	31,5
R16	114 950	0,25	28 738	0,25	0,2	1000	34,1
R17	63 175	0,25	15 794	0,25	0,2	1000	18,8
R18	93 765	0,25	23 441	0,25	0,2	1000	27,8
Suma	968 050	-	242 013	-	-	-	287,4

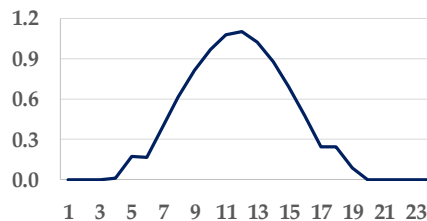


Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – dane wejściowe

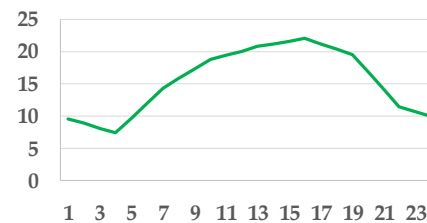
Dobowa zmienność
zapotrzebowania, w p.u.



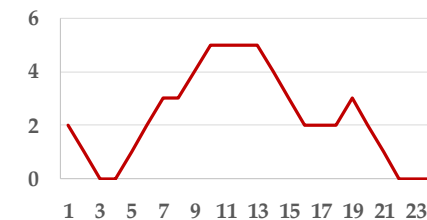
Natężenie promieniowania
słonecznego, w kW/m²



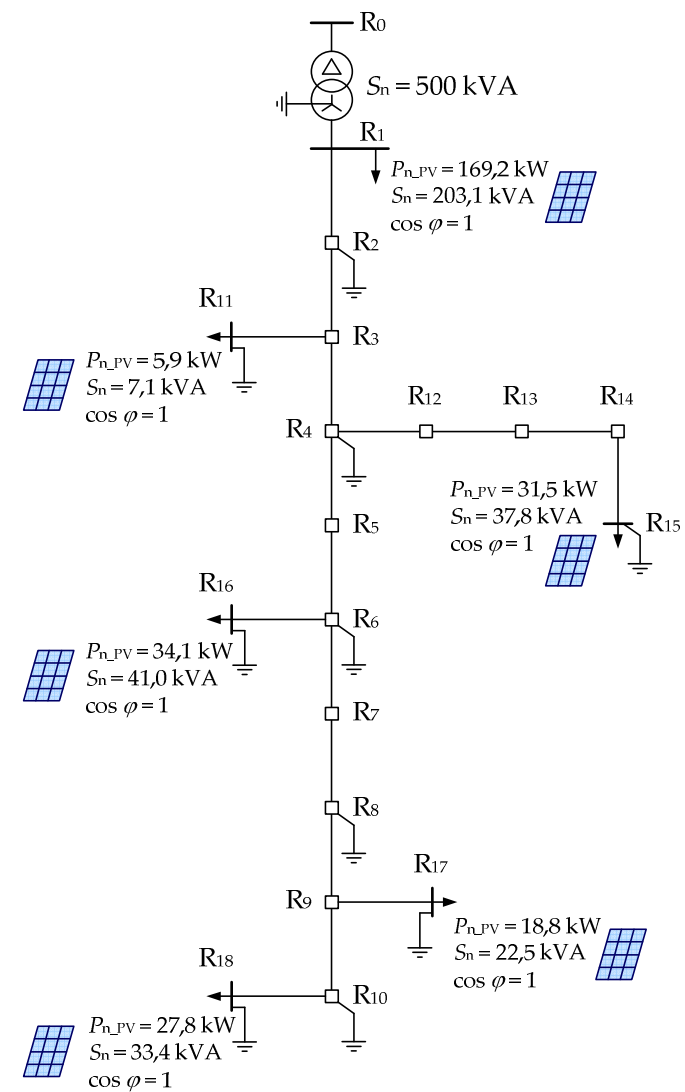
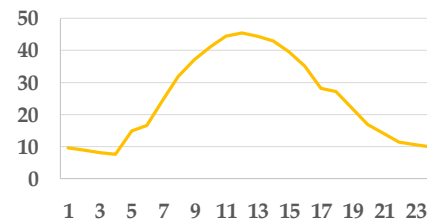
Temperatura otoczenia, w °C



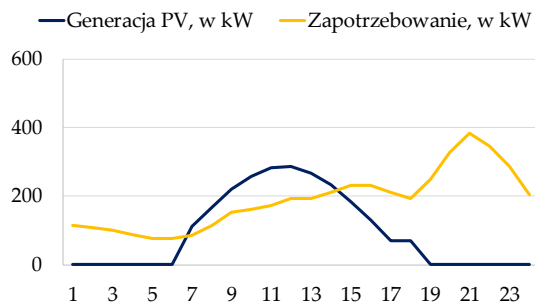
Prędkość wiatru, w m/s



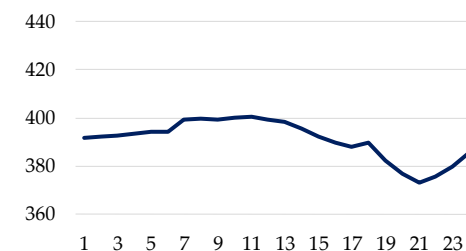
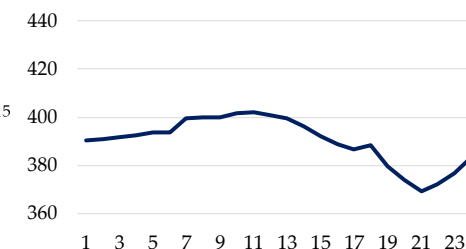
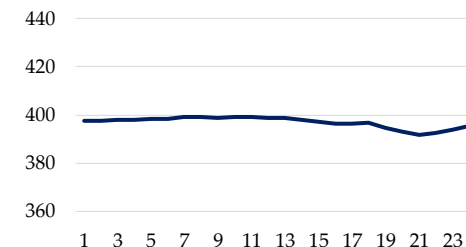
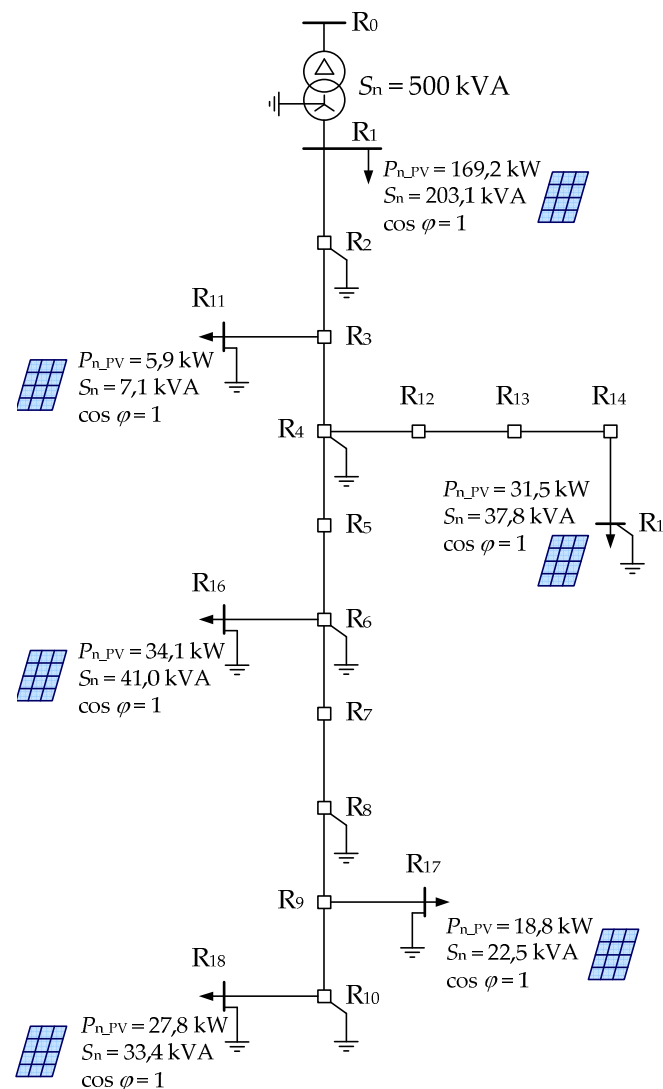
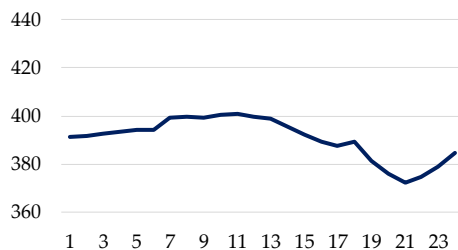
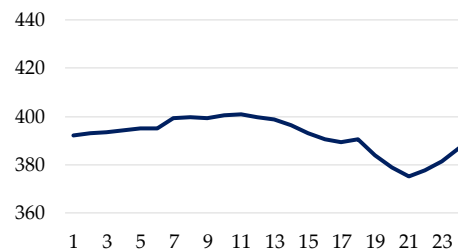
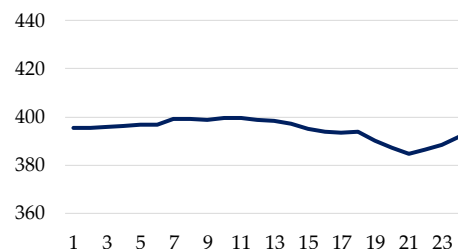
Temperatura paneli PV, w °C



Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – napięcia (w V)



$$\alpha = \frac{E_{r_PV}}{E_r} = 25\%$$

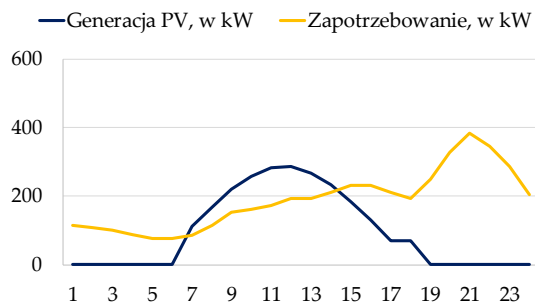


Politechnika
Śląska

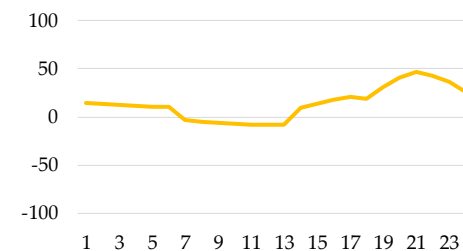
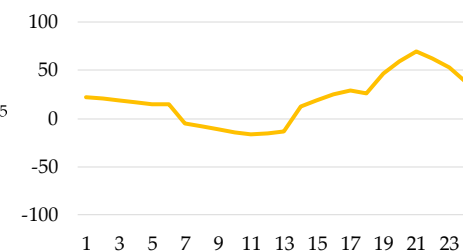
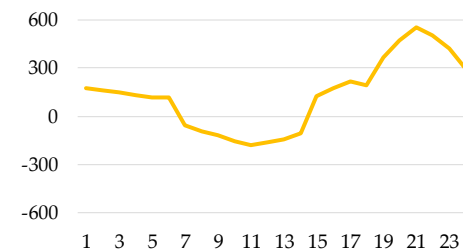
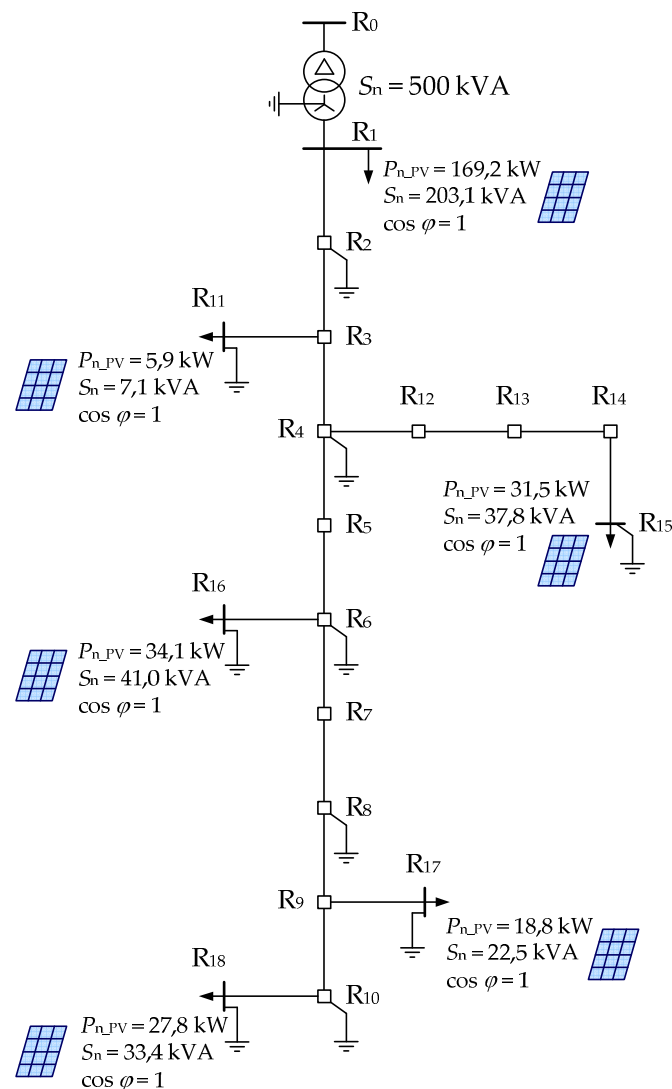
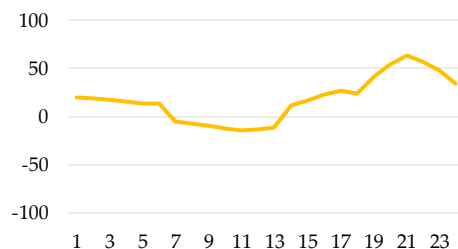
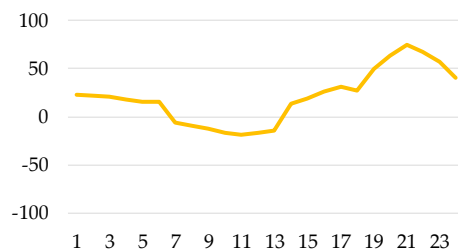
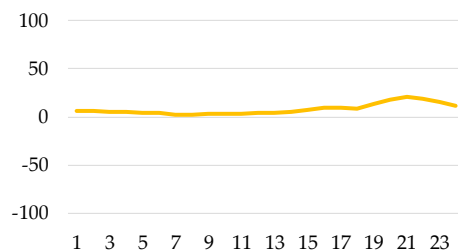


UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONALOSCI

Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – prądy (w A)



$$\alpha = \frac{E_{r_PV}}{E_r} = 25\%$$



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Określenie mocy zainstalowanej źródeł PV w sieci CIGRE

$$E_{r_PV} = \alpha E_r$$

$$P_{n_PV} = \beta \frac{E_{r_PV}}{T_{z_PV}} + (1 - \beta) \frac{\frac{E_{r_PV}}{1 - \gamma}}{T_{z_PV}}$$

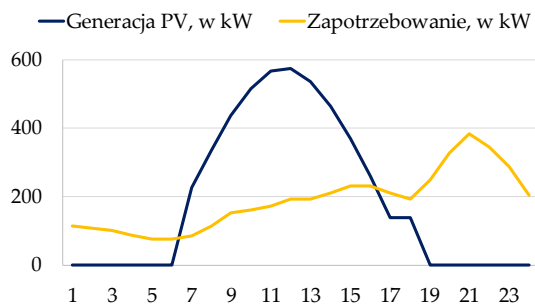
- α współczynnik nasycenia sieci źródłami fotowoltaicznymi (roczna produkcja energii w źródłach PV/roczne zużycie energii w analizowanej sieci)
- β współczynnik autokonsumpcji (ilość energii produkowanej w źródłach PV, która zostaje zużyta przez odbiorcę w chwili jej wytworzenia)
- γ współczynnik określający ilość energii produkowanej w źródłach PV, która została utracona na skutek wymiany z siecią

Obliczenie mocy zainstalowanej źródeł fotowoltaicznych w sieci CIGRE

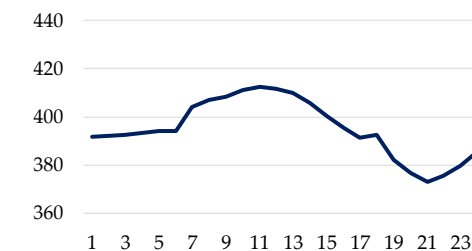
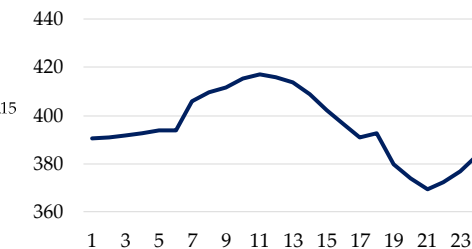
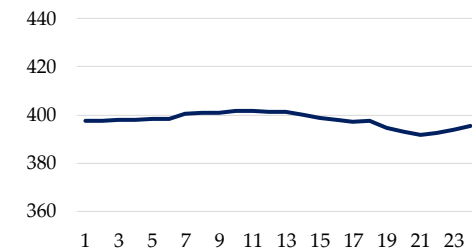
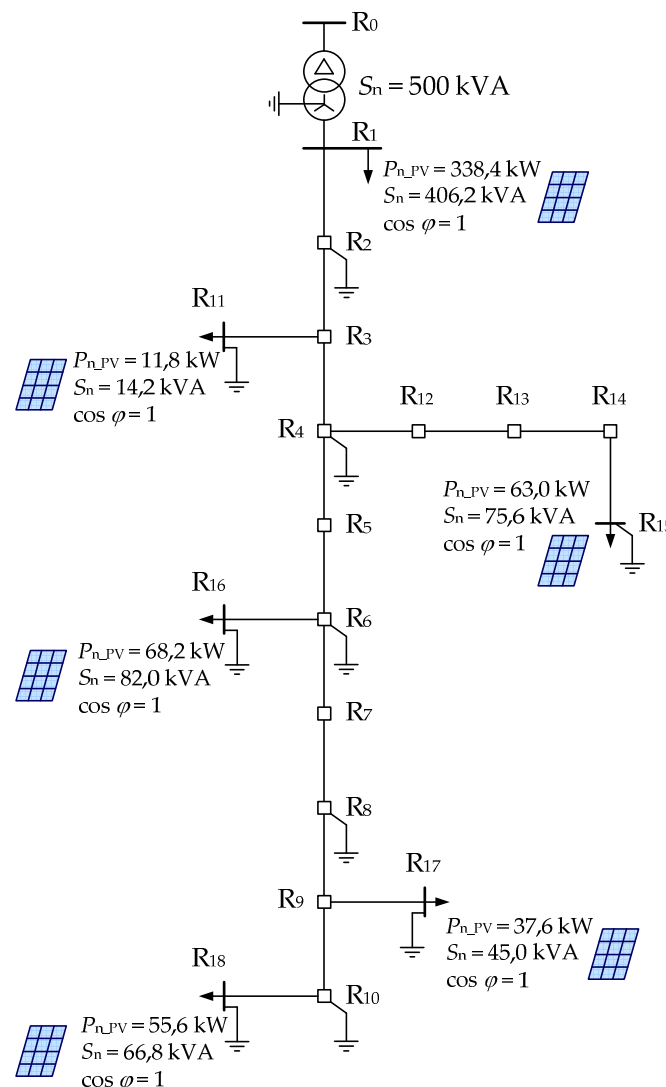
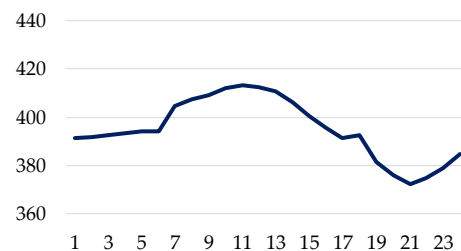
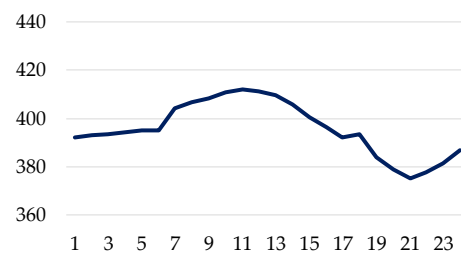
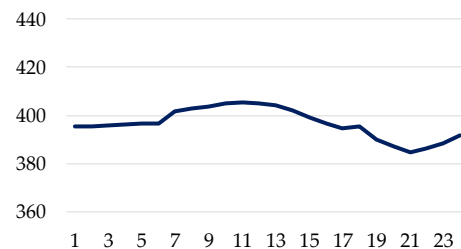
Odbiorca	E_r kWh	α -	E_{r_PV} kWh	β -	γ -	T_{z_PV} h/rok	P_{n_PV} kW
R1	570 000	0,5	285 000	0,25	0,2	1000	338,4
R11	19 950	0,5	9 975	0,25	0,2	1000	11,8
R15	106 210	0,5	53 105	0,25	0,2	1000	63,1
R16	114 950	0,5	57 475	0,25	0,2	1000	68,3
R17	63 175	0,5	31 588	0,25	0,2	1000	37,5
R18	93 765	0,5	46 883	0,25	0,2	1000	55,7
Suma	968 050	-	484 025	-	-	-	574,8



Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – napięcia (w V)



$$\alpha = \frac{E_{r_PV}}{E_r} = 50\%$$

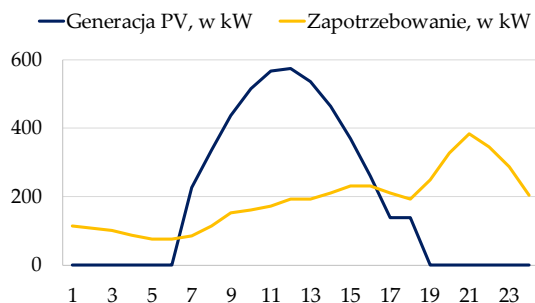


Politechnika
Śląska

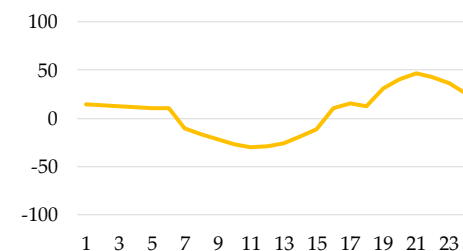
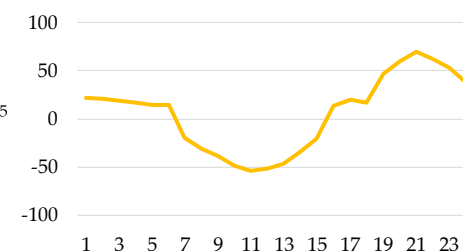
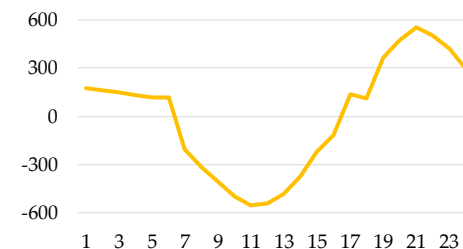
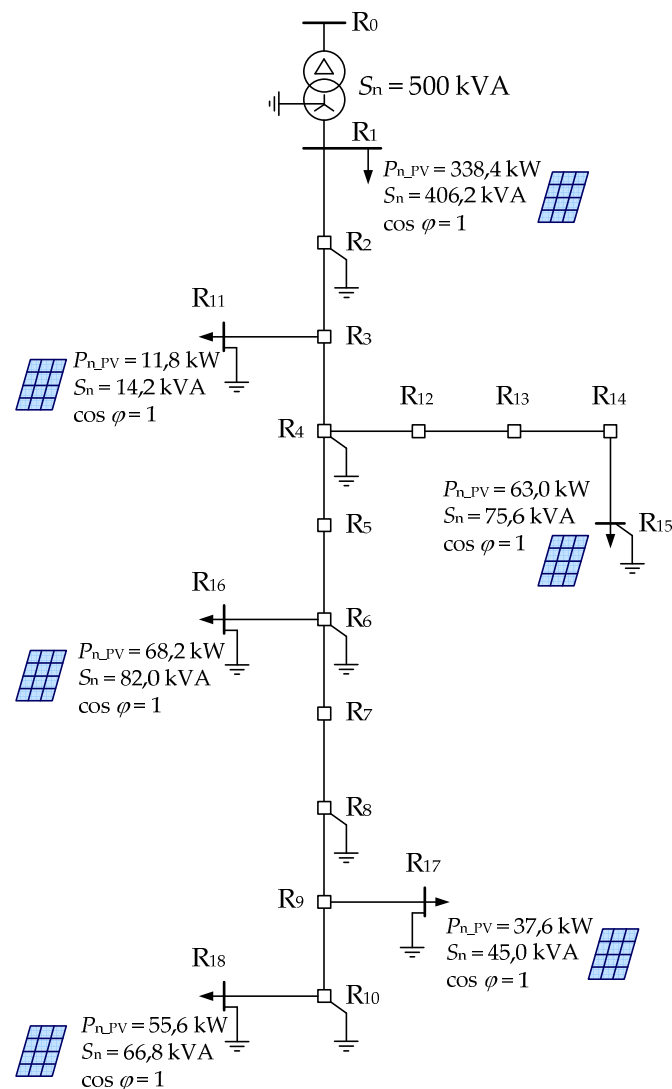
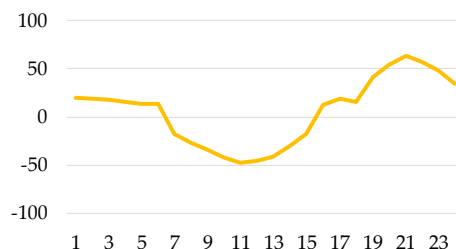
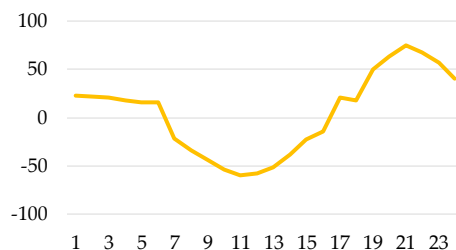
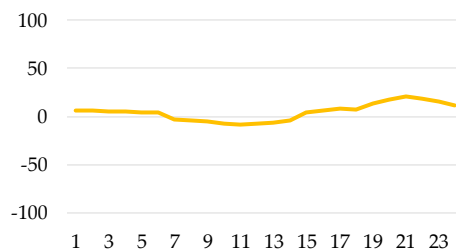


UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – prądy (w A)



$$\alpha = \frac{E_{r_PV}}{E_r} = 50\%$$

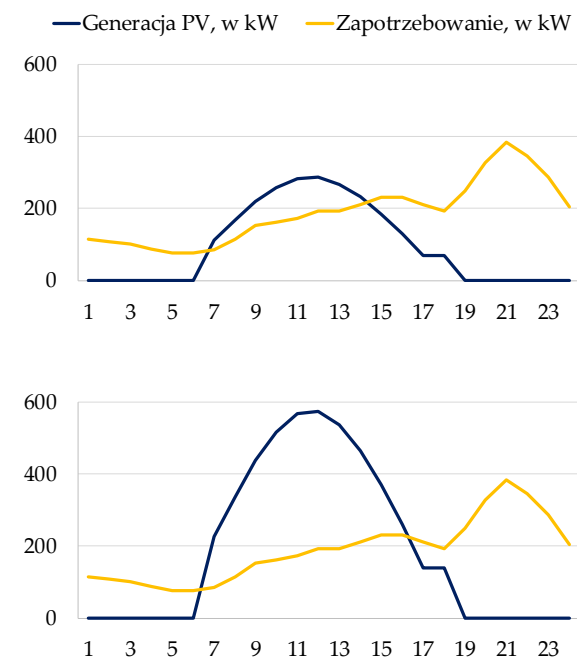


Politechnika
Śląska



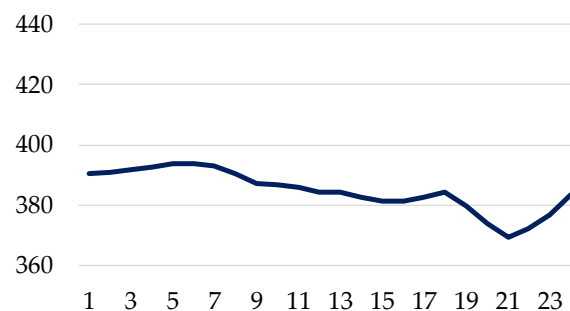
UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – porównanie

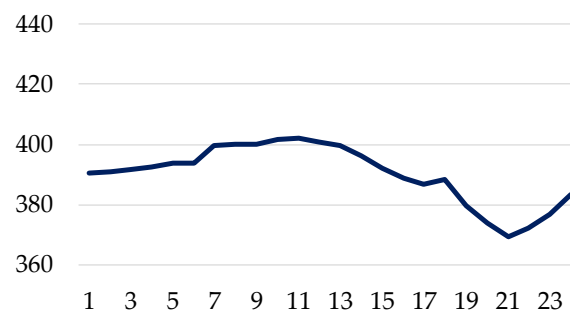


$\alpha = 0\%$

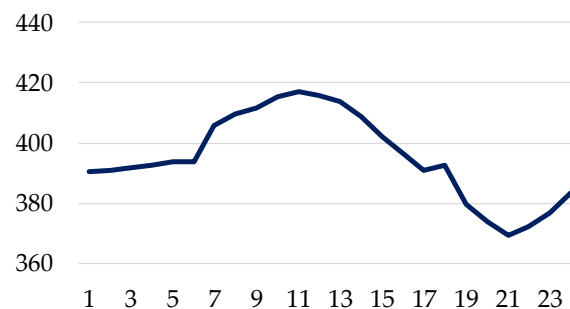
Napięcia w węźle R15, w V



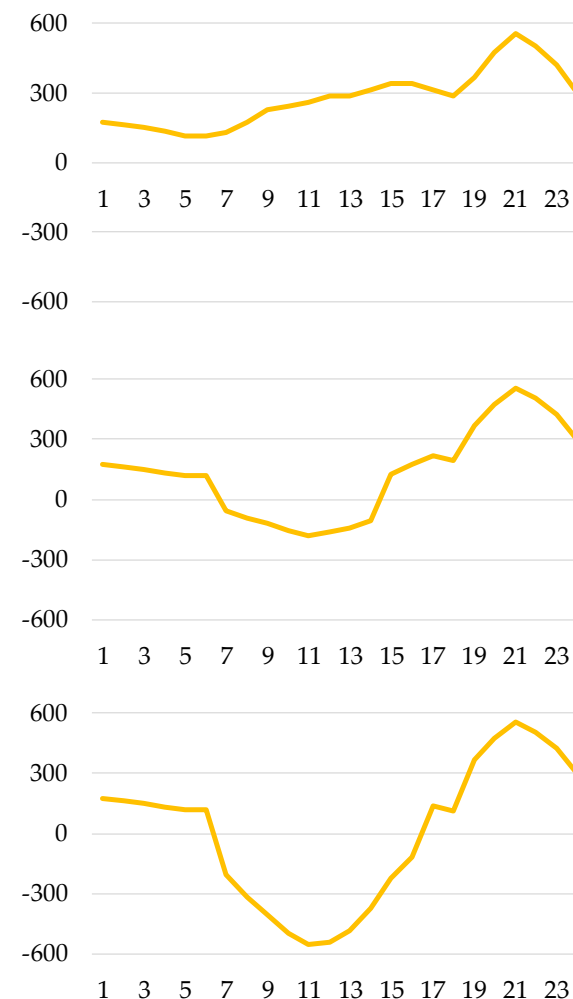
$\alpha = 25\%$



$\alpha = 50\%$



Prądy po stronie nN
transformatora, w A



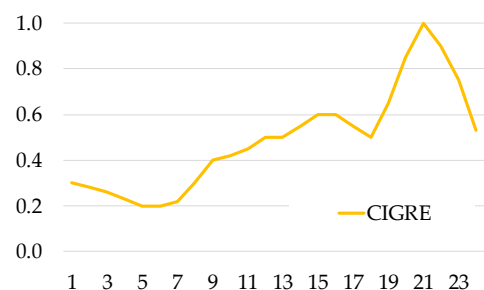
Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – losowanie obciążeń dobowych

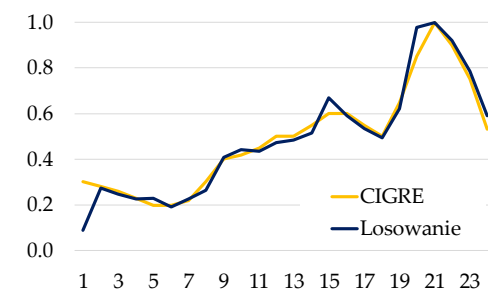
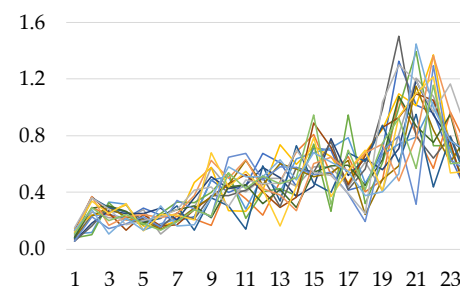
Wartość średnia:



Współczynnik zmienności

Odchylenie standardowe =
wartość średnia · współczynnik
zmienności

Generator
liczb losowych
o rozkładzie
normalnym



$S_{\max}$, w kVA			
R1_L1	88,5	R16_L1	21,0
R1_L2	71,3	R16_L2	17,4
R1_L3	80,4	R16_L3	19,7
R11_L1	6,9	R17_L1	15,1
R11_L2	5,2	R17_L2	15,9
R11_L3	6,9	R17_L3	15,2
R15_L1	20,6	R18_L1	19,0
R15_L2	19,0	R18_L2	22,7
R15_L3	26,1	R18_L3	18,1

Obciążenie szczytowe:

- CIGRE:
 $S_{\max} = 404$ kVA
- Losowanie:
 $S_{\max} = 401$ kVA



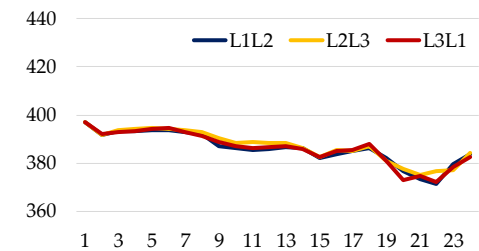
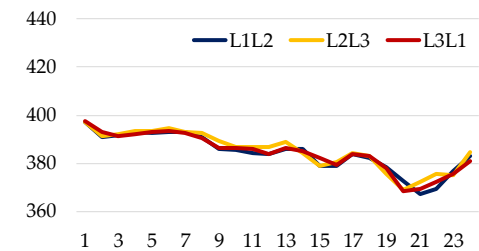
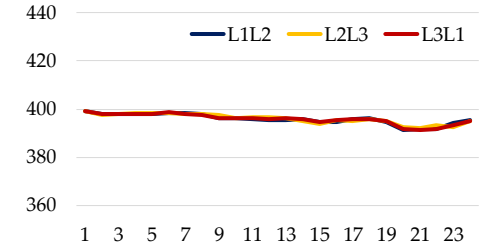
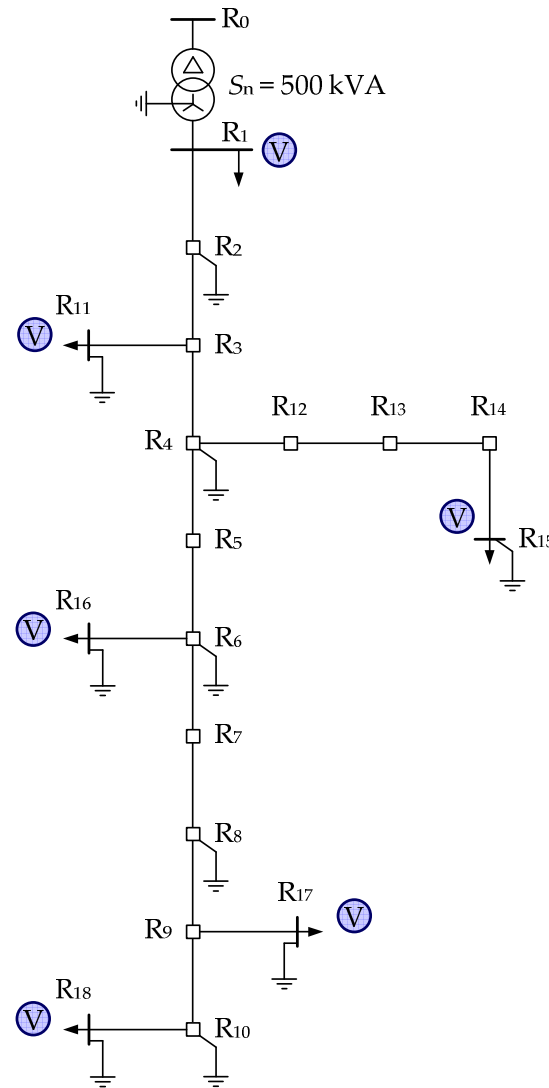
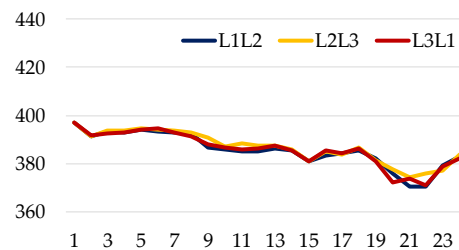
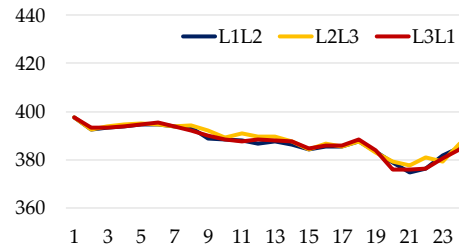
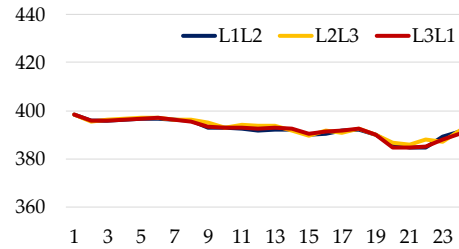
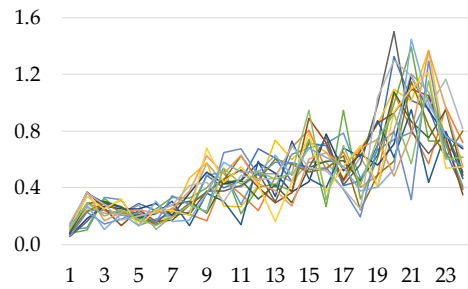
Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – napięcia (w V)

Niesymetryczne
(wygenerowane losowo)
obciążenia poszczególnych
faz węzłów odbiorczych.



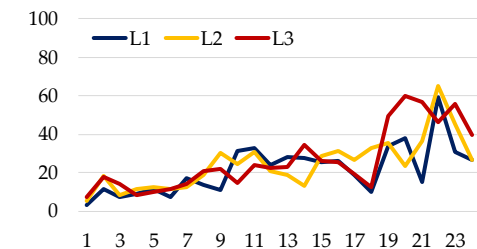
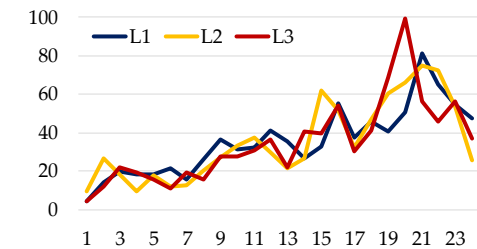
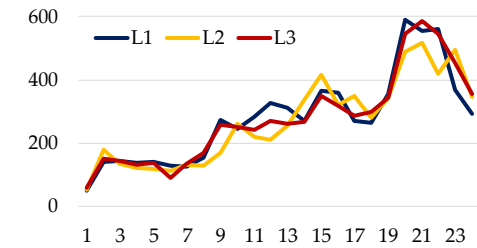
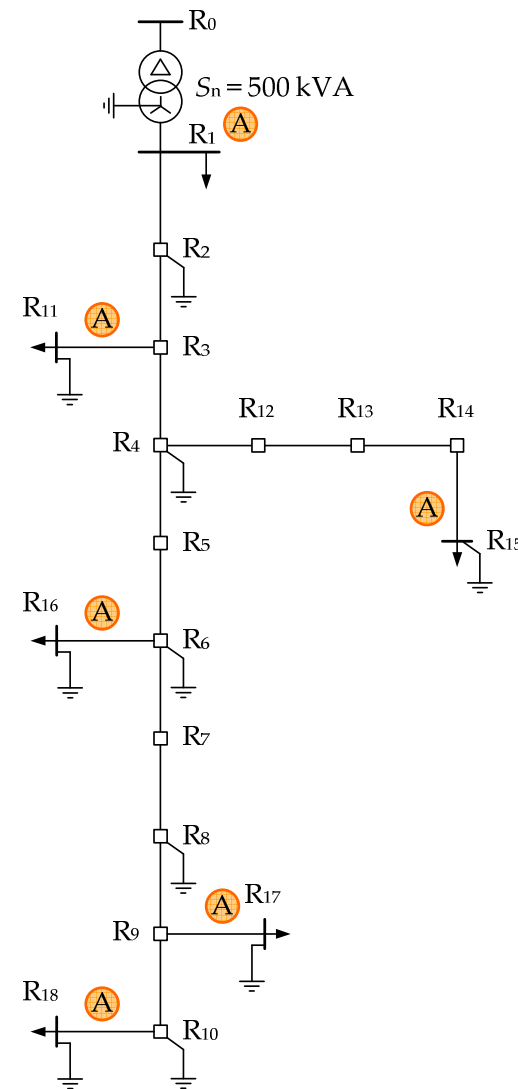
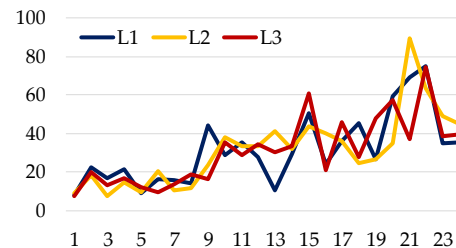
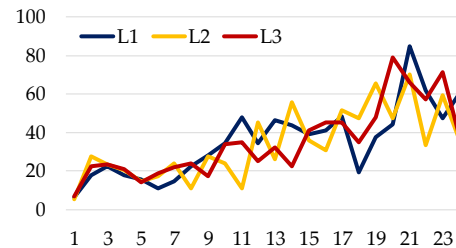
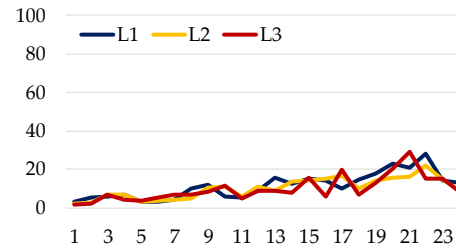
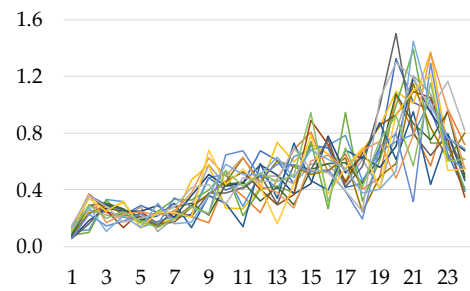
Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – prądy (w A)

Niesymetryczne (wygenerowane losowo) obciążenia poszczególnych faz węzłów odbiorczych.



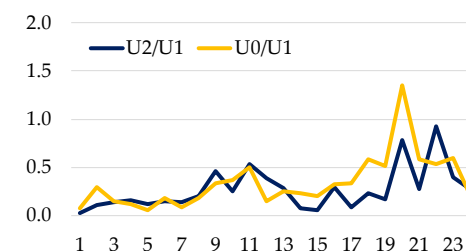
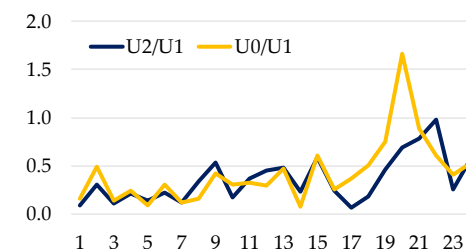
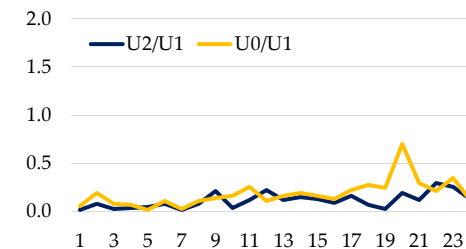
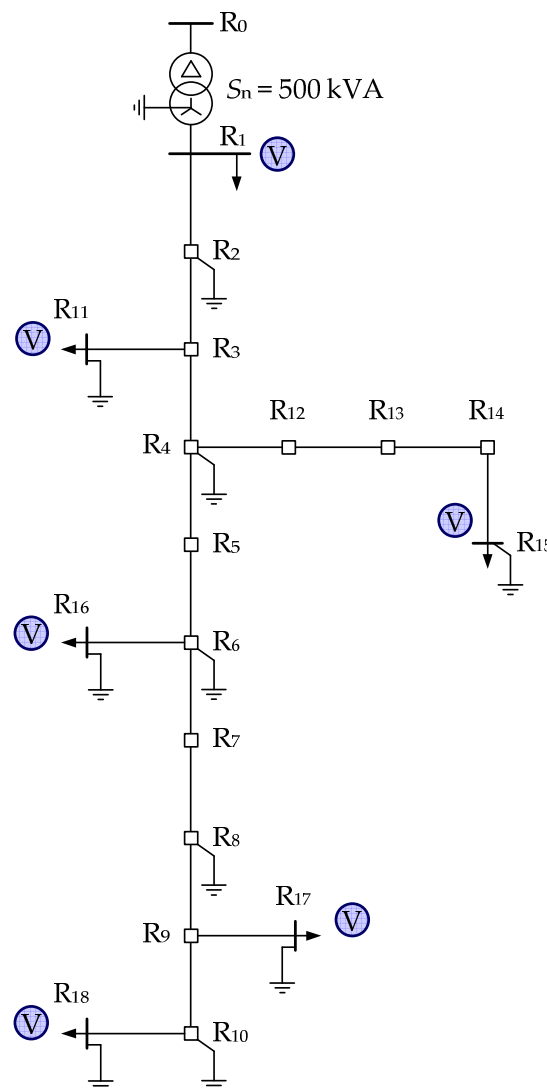
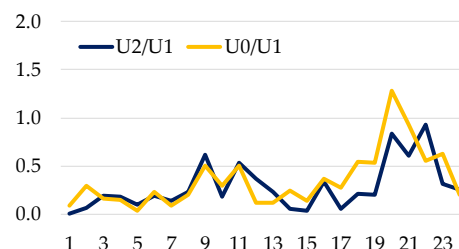
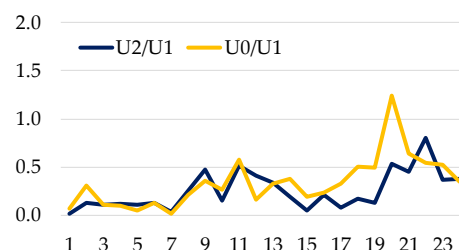
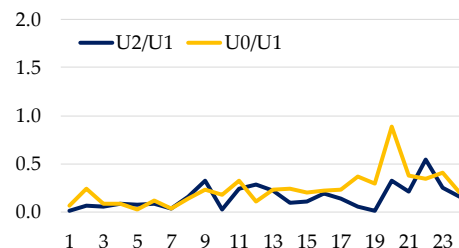
Politechnika
Śląska



Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – niesymetria napięcia (w %)

$$\alpha_{u2} = \frac{U_2}{U_1} \cdot 100\%$$

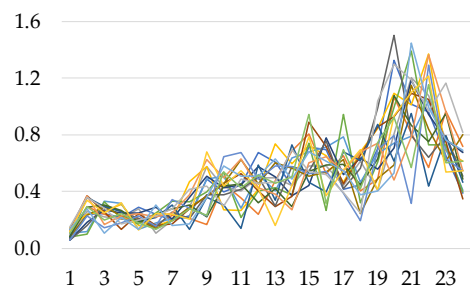
$$\alpha_{u0} = \frac{U_0}{U_1} \cdot 100\%$$



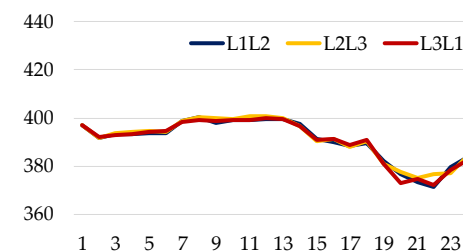
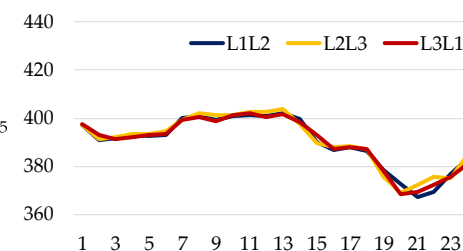
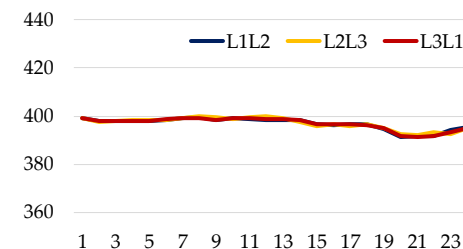
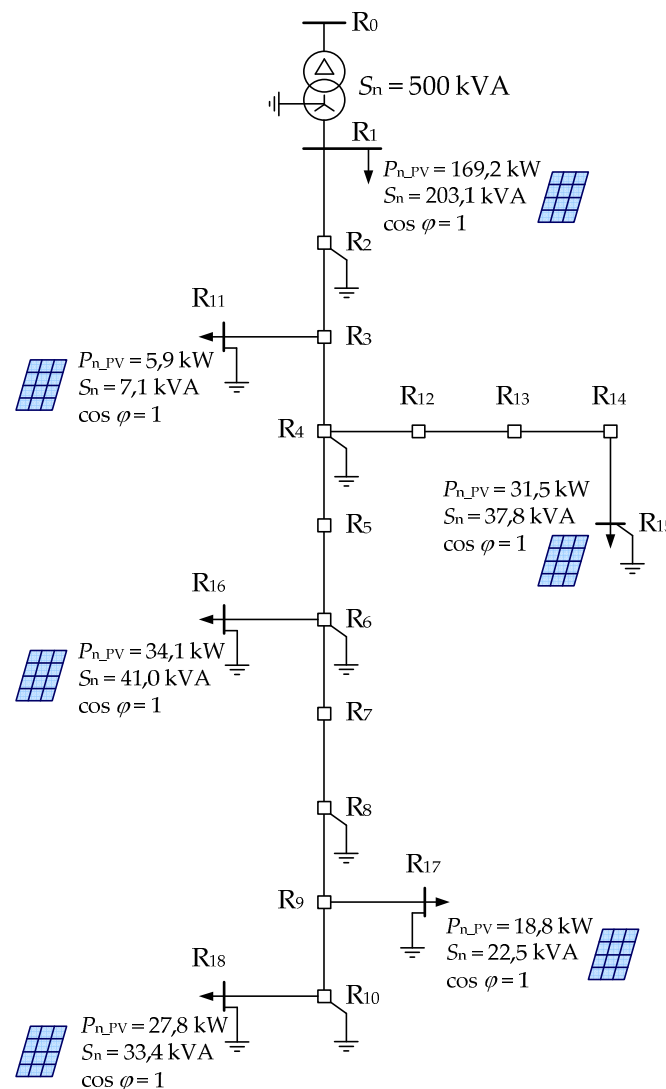
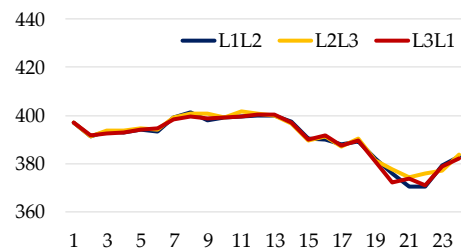
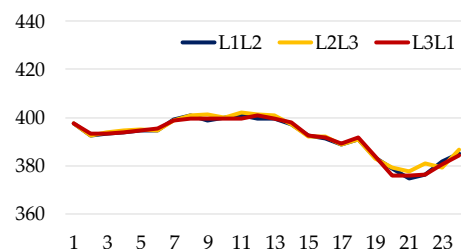
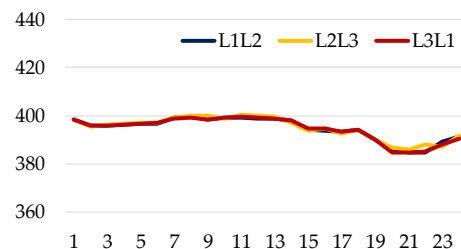
Politechnika
Śląska



Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – napięcia (w V)



$$\alpha = \frac{E_{r_PV}}{E_r} = 25\%$$

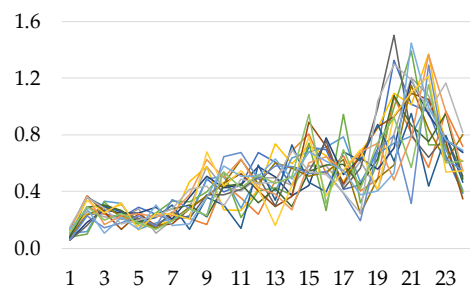


Politechnika
Śląska

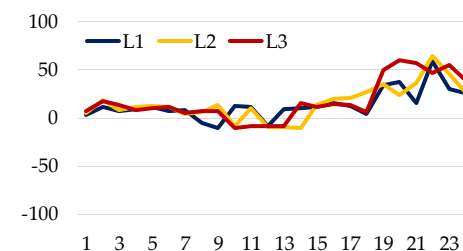
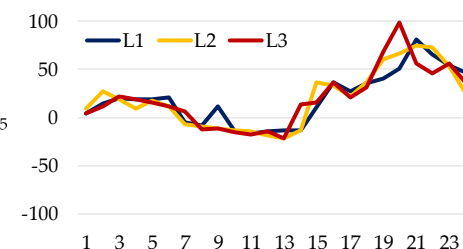
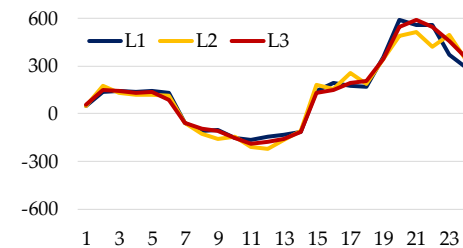
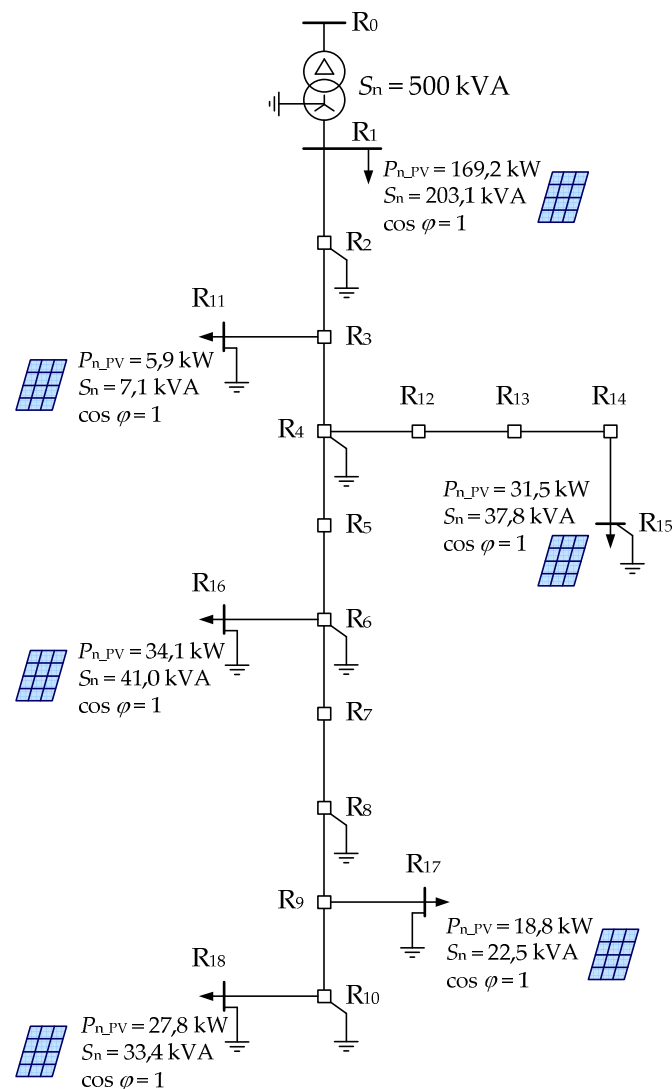
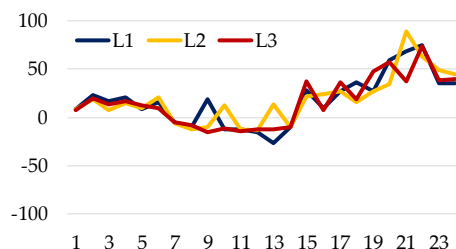
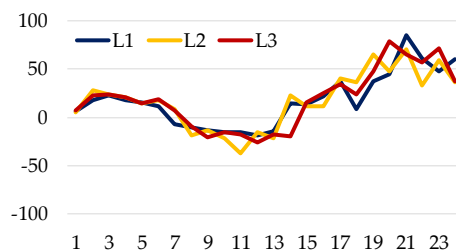
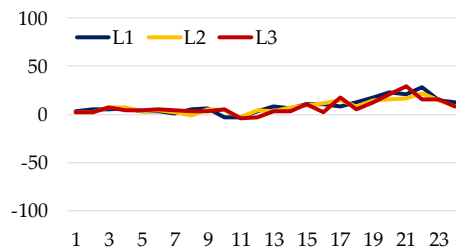


UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – prądy (w A)



$$\alpha = \frac{E_{r_PV}}{E_r} = 25\%$$

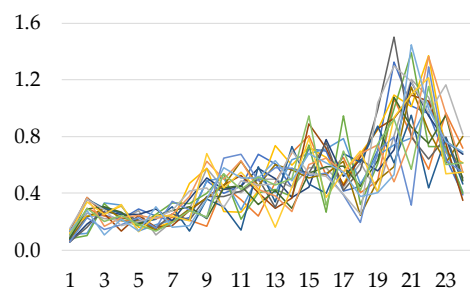


Politechnika
Śląska

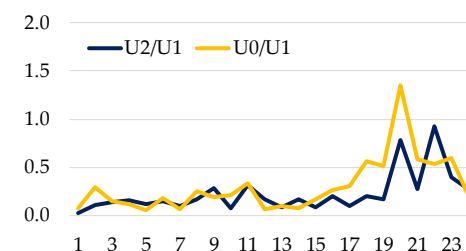
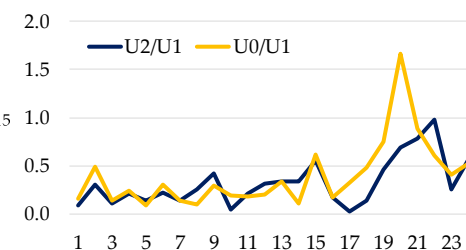
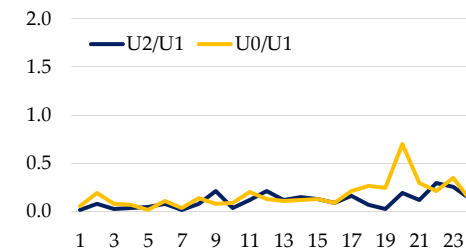
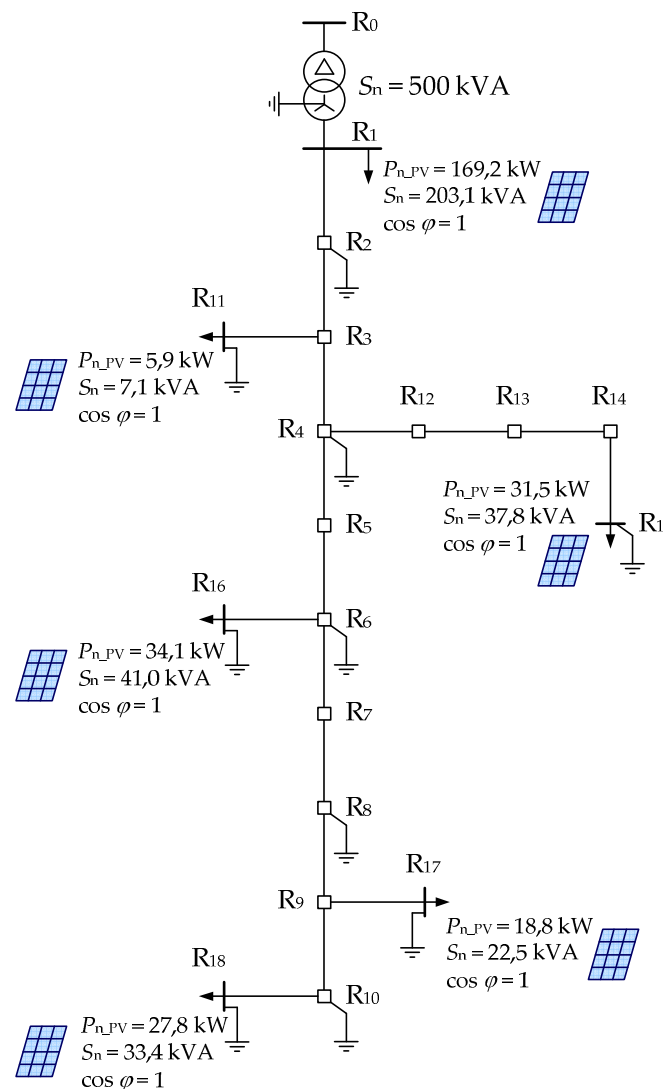
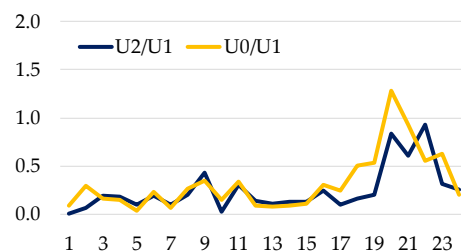
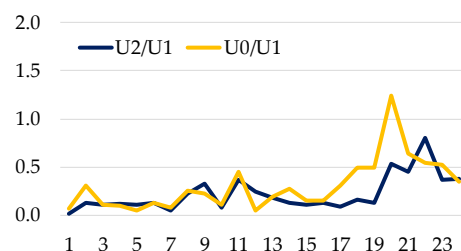
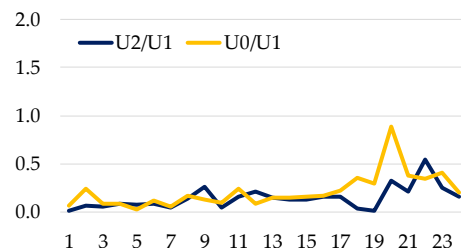


UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – niesymetria napięcia (w %)



$$\alpha = \frac{E_{r_PV}}{E_r} = 25\%$$

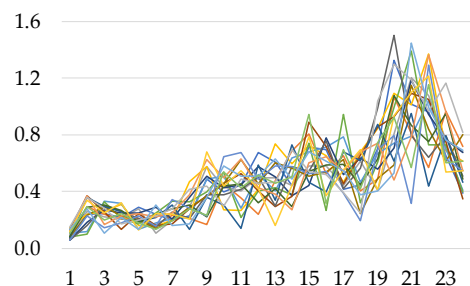


Politechnika
Śląska

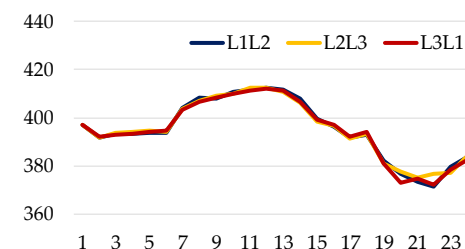
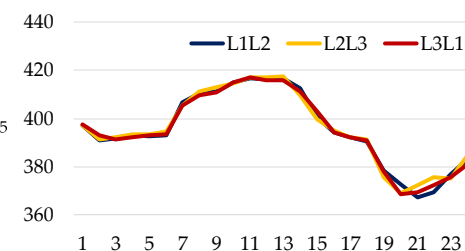
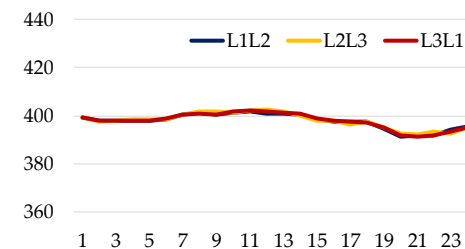
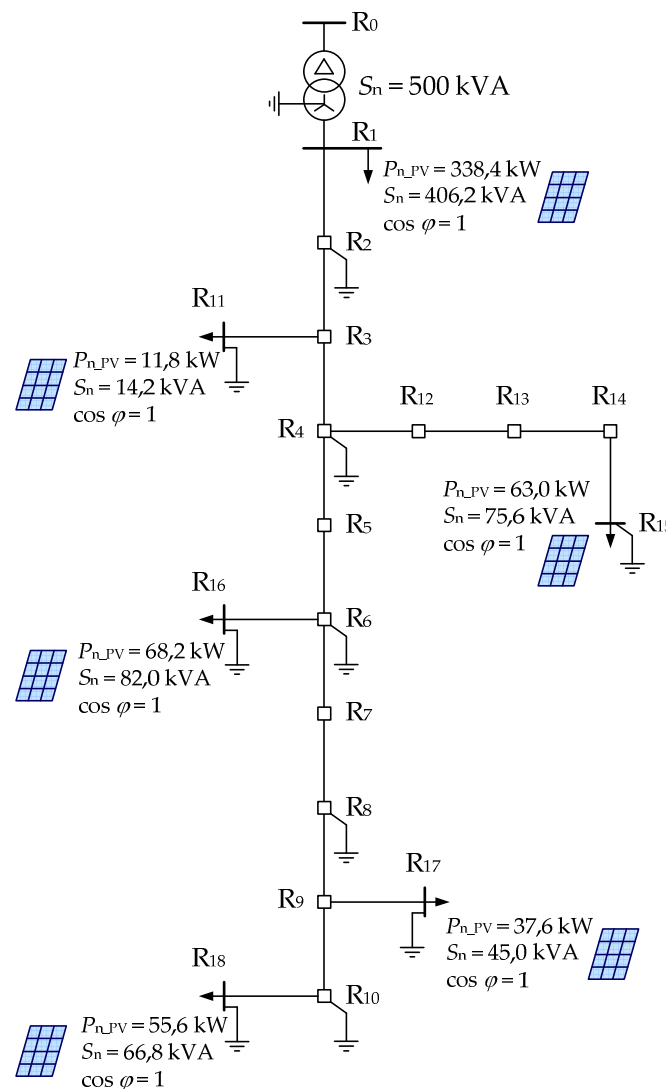
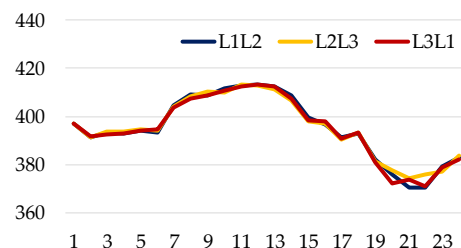
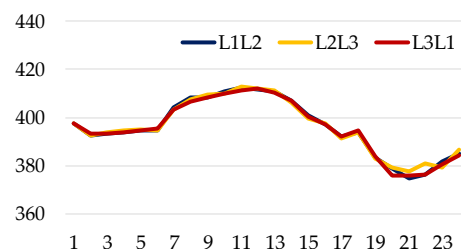
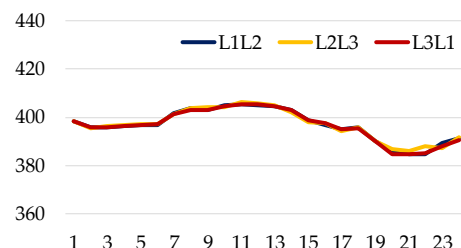


UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONALISZC

Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – napięcia (w V)



$$\alpha = \frac{E_{r_PV}}{E_r} = 50\%$$

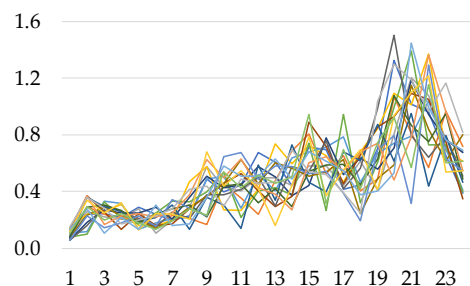


Politechnika
Śląska

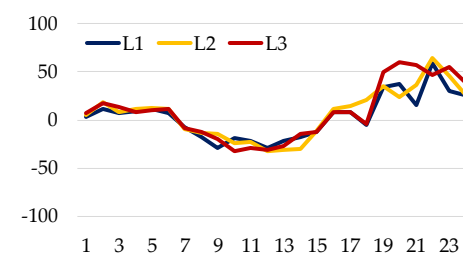
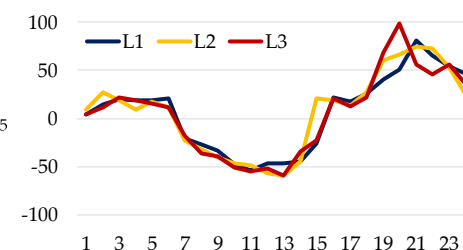
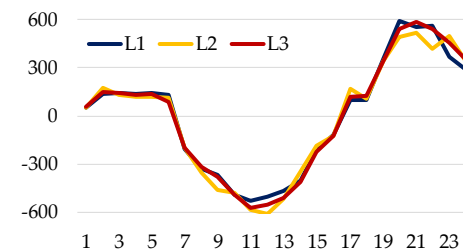
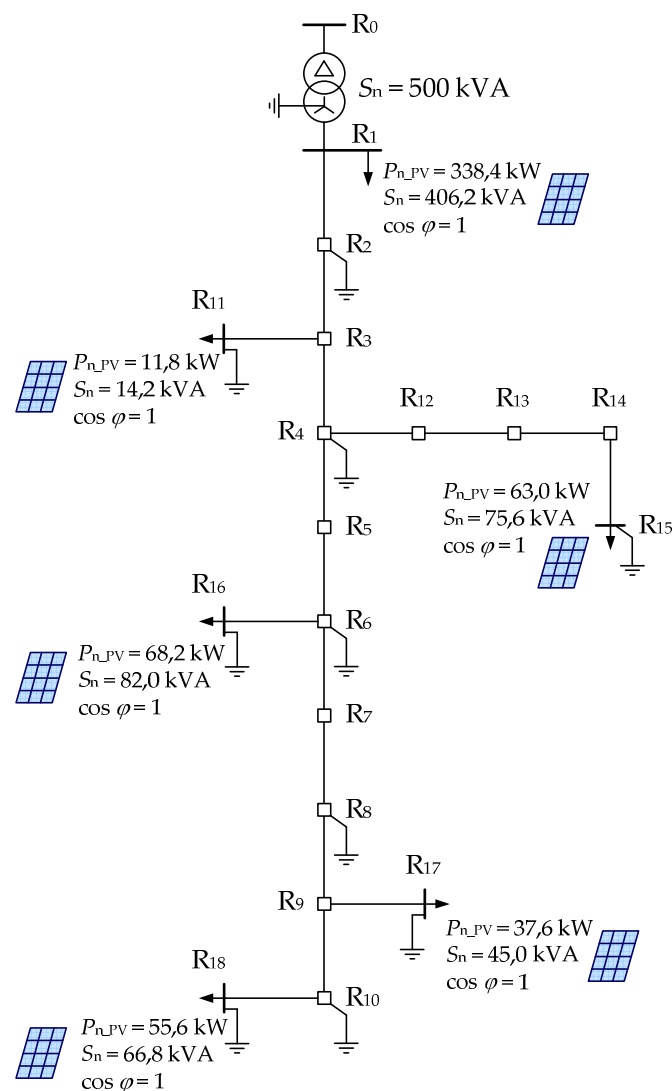
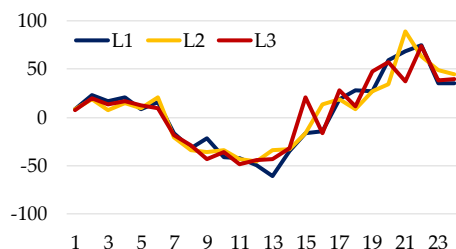
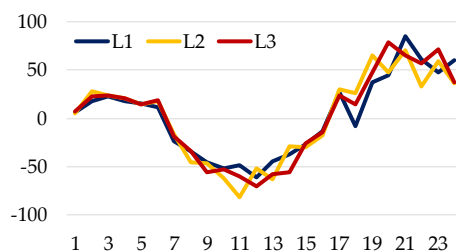
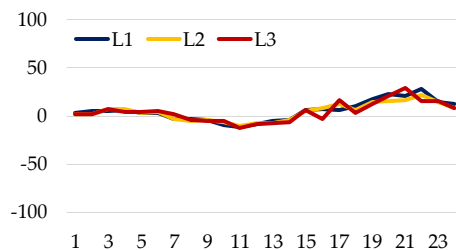


UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – prądy (w A)



$$\alpha = \frac{E_{r_PV}}{E_r} = 50\%$$

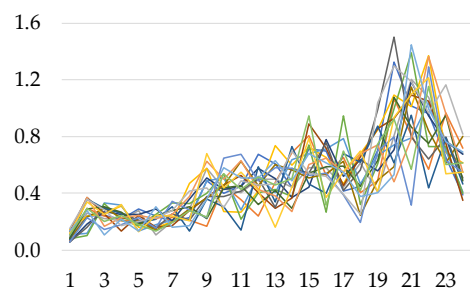


Politechnika
Śląska

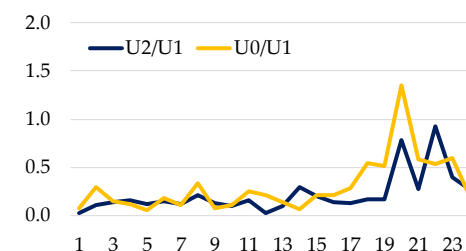
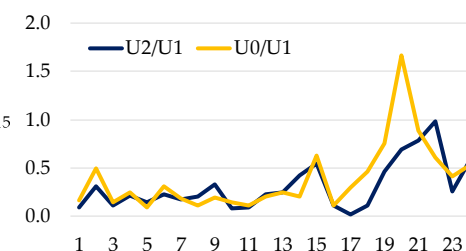
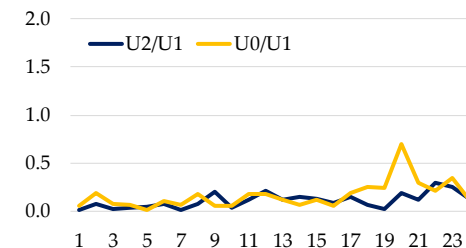
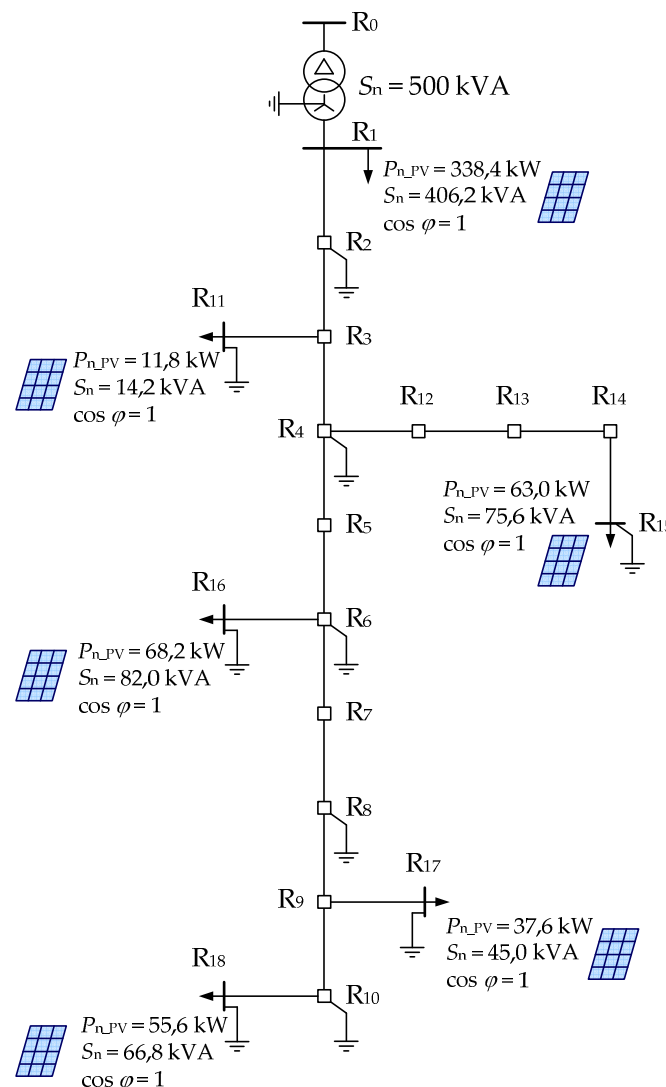
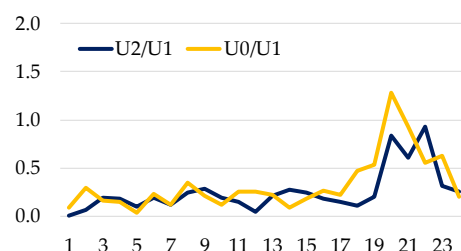
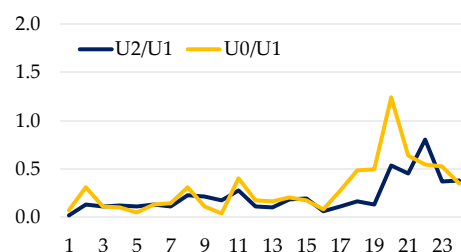
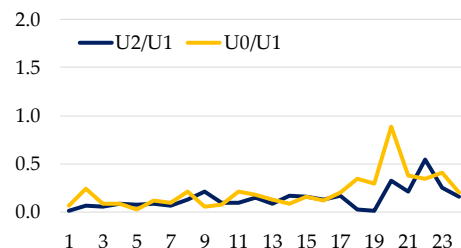


UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – niesymetria napięcia (w %)



$$\alpha = \frac{E_{r_PV}}{E_r} = 50\%$$

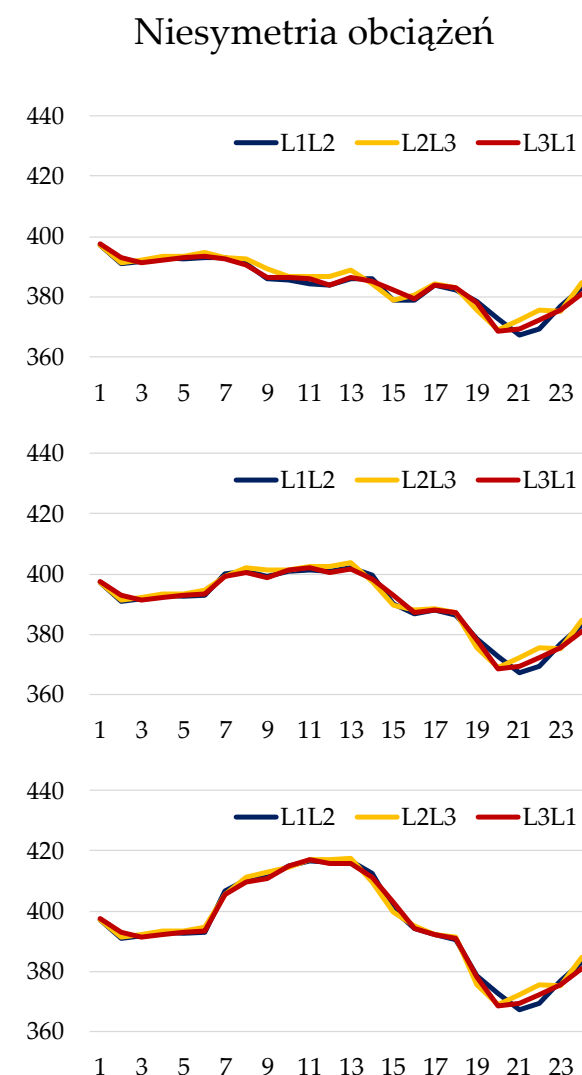
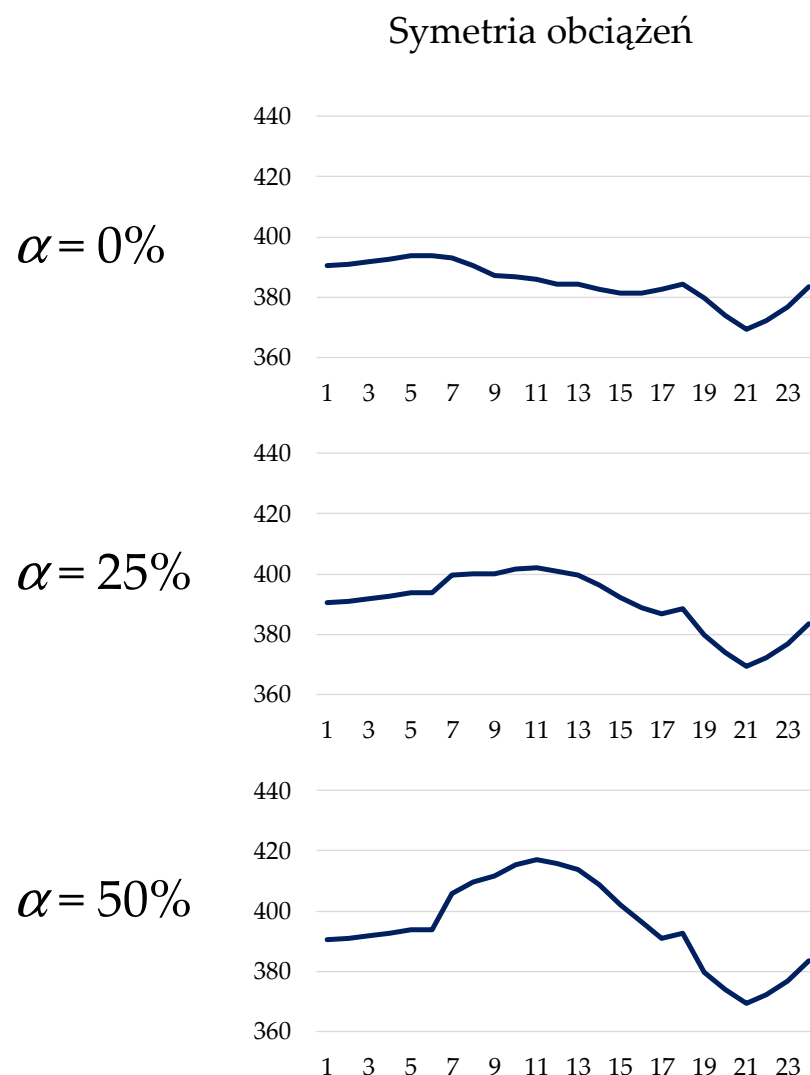


Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – porównanie napięć w węźle R15 (napięcia w V)

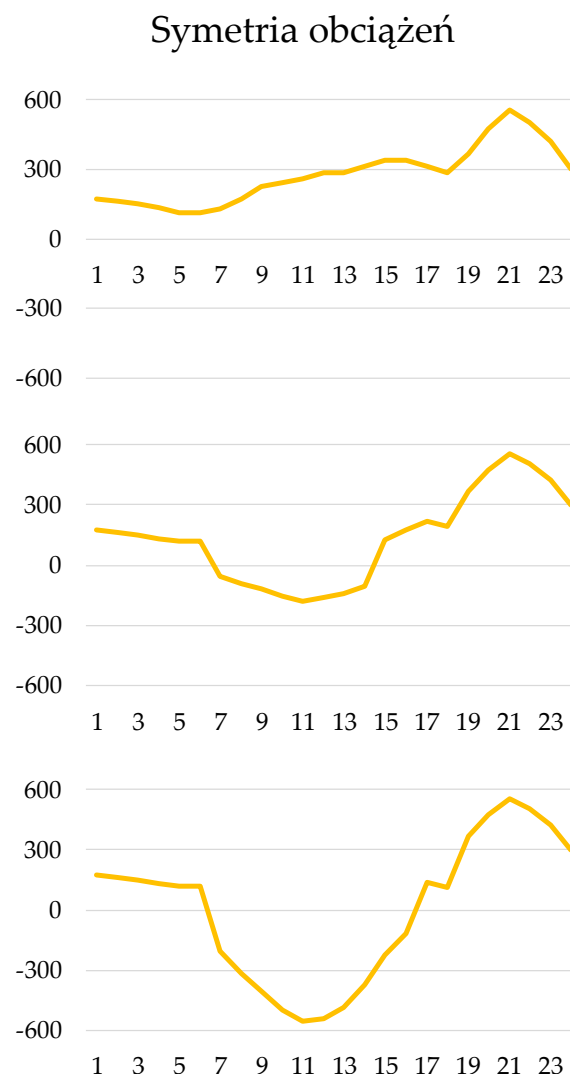


Politechnika
Śląska

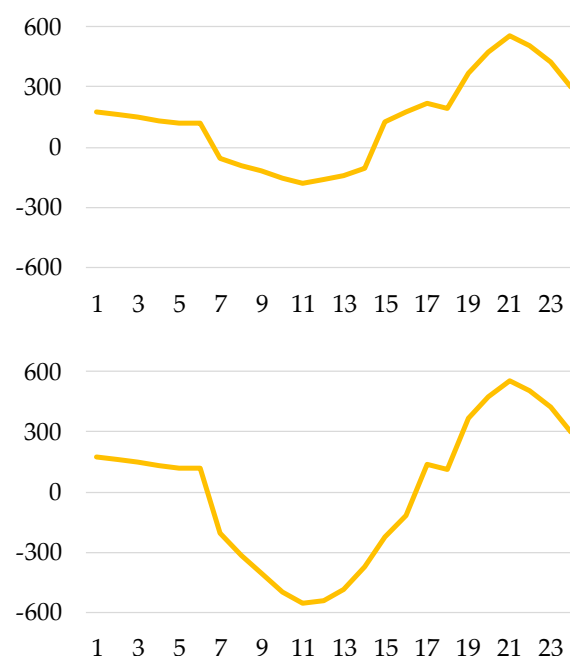


Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – porównanie prądów po stronie nN transformatora (prądy w A)

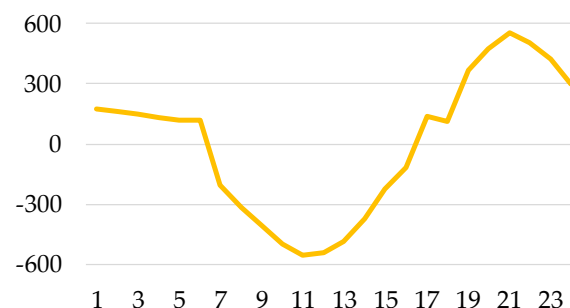
$\alpha = 0\%$



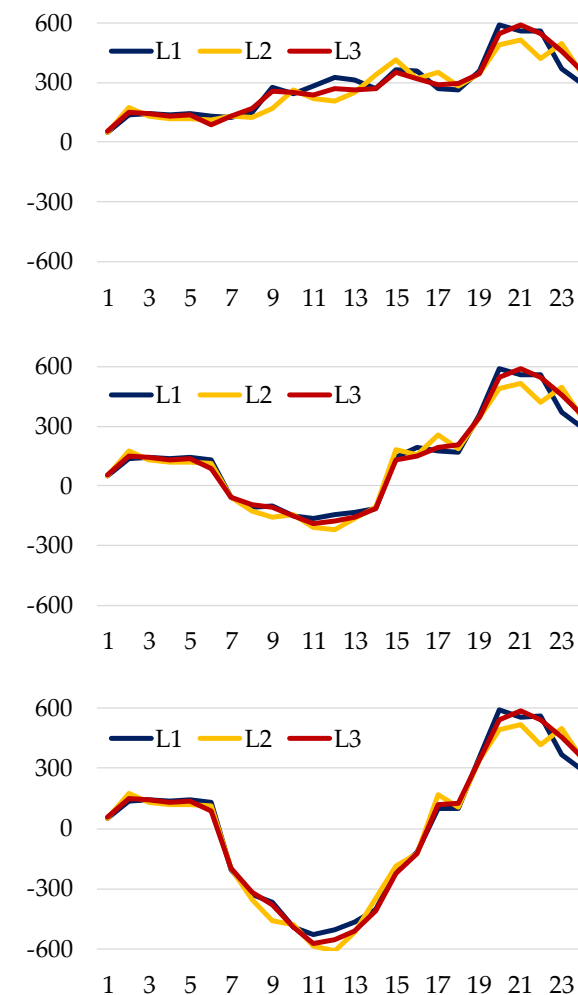
$\alpha = 25\%$



$\alpha = 50\%$



Niesymetria obciążeń

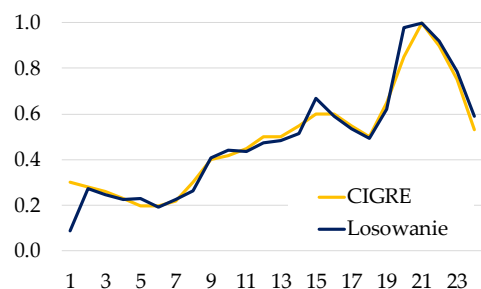


Politechnika
Śląska



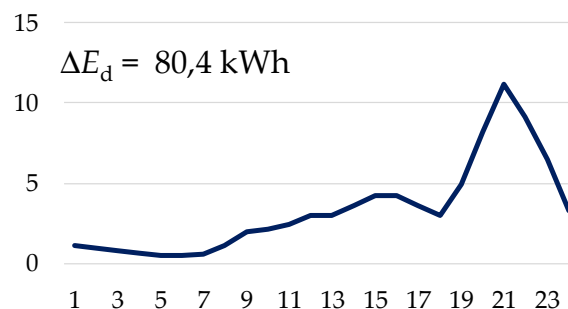
UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

Dobowa symulacja pracy sieci CIGRE – porównanie strat energii (straty w kWh)

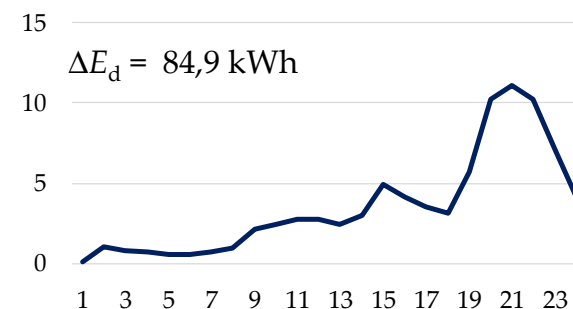


$\alpha = 0\%$

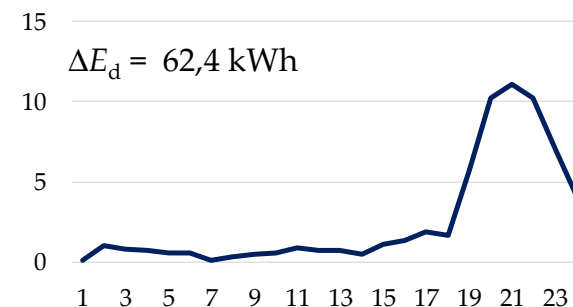
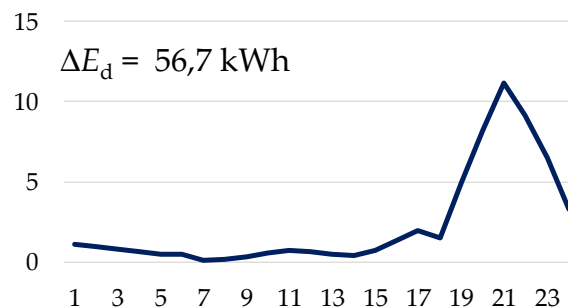
Symetria obciążeń



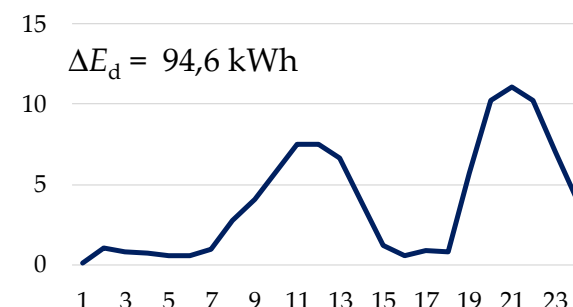
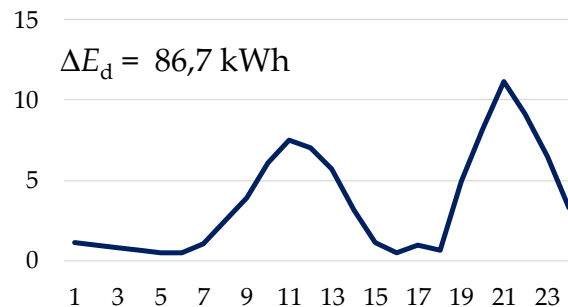
Niesymetria obciążeń



$\alpha = 25\%$



$\alpha = 50\%$



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA
INICJATYWA DOŚKONAŁOŚCI

Podsumowanie i wnioski (1)

1. Zwiększający się udział prosumenckich mikroinstalacji PV powoduje zmianę warunków pracy sieci elektroenergetycznej nN. Przy pewnym poziomie mocy zainstalowanej w źródłach PV, w sieci mogą okresowo pojawiać się negatywne efekty wynikające z działania tych źródeł wytwórczych. Można do nich zaliczyć:
 - zwiększenie zmienności i przekroczenia dopuszczalnych poziomów napięć oraz pogłębienie się niesymetrii,
 - wzrost prądu obciążenia, niekiedy powyżej prądu dopuszczalnego długotrwale dla danego elementu sieci,
 - wzrost strat sieciowych,
 - pojawienie się odwrotnych przepływów mocy, np. z sieci nN do sieci SN.
2. Okresowe pojawianie się zaburzeń w pracy sieci wymusza podejmowanie przez OSD odpowiednich działań dostosowawczych, których celem jest zapewnienie prawidłowej pracy sieci bez względu na poziom generacji źródeł PV. Do działań tych należą:
 - ograniczenie możliwości przyłączania nowych mikroinstalacji PV
 - rozbudowa sieci elektroenergetycznej.

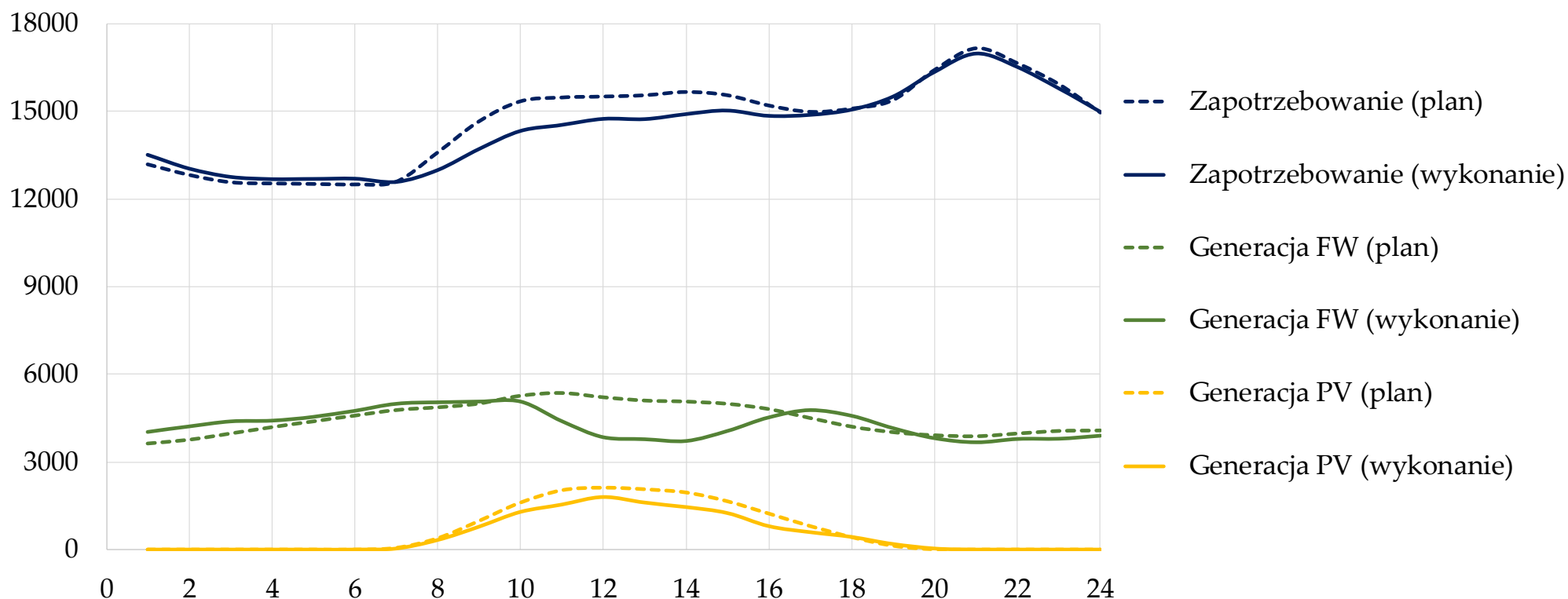


Podsumowanie i wnioski (2)

3. Wymienione wyżej działania dostosowawcze obarczone są wadami. Pierwsze blokuje rozwój sektora mikroinstalacji PV na danym obszarze, a drugie skutkuje wzrostem stawek opłat dystrybucyjnych. W związku z tym należy poszukiwać nowych rozwiązań, które będą pozbawione wskazanych wad. Rozwiązaniem, które pozwoli na przyłączanie większej liczby mikroinstalacji fotowoltaicznych, bez jednoczesnej konieczności głębokiej rozbudowy sieci, jest zwiększenie poboru energii w miejscu jej wytworzenia, w tym samym czasie, w którym to wytwarzanie następuje.
4. Zwiększenie współczynnika autokonsumpcji można uzyskać przez:
 - odpowiednie sterowanie wybranymi odbiornikami posiadanymi przez prosumenta,
 - wykorzystanie zasobnika energii elektrycznej, przyłączonego w układzie zasilania prosumenta.



Zapotrzebowanie w KSE, generacja farm wiatrowych (FW) i źródeł fotowoltaicznych (PV) w dniu 5 kwietnia 2021 r. – plan PKD i wykonanie (wielkości w MW)



Planowane etapy dalszych prac

1. Optymalizacja pracy sieci rozdzielczej o dużym udziale instalacji prosumenckich

Doktorat wdrożeniowy 2020 – 2024

autor: Marcin Smółka (TAURON)

promotor: Roman Korab (PŚ)

promotor pomocniczy: Marcin Połomski (PŚ)

2. Analiza i optymalizacja pracy układu zasilania odbiorcy indywidualnego wyposażonego w źródło PV

Doktorat wdrożeniowy 2021 – 2025

autor: Tomasz Naczyński (AIUT)

promotor: Roman Korab (PŚ)

promotor pomocniczy: Marcin Połomski (PŚ)



Politechnika
Śląska



UCZELNIA
BADAWCZA

INICJATYWA DOSKONAŁOŚCI

WPŁYW ŹRÓDEŁ FOTOWOLTAICZNYCH NA PRACĘ SIECI NISKIEGO NAPIĘCIA

Roman KORAB
Marcin POŁOMSKI
Marcin SMOŁKA
Tomasz NACZYŃSKI



Phone

+48 32 237 1481
+48 32 237 1605



E-mail

roman.korab@polsl.pl



Follow us:

facebook.com/polsl
twitter.com/polsl



Politechnika
Śląska

