X KONFERENCJA NAUKOWO-TECHNICZNA

GENERACJA ROZPROSZONA I STRATY ENERGII ELEKTRYCZNEJ W SIECIACH ELEKTROENERGETYCZNYCH

29-30 MARCA 2023 R., WISŁA

Organizator

PTPiREE

Materiały konferencyjne
zostały przygotowane na podstawie
składów komputerowych
dostarczonych przez Autorów

Wydawca: Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej
ul. Wołyńska 22, 60-637 Poznań
tel. +48 61 846-02-00, fax +48 61 846-02-09
www.ptpiree.pl e-mail: ptpiree@ptpiree.pl

SPIS TREŚCI

Referaty zostały umieszczone w materiałach zgodnie z kolejnością nadsyłania

Nr sesji / Nr referatu *Tytuł* *Strona*

1/1 **Analiza statystyczna strat energii elektrycznej w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym**
Elżbieta Niewiedział, Ryszard Niewiedział (PTPiREE) 5

1/2 **Przepływy energii elektrycznej w KSE, straty sieciowe. Rola formularza G-10.7**
Grzegorz Parciński, Kacper Galewski (Agencja Rynku Energii S.A.) 21

4/3 **Ograniczanie strat w sieciach nn z aktywną regulacją napięcia i symetryzacją prądów**
Zbigniew Krzemiński (MMB Drives sp. z o.o.) 35

4/4 **Rozwiązanie Plexigrid do dynamicznej analizy strat oraz wpływu źródeł rozproszonych na sieć niskiego napięcia**
Rafał Wróblewski (PLEXIGRID S.L.) 49

2/2 **Wpływ źródeł PV na różnicę bilansowa na średnim napięciu**
Barbara Kaszowska (Politechnika Opolska),
Dariusz Jeziorny (TAURON Dystrybucja S.A.) 57

3/1 **Wpływ mikroinstalacji PV oraz magazynu energii na różnicę bilansową w rzeczywistej sieci dystrybucyjnej niskiego napięcia**
Ryszard Stolarczyk, Wojciech Schab, Łukasz Topolski (TAURON Dystrybucja S.A.) 67

ANALIZA STATYSTYCZNA STRAT ENERGII ELEKTRYCZNEJ W KRAJOWYM SYSTEMIE ELEKTROENERGETYCZNYM

Elżbieta Niewiedział, Ryszard Niewiedział
PTPiREE

X Konferencja Naukowo-Techniczna
„Generacja rozproszona i straty energii elektrycznej
w sieciach elektroenergetycznych”
Wisła, 29 – 30 marca 2023 r.

Elżbieta Niewiedział, Ryszard Niewiedział
Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej

ANALIZA STATYSTYCZNA STRAT ENERGII ELEKTRYCZNEJ W KRAJOWYM SYSTEMIE ELEKTROENERGETYCZNYM

29 – 30 marca 2023 r.

ŚWIATOWE TENDENCJE ROZWOJU ENERGETYKI

Ograniczenie zużycia energii pierwotnej → *Zmniejszenie ingerencji energetyki na środowisko*

↓

Zmniejszenie zużycia wszystkich postaci energii wykorzystywanych przez odbiorców, bez ograniczania ich potrzeb → *Osiągnięcie poziomu oszczędności energii wymaganego przez Unię Europejską*

↓ ↓

Wzrost efektywności energetycznej na wszystkich poziomach użytkowania energii elektrycznej

29 – 30 marca 2023 r.

POLITYKA ENERGETYCZNA POLSKI DO 2040 ROKU

CEL

KIERUNKI ROZWOJU

STRATEGIA

CEL – Bezpieczeństwo energetyczne

Zapewnienie konkurencyjności gospodarki, efektywności energetycznej i zmniejszenia oddziaływania sektora energii na środowisko przy uwzględnieniu optymalnego wykorzystania własnych zasobów energetycznych.

KIERUNKI ROZWOJU

dokument *Kierunki Rozwoju Innowacji Energetycznych*

Nowoczesne technologie i innowacje stanowią dziś kluczowy element rozwoju energetyki. Z jednej strony są one gwarancją bezpieczeństwa energetycznego, z drugiej warunkiem koniecznym dla wzrostu konkurencyjności sektora, pozwalając równolegle na sprostanie wielowymiarowym wyzwaniom na poziomie krajowym, europejskim i globalnym.

29 – 30 marca 2023 r.

POLITYKA ENERGETYCZNA POLSKI DO 2040 ROKU

STRATEGIA na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju z obszaru „ENERGIA”.

Kierunek 1: Optymalne wykorzystanie własnych surowców energetycznych;

Kierunek 2: Rozbudowa infrastruktury wytwórczej i sieciowej energii elektrycznej;

Kierunek 3: Dywersyfikacja dostaw i rozbudowa infrastruktury;

Kierunek 4: Rozwój rynków energii;

Kierunek 5: Wdrożenie energetyki jądrowej;

Kierunek 6: Rozwój odnawialnych źródeł energii;

Kierunek 7: Rozwój ciepłownictwa i kogeneracji;

Kierunek 8: Poprawa efektywności energetycznej gospodarki.

29 – 30 marca 2023 r.

ELEKTROENERGETYKA

System elektroenergetyczny – sektory:

Wytwarzania ➡ Transportu (sieci) ➡ Obrotu

Podstawowe zadanie całego systemu

Gwarancje Bezpieczeństwa Energetycznego Odbiorców

Sieci elektroenergetyczne

⬇

niezawodne dostawy energii elektrycznej odbiorcom w określonym czasie w potrzebnej ilości

przy dostępnej dla niego cenie.

29 – 30 marca 2023 r.

GWARANCJE BEZPIECZEŃSTWA ELEKTROENERGETYCZNEGO ODBIORCÓW

⬇

Zbilansowanie

zapotrzebowania energii elektrycznej przez odbiorców z energią wytwarzaną w źródłach wytwórczych czyli zamknięcie bilansu energii elektrycznej

STRATY ENERGII ELEKTRYCZNEJ

czyli Straty i różnice bilansowe

⬇

inaczej

Potrzeby własne sieci elektroenergetycznych

lub

Składnik bilansu energii elektrycznej

29 – 30 marca 2023 r.

EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA

Wzrost efektywności energetycznej jest jednym z trzech filarów polityki energetycznej Unii Europejskiej

USTAWA o EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

Wersja zaktualizowana 06.11.2019 r.

Rozdział 4

Zasady realizacji obowiązku uzyskania oszczędności energii

Art. 17.

4) odzysk energii w procesach przemysłowych;
5) ograniczenie:
   a) przepływów mocy biernej,
   b) strat sieciowych w ciągach liniowych,
   c) strat w transformatorach;
6) stosowanie do ogrzewania lub chłodzenia obiektów energii wytwarzanej we własnych lub przyłączonych do sieci odnawialnych źródłach energii, ciepła użytkowego w kogeneracji, lub ciepła odpadowego z instalacji przemysłowych.

29 – 30 marca 2023 r.

Analiza strat energii elektrycznej w polskich sieciach energetycznych

Podstawowe wielkości

Wskaźnik strat i różnic bilansowych $\Delta E_{\%}$ czyli stosunek strat i różnic bilansowych do energii wprowadzonej do sieci

$$\Delta E_{\%} = \frac{\Delta E}{E_{wp}} \cdot 100$$

gdzie:

ΔE – straty i różnice bilansowe w sieci na danym napięciu napięcia; wartości strat energii podawane są w roczникach Statystyka Elektroenergetyki Polskiej

E_{wp} – energia elektryczna wprowadzona do sieci na danym poziomie napięcia.

29 – 30 marca 2023 r.

X_{T2}

Wskaźniki określające zmiany analizowanych strat energii i różnic bilansowych w latach 2000 – 2021

Średnioroczne zmiany α wielkości X w okresach ΔT 2021-2000 / 2015-2000 / 2021-2015 / 2021-2020

$$\alpha_{\Delta T} = \left(\sqrt[\Delta T]{\frac{X_{T2}}{X_{T1}}} - 1 \right) \cdot 100\%$$

Względne wartości wielkości X odniesione do roku 2000(2002)

$$w_{1k} = \frac{E_{wp_k}}{E_{wp_2000}} \qquad w_{2k} = \frac{\Delta E_k}{\Delta E_{2002}} \qquad w_{3k} = \frac{\Delta E_{\%_k}}{\Delta E_{\%_2002}}$$

29 – 30 marca 2023 r.

Straty i różnice bilansowe energii elektrycznej w sieciach KSE - 400 i 220 kV KSE

Rok	E_{wp} [GWh]	ΔE [GWh]	$\Delta E_{\%}$	w_1	w_2	w_3
2000	79 866	1 499	1,85	1,00	1,00	1,00
2015	103 464	1 833	1,77	1,28	1,22	0,96
2016	104 038	1 685	1,62	1,29	1,12	0,87
2017	104 197	1 669	1,60	1,29	1,11	0,86
2018	108 701	1 611	1,48	1,34	1,07	0,80
2019	107 216	1 476	1,38	1,32	0,98	0,74
2020	104 097	1 458	1,40	1,29	0,97	0,76
2021	116 866	1 713	1,47	1,44	1,14	0,79

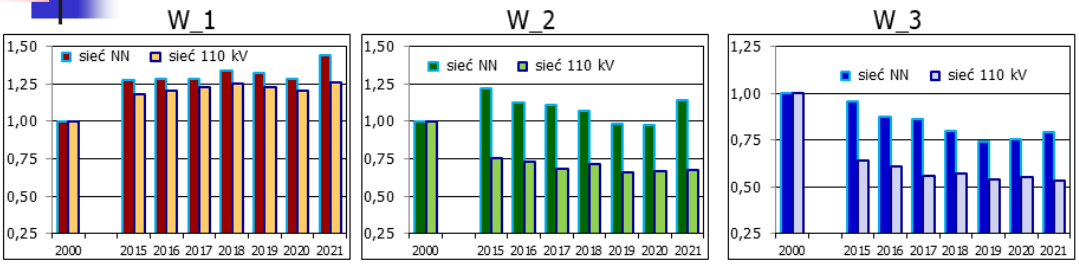
29 – 30 marca 2023 r.

Straty i różnice bilansowe energii elektrycznej w sieciach KSE - 110 kV

Rok	E_{wp} [GWh]	ΔE [GWh]	$ΔE_{\%}$	W_1	W_2	W_3
2000	112 721	2 739	2,43	1,00	1,00	1,00
2015	132 931	2 061	1,55	1,18	0,75	0,64
2016	135 580	2 008	1,48	1,20	0,73	0,61
2017	138 760	1 876	1,35	1,23	0,68	0,56
2018	141 316	1 956	1,38	1,25	0,71	0,57
2019	138 828	1 813	1,31	1,23	0,66	0,54
2020	135 587	1 821	1,34	1,20	0,66	0,55
2021	142 188	1 854	1,30	1,26	0,68	0,54

29 – 30 marca 2023 r.

Średnioroczne zmiany α [%] energii wprowadzonej do sieci i procentowego wskaźnika strat w sieciach NN i 110 kV



Przedział czasu	Średnioroczne zmiany α [%]					
	Sieć NN			Sieć 110 kV		
	E_{wp}	ΔE	$ΔE_{\%}$	E_{wp}	ΔE	$ΔE_{\%}$
2015/2000	1,65	1,35	-0,30	1,11	-1,88	-2,95
2021/2000	1,77	0,64	-1,11	1,11	-1,84	-2,92
2021/2015	2,05	-1,12	-3,11	1,13	-1,75	-2,84
2021/2020	12,27	17,49	4,65	4,87	1,81	-2,91

29 – 30 marca 2023 r.

SIECI NAJWYŻSZYCH NAPIĘĆ NN (400 i 220 kV)

Podsumowanie zmian w latach 2000 - 2021

⇒ Najwyższy względny wzrost ilości energii wprowadzonej do sieci NN w stosunku do sieci pozostałych poziomów napięć

NN ➡ 1,44 110kV ➡ 1,26 SN ➡ 1,37 nN ➡ 1,18

⇒ Dynamiczne zmiany w roku 2021 w stosunku do roku 2020 w porównaniu do zmian w okresie 2021 -2020

E_{wp} ➡ $\alpha_{2021-2000}$ = 1,77% przy $\alpha_{2021-2020}$ = 12,27%

ΔE ➡ $\alpha_{2021-2000}$ = 0,64% przy $\alpha_{2021-2020}$ = 17,49%

$\Delta E_{\%}$ ➡ $\alpha_{2021-2000}$ = -1,11% przy $\alpha_{2021-2020}$ = 4,65%

29 – 30 marca 2023 r.

SIECI WYSOKICH NAPIĘĆ 110 kV

Podsumowanie zmian w latach 2000 - 2021

⇒ Wyrównany wzrost ilości energii wprowadzonej w sieci 110 kV, co odzwierciedlają średnioroczne wskaźniki przyrostu

α = około 1%

⇒ podobnie jak w sieci NN znaczący wzrost ilości energii wprowadzonej w ostatnim roku

$\alpha_{2021-2020}$ = 4,87%

29 – 30 marca 2023 r.

SIECI WYSOKICH NAPIĘĆ 110 kV

Podsumowanie zmian w latach 2000 - 2021

⇒ Znacznie mniejsze zmiany, szczególnie korzystne, wystąpiły w sieciach 110 kV

E_{wp} ➡ $\alpha_{2021\text{-}2000}$ = 1,11% przy $\alpha_{2021\text{-}2020}$ = 4,87%

ΔE ➡ $\alpha_{2021\text{-}2000}$ = -1,84% przy $\alpha_{2021\text{-}2020}$ = 1,81%

$\Delta E_{\%}$ ➡ $\alpha_{2021\text{-}2000}$ = -2,92% przy $\alpha_{2021\text{-}2020}$ = -2,91%

⇒ Znaczące obniżenie wskaźnika strat i różnic bilansowych w całym okresie 2021-2000

$\alpha_{2021\text{-}2000}$ = - 2,92% dla $\Delta E_{\%}$ $\alpha_{2021\text{-}2000}$ = - 1,84% dla ΔE

przy wzroście strat ΔE o 1,81% w okresie 2021-2020

29 – 30 marca 2023 r.

Straty i różnice bilansowe energii elektrycznej w sieciach średniego napięcia

Rok	E_{wp} [GWh]	ΔE [GWh]	$\Delta E_{\%}$	w_1	w_2	w_3
2002	85 880	3 759	4,38	1,00	1,00	1,00
2015	108 016	3 230	2,99	1,26	0,86	0,68
2016	111 428	3 013	2,70	1,30	0,80	0,62
2017	114 255	2 952	2,58	1,33	0,79	0,59
2018	116 773	2 869	2,46	1,36	0,76	0,56
2019	116 286	2 725	2,34	1,35	0,72	0,54
2020	113 586	2 676	2,36	1,32	0,71	0,54
2021	117 782	2 533	2,15	1,37	0,67	0,49

29 – 30 marca 2023 r.

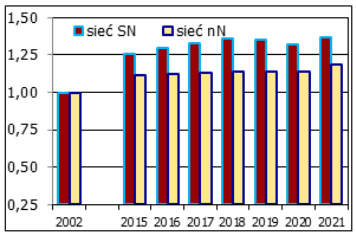
Straty i różnice bilansowe energii elektrycznej w sieciach niskiego napięcia

Rok	E_{wp} [GWh]	ΔE [GWh]	$ΔE_{\%}$	w_1	w_2	w_3
2002	51 896	6 195	11,94	1,00	1,00	1,00
2015	57759	3099	5,37	1,11	0,50	0,45
2016	58239	2711	4,65	1,12	0,44	0,39
2017	58853	2646	4,50	1,13	0,43	0,38
2018	59283	2613	4,41	1,14	0,42	0,37
2019	58963	2396	4,06	1,14	0,39	0,34
2020	59166	2868	4,85	1,14	0,46	0,41
2021	61494	2608	4,24	1,18	0,42	0,36

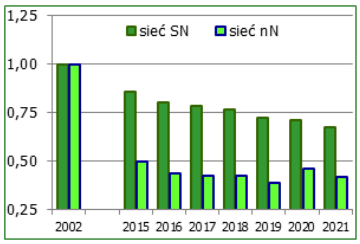
29 – 30 marca 2023 r.

Średnioroczne zmiany α [%] dla energii wprowadzonej do sieci i procentowego wskaźnika strat w sieciach średniego i niskiego napięcia

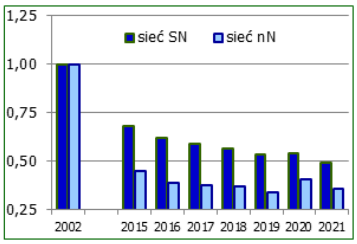
W_1



W_2



W_3



Przedział czasu	Średnioroczne zmiany α [%]					
	Sieć SN			Sieć nN		
	E_{wp}	ΔE	$ΔE_{\%}$	E_{wp}	ΔE	$ΔE_{\%}$
2015/2002	1,78	-1,16	-2,89	0,83	-5,19	-5,97
2021/2002	1,68	-2,06	-3,67	0,90	-4,45	-5,30
2021/2015	1,45	-3,97	-5,35	1,05	-2,83	-3,84
2021/2020	3,69	-5,34	-8,72	3,93	-9,07	-12,51

29 – 30 marca 2023 r.

Podsumowanie
SIECI ŚREDNICH NAPIĘĆ

⇒ Średnioroczne przyrosty energii wprowadzonej do sieci SN w całym okresie lat 2021 - 2002

➡ $\alpha_{2021\text{-}2002} = 1{,}68\%$

Występuje również znaczny wzrost wprowadzanej energii do sieci w ostatnim roku ➡ $\alpha_{2021\text{-}2020} = 3{,}69\%$

⇒ Obserwuje się stałą tendencję w spadku wartości strat i różnic bilansowych ΔE o 33% i wskaźnika $\Delta E_{\%}$ o 51% w całym okresie lat 2021 - 2002 z wyraźnie szybszym ich obniżaniem od roku 2015 – średnioroczne spadki obu wielkości wynoszą odpowiednio:

➡ $\alpha_{2021\text{-}2015} = -3{,}97\%(\Delta E) / -5{,}35\% (\Delta E_{\%})$

➡ $\alpha_{2021\text{-}2020} = -5{,}34\%(\Delta E) / -8{,}72\% (\Delta E_{\%})$

29 – 30 marca 2023 r.

Podsumowanie
SIECI NISKICH NAPIĘĆ

⇒ W okresie lat 2021 – 2002 wystąpił najniższy przyrost energii wprowadzonej do sieci nN w porównaniu z przyrostami w pozostałych sieciach wyższych napięć

➡ $\alpha_{2021\text{-}2002} = 0{,}90\%$

⇒ Analizując poziom strat w sieciach nN widać najwyższy spadek strat w tych w sieciach nN w latach 2021 – 2002 (tak w wartościach strat energii ΔE jak i wskaźnika $\Delta E_{\%}$)

ΔE o 58% i $\Delta E_{\%}$ o 64%;

natomiast średnioroczne zmiany obu wielkości były równe

➡ $\alpha_{2021\text{-}2015} = -2{,}83\% (\Delta E) / -3{,}84\% (\Delta E_{\%})$

➡ $\alpha_{2021\text{-}2020} = -9{,}07\% (\Delta E) / -12{,}5\% (\Delta E_{\%})$

29 – 30 marca 2023 r.

ODNAWIALNE ŹRÓDŁA ENERGII

Wskaźniki określające zmiany energii wytworzonej z OZE i wprowadzonej do sieci w latach 2002 - 2021

$$w_4 = \frac{E_{wp_OZE}}{E_{wp}} \cdot 1000\ [‰]$$

$$w_5 = \frac{E_{wp_OZE_k}}{E_{wp_OZE_2002}}$$

Współczynnik korelacji R

y = w_3 zmiany wartości wskaźnika strat $\Delta E_{\%}$

x = w_5 zmiany energii wytworzonej w OZE i wprowadzonej do sieci

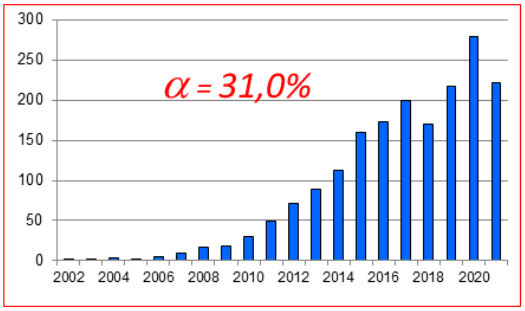
$$R = \frac{Kov(x, y)}{\sigma_x . \sigma_y}$$

Sieć 110 kV

udział energii ze źródeł odnawialnych w całkowitej energii elektrycznej dostarczonej do sieci 110 kV wzrósł od 0,4‰ w roku 2002 do 66,9‰ w roku 2021

Rok	E_{wp_OZE} [GWh]	$w_{4_‰}$	w_5
2002	43	0,4	1,0
2005	115	1,0	2,7
2010	1 275	10,0	29,7
2015	6 893	51,9	160,3
2016	7 456	55,0	173,4
2017	8 555	61,7	198,9
2018	7 299	51,6	169,7
2019	9 345	67,3	217,3
2020	12 022	88,7	279,6
2021	9 516	66,9	221,3

R= - 0,676



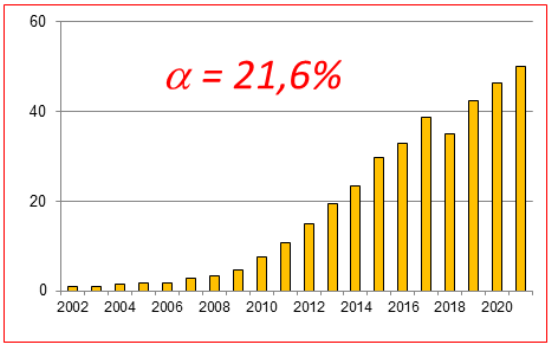
w_5 = f(T)

Sieć SN

udział energii ze źródeł odnawialnych w całkowitej energii elektrycznej dostarczonej do sieci SN wzrósł od 1,5‰ w roku 2002 do 53,1‰ w roku 2021

Rok	E_{wp_OZE}	$w_{4_‰}$	w_5
2002	125	1,5	1,0
2005	209	2,3	1,7
2010	934	9,1	7,5
2015	3 719	34,4	29,7
2016	4 103	36,8	32,8
2017	4 840	42,4	38,7
2018	4 368	37,4	34,9
2019	5 286	45,4	42,3
2020	5 779	50,9	46,2
2021	6 253	53,1	50,0

R= - 0,959



$w_5 = f(T)$

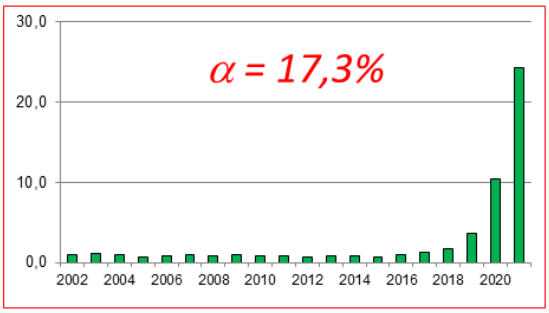
29 – 30 marca 2023 r.

Sieć nN

Udział energii ze źródeł odnawialnych w całkowitej energii elektrycznej dostarczonej do sieci nn zmieniał się od od 2,2‰ w roku 2002 do 45,4‰ w roku 2021

Rok	E_{wp_OZE}	$w_{4_‰}$	w_5
2002	115	2,2	1,00
2005	81	1,5	0,70
2010	98	1,7	0,85
2015	74	1,3	0,64
2016	109	1,9	0,95
2017	148	2,5	1,29
2018	204	3,4	1,77
2019	413	7,0	3,59
2020	1 197	20,2	10,4
2021	2 790	45,4	24,8

R= - 0,357



$w_5 = f(T)$

29 – 30 marca 2023 r.

Podsumowanie
wpływu OZE na straty energii i różnice bilansowe

⇒ Najwyższy – blisko 280-krotny – przyrost energii dostarczanej z OZE wystąpił w sieci 110 kV w roku 2020; średnioroczny przyrost dla okresu 2021-2002 był równy 37,2%, a maksymalny dla okresu 2015 - 2002 wyniósł 47,8%

⇒ Znacznie niższy, ale ponad 50-krotny przyrost energii dostarczanej z OZE wystąpił w sieci SN; średnioroczny przyrost dla okresu 2021-2002 był równy 24,6%, a maksymalny dla okresu 2015-2002 wyniósł 29,8%

⇒ Zupełnie nietypowe są analogiczne wartości dla sieci nN; średnioroczny przyrost dla okresu 2021-2002 był równy tylko 7,8%, a maksymalny ok.100% (102,5%) wystąpił w ostatnim roku 2021

29 – 30 marca 2023 r.

Podsumowanie
wpływu OZE na straty energii i różnice bilansowe

⇒ Najsilniejsza współzależność między obniżeniem procentowego wskaźnika strat i różnic bilansowych $\Delta E_{\%}$ w miarę wzrostu ilości energii elektrycznej wprowadzonej z OZE zauważa się dla sieci SN; świadczy o tym bardzo wysoka wartość współczynnika korelacji

$$R = -0{,}959$$

⇒ Niższą współzależność zauważa się przy analogicznej analizie dla sieci 110 kV – wartość współczynnika korelacji równa jest

$$R = -0{,}676$$

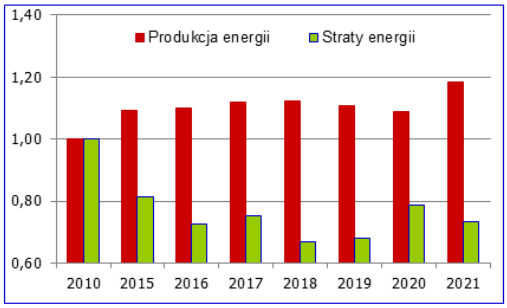
co wskazuje na nieco słabszą współzależność obu wielkości

29 – 30 marca 2023 r.

Produkcja energii E_{prod} w polskich elektrowniach oraz bezwzględne ΔE i procentowe $\Delta E_{\%}$ straty energii w odniesieniu do E_{prod} w latach 2010 ÷ 2021

Rok	Jednostka	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
E_{prod}	TWh	163,97	179,40	180,65	183,74	183,86	181,86	178,67	194,29
ΔE	TWh	11,85	10,53	9,50	10,00	8,89	8,95	10,14	10,29
$\Delta E_{\%}$	%	7,23	5,87	5,26	5,44	4,84	4,92	5,68	5,30

Zmiany produkcji energii E_{prod} w polskich elektrowniach oraz wskaźnika strat energii w polskich sieciach elektroenergetycznych w latach 2010 ÷ 2021



29 – 30 marca 2023 r.

Produkcja E_{prod} w polskich elektrowniach i straty w polskich sieciach elektroenergetycznych w latach 2010 ÷ 2021

⇒ Łączne, rzeczywiste straty i różnice bilansowe energii w ciągu 11-tu lat zmalały o 13,2% przy wzroście produkcji energii na poziomie 18,5%;

⇒ Nieco większe wartości zmian widać w procentowym wskaźniku strat, który zmalał w tym samym czasie o 26,7% (średniorocznie o 4,7%);

29 – 30 marca 2023 r.

Produkcja E_{prod} w polskich elektrowniach i straty w polskich sieciach elektroenergetycznych w latach 2010 ÷ 2021

⇒Zmiana udziału strat energii na poszczególnych poziomach napięć w łącznych stratach kształtują się następująco:

- udział strat w sieciach nN zmalał w ciągu 11-tu lat z blisko 36% na 29%,
- udziały strat w sieciach pozostałych napięć zwiększyły przy czym największy przyrost udziału wystąpił w sieciach NN - wzrost o 22%;
- w sieciach 110 kV i SN przyrost udziału był rzędu kilku procent;

29 – 30 marca 2023 r.

Produkcja E_{prod} w polskich elektrowniach i straty w polskich sieciach elektroenergetycznych w latach 2010 ÷ 2021

⇒ Procentowy wskaźnik strat w ostatnich dwóch latach ma tendencję wzrostową

rok 2018 – 4,84% rok 2019 – 4,92%

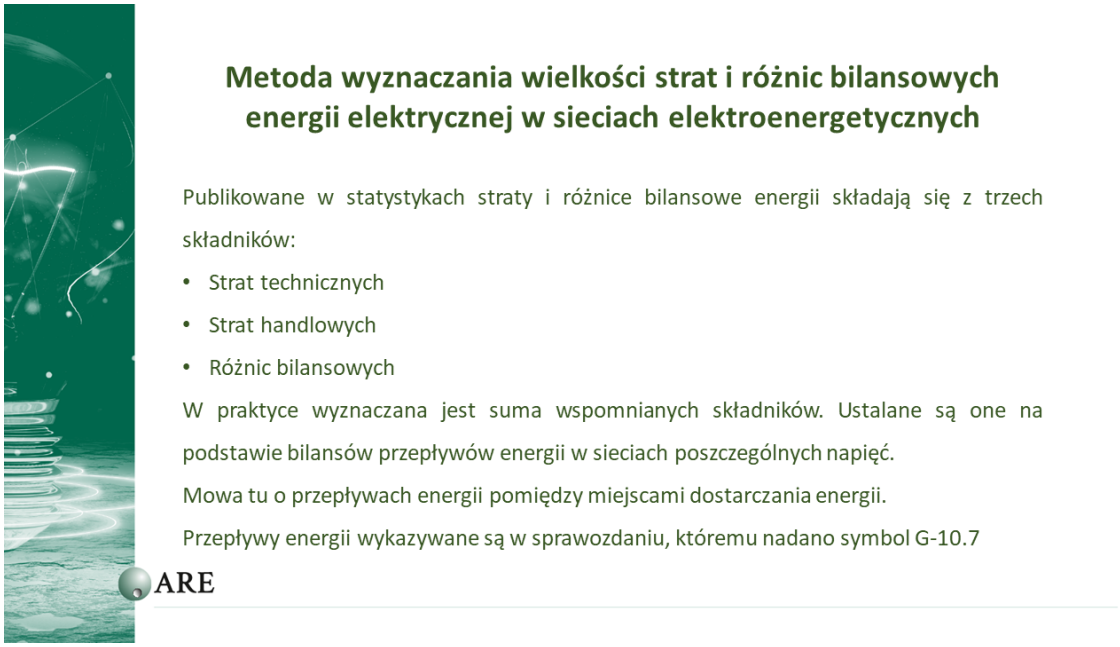
rok 2020 – 5,68% rok 2021 – 5,30%

⇒ Zmniejszenie sieciowych strat energii skutkuje zwiększeniem efektywności energetycznej procesu przesyłu energii elektrycznej i wywiązywaniem się z wymogów Ustawy o efektywności energetycznej i Unii Europejskiej

29 – 30 marca 2023 r.

PRZEPŁYWY ENERGII ELEKTRYCZNEJ W KSE, STRATY SIECIOWE. ROLA FORMULARZA G-10.7

Grzegorz Parciński, Kacper Galewski
Agencja Rynku Energii S.A.



Krańcowe punkty sieci (miejsca dostarczenia)

- Sieci przesyłowe (400 i 220 kV)
  - ✓ **Początek** – transformator blokowy w elektrowni po stronie wyjściowej najwyższego napięcia,
  - ✓ **Koniec** – transformator 400/110 kV lub 220/110 kV po stronie 110 kV lub w przypadku dostawy do odbiorcy końcowego miejsce zainstalowania urządzeń pomiarowych po stronie 220 kV,

ARE

Krańcowe punkty sieci (miejsca dostarczenia)

- Sieci dystrybucyjne (110kV, średnie napięcie, niskie napięcie)
  - Sieci 110kV
    - ✓ **Początek** – transformator blokowy w elektrowni po stronie 110 kV lub transformatory sieci przesyłowej 400/110 kV lub 220/110 kV po stronie 110 kV,
    - ✓ **Koniec** – transformator 110/SN po stronie średniego napięcia lub układ pomiarowo - rozliczeniowy odbiorcy zainstalowany po stronie 110 kV na granicy sieci dostawcy.

ARE

Krańcowe punkty sieci (miejsca dostarczenia)

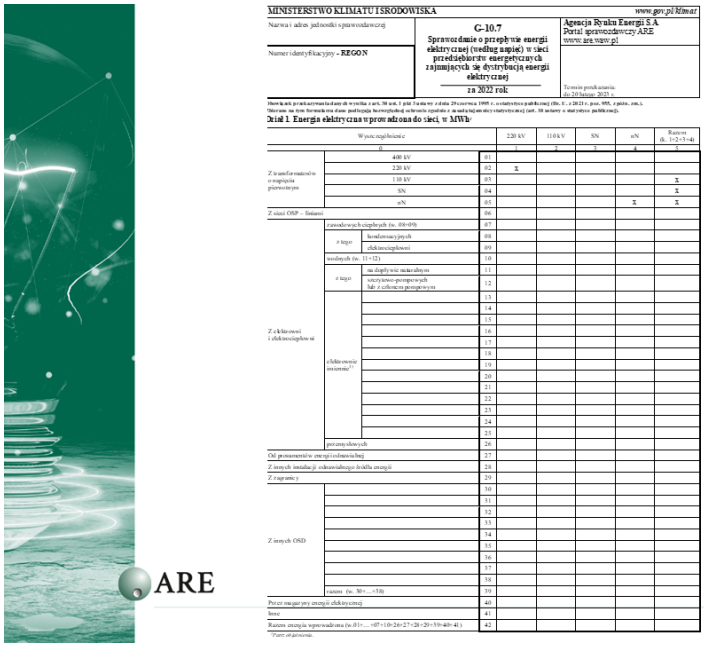
- Sieci dystrybucyjne (110kV, średnie napięcie, niskie napięcie)
  - Sieci średniego napięcia
    - ✓ **Początek** – transformator blokowy elektrowni po stronie wyższego napięcia lub transformator sieciowy 110/SN po stronie średniego napięcia,
    - ✓ **Koniec** – transformator sieciowy SN/nN po stronie średniego napięcia lub miejsce dostarczenia energii do odbiorcy końcowego po stronie średniego napięcia.

ARE

Krańcowe punkty sieci (miejsca dostarczenia)

- Sieci dystrybucyjne (110kV, średnie napięcie, niskie napięcie)
  - Sieci niskich napięć
    - ✓ **Początek** – transformator blokowy elektrowni mający po stronie połączenia z siecią elektroenergetyczną napięcie poniżej 1 kV lub transformator SN/nN po stronie średniego napięcia,
    - ✓ **Koniec** – urządzenia pomiarowo-rozliczeniowe odbiorców zainstalowane w sieci o napięciu poniżej 1 kV.

ARE



MINISTERSTWO KLIMATU I ŚRODOWISKA — www.gov.pl/klimat

Nazwa i adres jednostki sprawozdawczej

Numer identyfikacyjny - **REGON**

G-10.7
Sprawozdanie o przepływie energii elektrycznej (według napięć) w sieci przedsiębiorstw energetycznych zajmujących się dystrybucją energii elektrycznej
za 2022 rok

Agencja Rynku Energii S.A.
Portal sprawozdawczy ARE
www.are.waw.pl

Termin przekazania: do 20 lutego 2023 r.

Obowiązek przekazywania danych wynika z art. 30 ust. 1 pkt 7 ustawy z dnia 29 czerwca 1995 r. o statystyce publicznej (Dz. U. z 2021 r. poz. 1005, z późn. zm.). Niezawarcie na tym formularzu danej podlegającej bezwzględnej ochronie zgodnie z art. 4 ustawy o statystyce publicznej (art. 10 ustawy o statystyce publicznej).

Dział 1. Energia elektryczna wprowadzona do sieci, w MWh

Wyszczególnienie				220 kV	110 kV	SN	nN	Razem (k. 1+2+3+4)
0				1	2	3	4	5
Z transformatorów o napięciu pierwotnym	400 kV		01					
	220 kV		02	X				
	110 kV		03					X
	SN		04					X
	nN		05				X	X
Z sieci OSP – finansowanie			06					
Z elektrowni i elektrociepłowni	zawodowych cieplnych (w. 08+09)		07					
	z tego	kondensacyjnych	08					
		elektrociepłowni	09					
	wodnych (w. 11+12)		10					
	z tego	na dopływie naturalnym	11					
		szczytowo-pompowych bez z zlewnią pompowym	12					
	elektrownie wiatrowe[1]		13					
			14					
			15					
			16					
			17					
			18					
			19					
			20					
			21					
			22					
			23					
			24					
			25					
	przemysłowych		26					
Od prosumentów energii odnawialnej			27					
Z innych instalacji odnawialnego źródła energii			28					
Z zagranicy			29					
Z innych OSD			30					
			31					
			32					
			33					
			34					
			35					
			36					
			37					
			38					
	razem (w. 30+...+38)		39					
Przez magazyny energii elektrycznej			40					
Inne			41					
Razem energia wprowadzona (w.01+...+07+10+24+27+28+29+39+40+41)			42					

[1] Part. ob. gł.[illegible]

Energia elektryczna wprowadzona do sieci

Wyszczególnienie			220 kV	110 kV	SN	nN	Razem (k. 1+2+3+4)
0			1	2	3	4	5
Transformacja do sieci	400 kV	01					
	220 kV	02	x				
	110 kV	03		x			x
	SN	04			x		x
	nN	05				x	x
Do sieci OSP – liniami		06					
Dostawy do odbiorców końcowych		07					
w tym: do dobrzych operatorów systemów dystrybucyjnych		08					
Nielegalny pobór energii elektrycznej		09					
Potrzeby własne ogółem		10					
w tym potrzeby własne sieci		11					
Potrzeby ogólne elektrowni		12					
Potrzeby blokowe elektrowni		13					
Pompowanie wody w elektrowniach wodnych		14					
Za granicę		15					
Do sieci innych OSD		16					
		17					
		18					
		19					
		20					
		21					
		22					
		23					
	razem (w. 16+...+23)	24					
Dostawy do prosumentów energii odnawialnej (energia niefakturowana)		25					
Pobrana przez magazyny energii elektrycznej		26					
Inne		27					
Razem oddano (w. 01+...+07+09+10+12+13+14+15+24+25+26+27)		28					
Różnica bilansowa (Dz.1 w. 42 - Dz. 2 w. 28)		29					
Wskaźnik różnic bilansowych (w %) (Dz.2 w. 29/Dz. 1 w. 42) x100		30					

uwaga: *Dane należy wykazywać w liczbach całkowitych (bez znaku po przecinku). Przed wypełnieniem należy przeczytać objaśnienia.*

Proszę podać szacunkowy czas (w minutach) przeznaczony na przygotowanie danych dla potrzeb wypełnienia formularza	1	
Proszę podać szacunkowy czas (w minutach) przeznaczony na wypełnienie formularza	2	

ARE

(imię, nazwisko i telefon osoby sporządzającej sprawozdanie)

(imię, nazwisko i telefon osoby zatwierdzającej sprawozdanie)

Energia elektryczna oddana z sieci

- Obecna formuła sprawozdania została opracowana na zlecenie PSE
- Opracowując formularz wykorzystano pierwszą wersję „Instrukcji Ruchu i Eksploatacji Sieci Przesyłowych” i następnie Sieci Dystrybucyjnych
- Wielkości podawane w sprawozdaniu są zgodne z wielkościami potrzebnymi do rozliczania za przesyłanie energii między OSP i OSD
- Na podstawie sprawozdania wykonywane są tablice w wydawnictwie ARE „Statystyka Elektroenergetyki Polskiej”

ARE

Dział 1. Energia elektryczna wprowadzona do sieci w MWh

Wyszczególnienie			400 kV	220 kV	400+220 kV	110 kV	SN	nN	Razem (kol.3+4+5+6)
0			1	2	3	4	5	6	7
Z transformatorów sieci o napięciu pierwotnym	400kV	01	x	19 920 816	x	41 119 162			x
	220kV	02	2 139 363		x	49 815 185			x
	110kV	03					105 527 874		x
	SN	04				1 151 894		57 896 276	x
	nN	05						x	x
Z sieci OSP - liniami		06							
Z elektrowni elektrocieplowni:	zawodowych cieplnych (w. 08+09)	07	47 009 573	32 989 839	79 999 412	28 273 558	779 077	538	109 052 585
	kondensacyjnych	08							
	elektrociepłowni	09							
	wodnych (w. 11 + 12)	10	454 613	293 683	748 296	1 192 873	620 956	68 881	2 831 006
	na dopływie naturalnym	11				883 048	620 956	68 881	1 772 885
	szczytowo - pompowych	12	454 613	293 683	748 296	309 825			1 058 121
	elektrowni zawodowych (1)	13							
		14							
		15							
		16							
		17							
		18							
		19							
		20							
		21							
		22							
		23							
		24							
		25							
	przemysłowych	26		49 980	49 980	1 602 616	689 799	2 830	2 325 225
	inne źródła odnawialne	27	558 069		558 069	12 021 868	5 779 169	1 197 235	19 556 341
Z zagranicy		28	17 971 909	2 055 407	20 027 316	405 386	137	150	20 432 989
Z innych OSD		29							
		30							
		31							
		32							
		33							
		34							
		35							
		36							
		37							
	razem (w. 29 do 37)	38	1 381 310	1 332 581	2 713 891				
Inne np. PKP Energetyka Sp.z o.o. Karbonia Sp. Z o.o.		39				4 266	8 910	37	13 213
Razem energia wprowadzona (w. 01do07+10+26+27+28+38+39)		40	69 514 637	56 642 308	104 096 964	135 586 810	113 585 922	59 165 947	154 211 381

Energia elektryczna wprowadzona do sieci W roku 2020

Dział 2. Energia elektryczna oddana z sieci w MWh

Wyszczególnienie			400 kV	220 kV	400+220 kV	110 kV	SN	nN	Razem (k.3+4+5+6)
0			1	2	3	4	5	6	7
Transformacja do sieci	400kV	01	x	2 139 363	x	1 381 310			x
	220kV	02	19 920 818		x	1 332 581			x
	110kV	03				x	1 151 894		x
	SN	04				105 527 874	x		x
	nN	05					57 896 276	x	x
Do sieci OSP - liniami		06							
Dostawy do odbiorców końcowych		07		2 587 534	2 587 534	24 534 016	51 821 383	56 077 119	135 020 032
w tym dostawy drobnym dystrybutorom lokalnym (energia do odsprzedania)		08				2 547 314	2 604 702	794 761	5 946 777
Nielegalny pobór energii elektrycznej		09					872	9 939	10 811
Potrzeby własne ogółem		10	23 623	20 732	44 355	279	38 935	210 804	294 373
w tym: potrzeby własne stacji		11	23 623	20 732	44 355	279	32 151	100 148	176 933
Potrzeby ogólne elektrowni		12	783	500 280	501 063	763 159	684		1 264 906
Potrzeby blokowe elektrowni		13	198 692	152 049	350 741	4 749			355 490
Pompowanie wody w elektrowniach wodnych		14	676 141	399 034	1 075 175	21			1 075 196
Za granicę		15	6 751 607	394 335	7 145 942	63 769		36	7 209 747
Do sieci innych OSD		16							
		17							
		18							
		19							
		20							
		21							
		22							
		23							
	razem (w.16 do 23)	24	41 119 182	49 815 185	90 934 347				
Inne, np.: PKP Energetyka, Karbonia		25				158 209			158 209
Razem oddano [w.(01 do 07) + 09+10+12+13+14+15+24+25]		26	68 690 826	56 008 512	102 639 157	133 765 967	110 910 024	56 297 898	145 388 764
Różnica bilansowa		27	824 011	633 796	1 457 807	1 820 843	2 675 898	2 868 049	8 822 597
Wskaźnik różnic bilansowych (w %)		28	1,19	1,12	1,40	1,34	2,36	4,85	5,72

Energia elektryczna oddana z sieci w roku 2020

ARE

Dział 1. Energia elektryczna wprowadzona do sieci w MWh

Wyszczególnienie			400 kV	220 kV	400+220 kV	110 kV	SN	nN	Razem (k.1+2+3+4)
0			1	2	3	4	5	6	7
Z transformatorów sieci o napięciu pierwotnym	400kV	01	x	16 567 821	x	43 727 688			x
	220kV	02	2 836 848		x	52 742 059			x
	110kV	03					109 069 767		x
	SN	04				1 251 143		58 631 930	x
	nN	05						x	x
Z sieci OSP - liniami		06							
Z elektrowni elektrocieplnych	zawodowych cieplnych (w. 08+09)	07	55 494 115	42 053 442	97 537 557	31 825 834	829 739	1 383	130 194 513
	kondensacyjnych	08							
	elektrociepłowni	09							
	wodnych (w. 11 + 12)	10	414 518	260 307	674 825	1 368 059	894 298	68 146	3 005 328
	na dopływie naturalnym	11				1 046 435	854 298	68 146	2 008 879
	szczytowo - pompowych	12	414 518	260 307	674 825	321 624			996 449
	elektrowni niezawodowych [1]	13							
		14							
		15							
		16							
		17							
		18							
		19							
		20							
		21							
		22							
		23							
		24							
		25							
	przemysłowych	26		42 780	42 780	1 622 713	726 036	2 766	2 394 295
	inne źródła odnawialne	27	544 148	0	544 148	9 516 280	6 253 480	2 789 660	19 103 568
Z zagranicy		28	14 018 671	964 913	14 983 584	116 094	93	170	15 099 941
Z innych OSD		29							
		30							
		31							
		32							
		33							
		34							
		35							
		36							
		37							
	razem (w. 29 do 37)	38	1 489 154	1 593 976	3 083 130				
Inne np. PKP Energetyka Sp.z o.o. Karbonia Sp. Z o.o.		39				19 292	8 118	42	28 452
Razem energia wprowadzona (w. 01do07+10+26+27+28+38+39)		40	74 787 454	61 483 239	116 866 024	142 188 162	117 781 531	61 494 097	169 824 097

Energia elektryczna wprowadzona do sieci W roku 2021

ARE

Dział 2. Energia elektryczna oddana z sieci w MWh

Wyszczególnienie			400 kV	220 kV	400+220 kV	110 kV	SN	nN	Razem (k.1+2+3+4)
0					1	2	3	4	5
Transformacja do sieci	400kV	01	x	2 836 848	x	1 489 154			x
	220kV	02	16 567 821		x	1 593 976			x
	110kV	03				x	1 251 143		x
	SN	04				109 069 767	x		x
	nN	05					58 631 930	x	x
Do sieci OSP - liniami		06							
Dostawy do odbiorców końcowych		07		2 740 404	2 740 404	26 863 687	55 315 045	58 652 066	143 571 202
w tym dostawy drobnym dystrybutorom lokalnym (energia do odsprzedania)		08			0	3 390 797	3 756 197	1 367 218	8 514 212
Nielegalny pobór energii elektrycznej		09			0		3 752	10 295	14 047
Potrzeby własne ogółem		10	24 918	21 805	46 723	243	46 210	223 749	316 925
w tym: potrzeby własne stacji		11	24 918	21 805	46 723	243	39 042	111 743	197 751
Potrzeby ogólne elektrowni		12	1 363	576 921	578 274	815 230	673		1 394 177
Potrzeby blokowe elektrowni		13	194 096	185 536	379 632	1 669			381 301
Pompowanie wody w elektrowniach wodnych		14	636 161	354 583	990 744				990 744
Za granicę		15	12 688 318	1 259 640	13 947 958	331 888		36	14 279 882
Do sieci innych OSD		16							
		17							
		18							
		19							
		20							
		21							
		22							
		23							
	razem (w.16 do 23)	24	43 727 688	52 742 059	96 469 747				
Inne, np., PKP Energetyka, Karbonia		25			0	168 813			168 813
Razem oddano [w. (01 do 07) + 09+10+12+13+14+15+24+		26	73 840 356	60 717 796	115 153 482	140 334 427	115 248 753	58 886 146	161 117 091
Różnica bilansowa		27	947 099	765 443	1 712 542	1 853 735	2 532 778	2 607 961	8 707 006
Wskaźnik różnic bilansowych (w %)		28	1,27	1,24	1,47	1,30	2,15	4,24	5,13

Energia elektryczna oddana z sieci w roku 2021

ARE

Dział 1. Energia elektryczna wprowadzona do sieci w MWh

Wyszczególnienie			400 kV	220 kV	400+220 kV	110 kV	SN	nN	Razem (k.1+2+3+4)
0					1	2	3	4	5
Z transformatorów sieci o napięciu pierwotnym	400kV	01	x	17 329 724	x	41 999 010			x
	220kV	02	3 604 958		x	52 504 870			x
	110kV	03					103 887 689		x
	SN	04				1 850 785		54 662 692	x
	nN	05						x	x
Z sieci OSP - liniami		06							
Z elektrowni - elektrociepłowni	zawodowych cieplnych (w. 08+09)	07	55 438 352	40 755 887	96 194 239	25 046 553	720 464	166	121 961 422
	kondensacyjnych	08							
	elektrociepłowni	09							
	wodnych (w. 11 + 12)	10	557 974	351 621	909 595	1 165 534	816 823	62 322	2 954 274
	na dopływie naturalnym	11				840 162	816 823	62 322	1 719 307
	szczytowo - pompowych	12	557 974	351 621	909 595	325 372			1 234 967
	elektrownia mieszana[1]	13							
		14							
		15							
		16							
		17							
		18							
		19							
		20							
		21							
		22							
		23							
		24							
		25							
	przemysłowych	26		38 871	38 871	1 466 542	684 789	3 211	2 193 413
Od prosumentów energii odnawialnej		27					46 648	5 088 339	5 136 987
Z innych instalacji odnawialnego źródła energii		28	574 374		574 374	11 794 564	7 774 530	674 214	20 817 682
Z zagranicy		29	14 053 125	1 183 542	15 236 667	847	15	190	15 237 719
Z innych OSD		30							
		31							
		32							
		33							
		34							
		35							
		36							
		37							
		38							
	razem (w. 29 do 37)	39	2 042 916	2 321 590	4 364 496				
Przez magazyny energii elektrycznej		40					44	17	61
Inne np. PKP Energetyka Sp.z o.o. Karbonia Sp. Z o.o.		41				24 408	48 420	39	72 867
Razem energia w prow adzona (w. 01+07+10+26+27+28+38+39)		42	76 271 699	61 981 225	117 318 242	135 853 113	113 981 422	60 491 190	168 374 425

Energia elektryczna wprowadzona do sieci W roku 2022

ARE

Dział 2. Energia elektryczna oddana z sieci w MWh

Wyszczególnienie			400 kV	220 kV	400+220 kV	110 kV	SN	nN	Razem (k.1+2+3+4)
0					1	2	3	4	5
Transformacja do sieci	400kV	01	x	3 604 958	x	2 042 916			x
	220kV	02	17 329 724		x	2 321 580			x
	110kV	03				x	1 850 785		x
	SN	04				103 887 689	x		x
	nN	05					54 662 692	x	x
Do sieci OSP - liniami		06							
Dostawy do odbiorców końcowych		07		2 442 099	2 442 099	24 298 107	55 007 111	57 767 849	139 515 166
w tym dostawy drobnym dystrybutorom lokalnym (energia do odsprzedania)		08				3 253 714	4 033 360	1 522 046	8 809 120
Nielegalny pobór energii elektrycznej		09					1 404	9 498	10 902
Potrzeby własne ogółem		10	24 143	22 039	46 182	161	44 158	213 958	304 459
w tym: potrzeby własne stacji		11	24 143	22 039	46 182	161	37 901	105 756	190 000
Potrzeby ogólne elektrowni		12	1 372	614 748	616 120	715 270	584		1 331 974
Potrzeby blokowe elektrowni		13	196 929	219 353	416 282	826			417 108
Pompowanie wody w elektrowniach wodnych		14	822 600	478 110	1 300 710				1 300 710
Za granicę		15	14 861 957	1 295 921	16 157 878	757 021		44	16 914 943
Do sieci innych OSD		16							
		17							
		18							
		19							
		20							
		21							
		22							
		23							
	razem (w.16 do 23)	24	41 999 010	52 504 870	94 503 880				
Do prosumentów en. odnawialnej (en. niefakturowana)		25					11 222	276 946	288 168
Pobrana przez magazyny energii elektrycznej		26					124	28	152
Inne, np.: PKP Energetyka, Karbonia		27				55 875			55 875
Razem oddano [w. (01 do 07) + 09+10+12+13+14+15+24+		28	75 235 735	61 182 098	115 483 151	134 079 445	111 578 080	58 268 323	160 139 457
Różnica bilansowa		29	1 035 964	799 127	1 835 091	1 773 668	2 403 342	2 222 867	8 234 968
Wskaźnik różnic bilansowych (w %)		30	1,36	1,29	1,56	1,31	2,11	3,67	4,89

Energia elektryczna oddana z sieci w roku 2022

ARE

Przepływy i straty energii w sieciach KSE w latach 2020 - 2022

	400 kV	220 kV	400+220 kV	110 kV	SN	nN	Razem (k.3+4+5+6)
	Przepływy energii w GWh						
2020	69 515	56 642	104 097	135 587	113 586	59 166	154 211
2021	74 787	61 483	116 866	142 188	117 782	61 494	169 824
2022	76 272	61 981	117 318	135 853	113 981	60 491	168 374
	Straty bezwzględne energii w GWh						
2020	824	634	1 458	1 821	2 676	2 868	8 823
2021	947	765	1 713	1 854	2 533	2 608	8 707
2022	1 036	799	1 835	1 774	2 403	2 223	8 235
	Wskaźniki strat w %						
2020	1,19	1,12	1,40	1,34	2,36	4,85	5,72
2021	1,27	1,24	1,47	1,30	2,15	4,24	5,13
2022	1,36	1,29	1,56	1,31	2,11	3,67	4,89

ARE

Wyszczególnienie	2000	2005	2019	2020	Dynamika
SIEĆ 220 i 400 kV (GWh)					%
Energia dostarczona z :					
- elektrowni zawodowych i przemysłowych	75 650	82 557	87 025	80 798	92,8
- ze źródeł odnawialnych	-	-	690)	558	80,9
- sieci 110 kV	2 037	3 252	2 035	2 714	133,4
- zagranicy	3 241	4 106	17 466	20 027	114,7
Razem	80 928	89 915	107 216	104 097	97,1
Z tego pobrano na :					
- dostawa do odbiorców końcowych	2 358	2 317	2 678	2 588	96,6
- potrzeby własne ogółem	19	39	44	44	99,9
- potrzeby ogólne elektrowni	-	459	839 [1]	852 [1]	101,6
- zagranicę	8 979	14 997	7 192	7 146	99,4
- pompowanie wody w el. szczytowo-pomp.	2 347	2 148	951	1 075	113,1
- sieć 110 kV i SN	65 726	68 042	94 035	90 934	96,7
Straty i różnice bilansowe	1 499	1 914	1 476	1 458	98,8
Wskaźnik strat i różnic bilansowych (%)	1,9	2,1	1,4	1,4	x
SIEĆ 110 kV (GWh)					%
Energia dostarczona z :					
- elektrowni zawodowych	46 128	51 180	32 529	29 466	90,6
- elektrowni przemysłowych	413	346	1 543	1 603	103,9
- ze źródeł odnawialnych	-	115	9 345	12 022	128,6
- zagranicy	-	874	402	405	100,8
- sieci 220 i 400 kV	65 711	68 031	94 035	90 934	96,7
- sieci SN i nN	469	118	965	1 152	119,3
- z innych przedsiębiorstw sieciowych	-	-	8	4	51,0
Razem	112 721	120 663	138 828	135 587	97,7
Z tego pobrano na :					
- dostawa do odbiorców końcowych	25 020 [1]	22 631 [2]	25 207 [2]	24 534 [2]	97,3
- potrzeby własne ogółem	19	2	0	0	96,5
- potrzeby ogólne elektrowni	-	746	783 [1]	768 [1]	98,0
- zagranicę	677	1 191	53	64	120,7
- pompowanie wody w el. szczytowo-pomp.	425	27	-	0	x
- sieć 220, 400 kV	2 037	3 252	2 035	2 714	133,4
- sieć SN i nN	81 804	89 693	108 922	105 528	96,9
- do innych przedsiębiorstw sieciowych	-	-	15	158	1 073,5
Straty i różnice bilansowe	2 739	3 121	1 813	1 821	100,4
Wskaźnik strat i różnic bilansowych (%)	2,4	2,6	1,3	1,3	x
SIEĆ SN i nN (GWh)					%
Energia dostarczona z :					
- elektrowni zawodowych	2 269	1 918	1 576	1 669	105,9
- elektrowni przemysłowych	411	109	567	673	118,7
- małych elektrowni wodnych	164	-	-	-	x
- ze źródeł odnawialnych	-	290	5 699	6 976	122,4
- zagranicy	-	-	0	0	78,2
- sieci 110 kV	81 804	89 683	108 922	105 528	96,9
- sieci 220 i 400 kV	14	11	-	-	x
- z innych przedsiębiorstw sieciowych	-	-	0	9	2 110,1
Razem	84 662	92 010	116 764	114 856	98,4
Z tego pobrano na :					
- dostawa do odbiorców końcowych	74 327 [1]	82 460 [1]	110 422 [3]	107 909 [3]	97,7
- potrzeby własne ogółem	248	268	255	250	97,9
- potrzeby ogólne elektrowni	-	2	1	1	103,3
- zagranicę	-	-	0	0	72,0
- sieć 110 kV	469	118	965	1 152	119,3
- do innych przedsiębiorstw sieciowych	-	-	-	-	x
Straty i różnice bilansowe	9 618	9 161	5 121	5 544	108,3
Wskaźnik strat i różnic bilansowych (%)	11,4	10,0	4,4	4,8	x

1) dane uzyskane bezpośrednio od operatorów systemów dokonujących pomiarów
2) łącznie z pomiarami blokowymi dokonowo
3) łącznie z nielegalnym wykrytym poborem

Tablica 2.8. Statystyka Elektroenergetyki Polskiej

Bilans Energii Elektrycznej w sieciach elektroenergetyki zawodowej według napięć.

Wyszczególnienie	Sieć SN	Sieć nN
	GWh	
Energia wprowadzona do sieci z:		
- elektrowni zawodowych	1 600	69
- elektrowni niezależnych i przemysłowych	670	3
- źródeł odnawialnych	5 779	1 197
- zagranicy	0	0
- sieci SN	-	57 896
- sieci 110 kV	105 528	-
- sieci 220 i 400 kV	-	-
- z innych przedsiębiorstw sieciowych	9	0
Razem	113 586	59 166
Z tego pobrana:		
- odbiorcy końcowi 1)	51 822	56 087
- potrzeby własne stacji (ogółem)	39	211
- potrzeby ogólne elektrowni	1	-
- zagranicę	-	0
- nN	57 896	-
- sieć 110 kV	1 152	-
- do innych przedsiębiorstw sieciowych	-	-
Straty i różnice bilansowe	2 676	2 868
Wskaźnik strat bilansowych (%)	2,36	4,85

1) łącznie z dostawą do drobnych dystrybutorów lokalnych, dostawą wg zasady TPA, nielegalnym poborem energii elektrycznej; bezpośrednio i poprzez drobnych dystrybutorów lokalnych

Tablica 2.9. Statystyka Elektroenergetyki Polskiej

Bilans Energii Elektrycznej w sieciach SN i nN

ARE

ARE

Przygotowali:
Grzegorz Parciński
Kacper Galewski

Agencja Rynku Energii S.A.
00-728 Warszawa,
ul. Bobrowiecka 3

22 444 20 00

biuro@are.waw.pl

Wydawca portalu
Centrum Informacji
o Rynku Energii
www.cire.pl

CIRE.PL

OGRANICZANIE STRAT W SIECIACH NN
Z AKTYWNĄ REGULACJĄ NAPIĘCIA I SYMETRYZACJĄ PRĄDÓW

Zbigniew Krzemiński
MMB Drives Sp. z o.o.

Ograniczanie strat w sieciach nN z aktywną regulacją napięcia i symetryzacją prądów

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Krzemiński
MMB Drives sp. z o.o.

Efekty przyłączania mikroinstalacji do sieci nN

- Zwiększanie napięcia w sieci
- Niesymetryczne prądy fazowe
- **Straty w sieci**
- **Straty w transformatorach**
- Zwiększona moc bierna z powodu Q=f(ΔU)
- Uszkodzenia sprzętu gospodarstwa domowego
- Wyłączenia mikroinstalacji
- Ograniczanie mocy mikroinstalacji
- Zakłócenia komunikacji LTE

Straty minimalne i straty dodatkowe w sieciach nN

Minimalne straty DP_{min} przy przesyle energii siecią trójfazową czteroprzewodową z mocą czynną P i bierną Q=0:

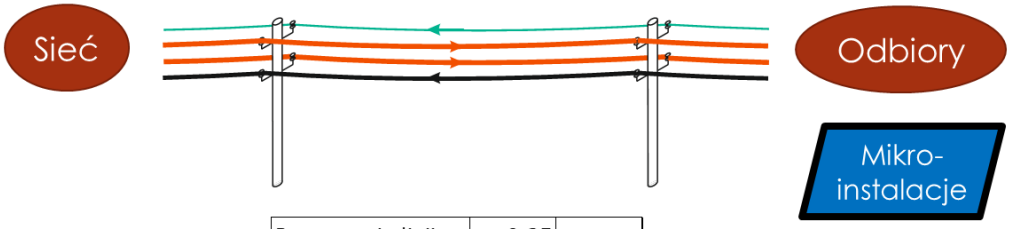
$$\Delta P_{\min} = 3RI_F^2$$

$$I_F = \frac{P}{3U_F}$$

R – rezystancja przewodu fazowego linii

U_F, I_F – napięcie i prąd fazy

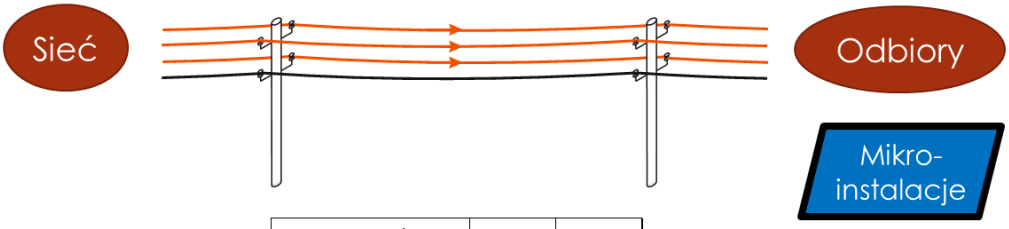
Straty w sieci przy niesymetrii prądów fazowych



Rezystancja linii	0,25	Ω
Moc transmtowana	16,1	kW
Prąd w fazie 1	-30,0	A
Prąd w fazie 2	50,0	A
Prąd w fazie 3	50,0	A
Prąd w linii N	80,0	A
Straty całkowite	3075,0	W

Strata napięcia V		Nap.faz. V
R-N	27,5	257,5
S-N	-21,8	208,2
T-N	-21,8	208,2

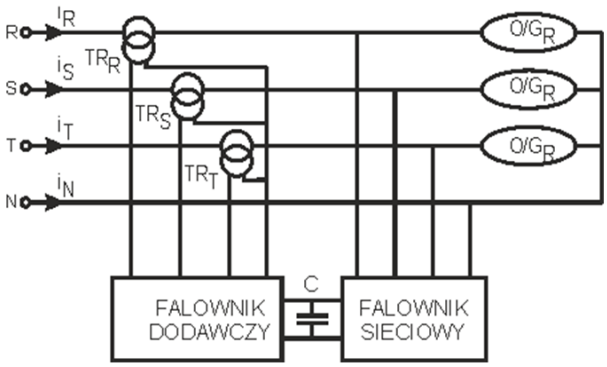
Straty w sieci przy symetrii prądów fazowych



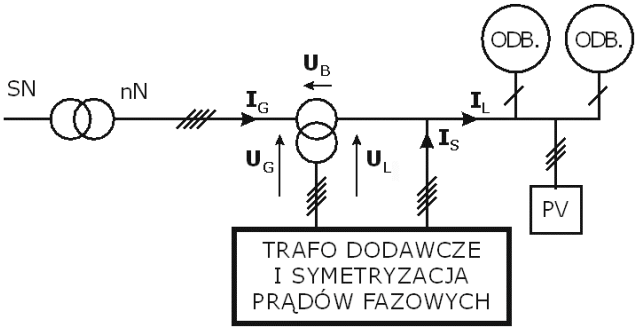
Rezystancja linii	0,25	Ω
Moc transmtowana	16,1	kW
Prąd w fazie 1	23,3	A
Prąd w fazie 2	23,3	A
Prąd w fazie 3	23,3	A
Prąd w linii N	0,0	A
Straty całkowite	408,3	W

Strata napięca V		Nap.faz. V
R-N	-5,8	224,2
S-N	-5,8	224,2
T-N	-5,8	224,2

Regulator napięcia z transformatorami dodawczymi i symetryzacją prądów w sieci



Regulacja napięcia po stronie odbiorów i symetryzacja prądów po stronie sieci



Korzyści z przesyłania energii przy symetrycznych prądach fazowych

- Niskie straty napięcia na końcu linii
- Niskie straty energii w przewodach liniowych
- Niskie straty energii w transformatorze

Obliczanie prądów sieci

Moc przesyłana z sieci

$$\underline{S}_G = \underline{U}_{G1}\underline{I}_{G1}^* + \underline{U}_{G2}\underline{I}_{G2}^* + \underline{U}_{G3}\underline{I}_{G3}^*$$

Symetria

$$\underline{S}_G = 3\underline{U}_{G1}\underline{I}_{G1}^*$$

Moc przekazywana do obciążenia

$$\underline{S}_L = \underline{U}_{L1}\underline{I}_{L1}^* + \underline{U}_{L2}\underline{I}_{L2}^* + \underline{U}_{L3}\underline{I}_{L3}^*$$

Warunki symetryzacji

$$\mathrm{Re}\left(\underline{S}_G\right) = \mathrm{Re}\left(S_L\right) \qquad \mathrm{Im}\left(\underline{S}_G\right) = 0$$

$$\mathrm{Re}\left(\underline{I}_{G1}\right) = \mathrm{Re}\left(\frac{\underline{U}_{L1}\underline{I}_{L1}^* + \underline{U}_{L2}\underline{I}_{L2}^* + \underline{U}_{L3}\underline{I}_{L3}^*}{\underline{U}_{G1} + a\underline{U}_{G2} + a^2\underline{U}_{G3}}\right) \qquad \mathrm{Im}\left(\underline{I}_{G1}\right) = 0$$

Obliczanie prądów sieci

Prądy fazowe sieci

$$\begin{bmatrix} \underline{I}_{G1} \\ \underline{I}_{G2} \\ \underline{I}_{G3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{I}_{G1} \\ a^2\underline{I}_{G1} \\ a\underline{I}_{G1} \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} \underline{I}_{S1} \\ \underline{I}_{S2} \\ \underline{I}_{S3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \underline{I}_{L1} \\ \underline{I}_{L2} \\ \underline{I}_{L3} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} \underline{I}_{G1} \\ \underline{I}_{G2} \\ \underline{I}_{G3} \end{bmatrix}$$

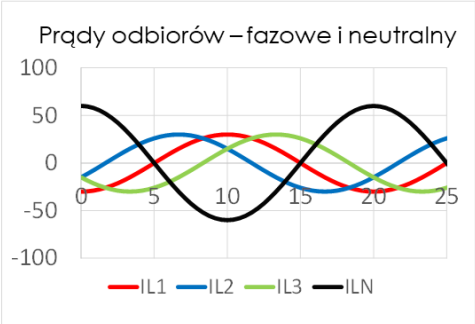
Prąd neutralny sieci

$$\underline{I}_{GN} = 0$$

Prąd neutralny symetryzacji

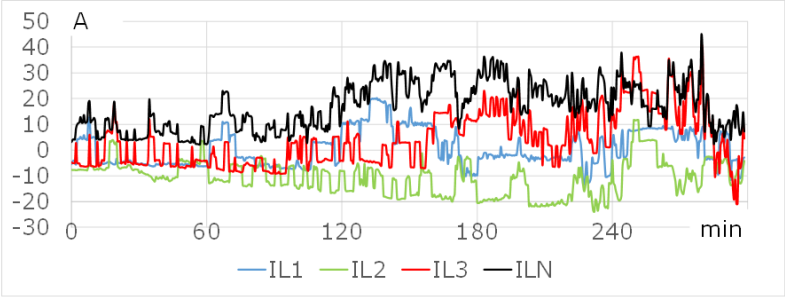
$$\underline{I}_{SN} = -\underline{I}_{S1} - \underline{I}_{S2} - \underline{I}_{S3}$$

Najgorszy przypadek



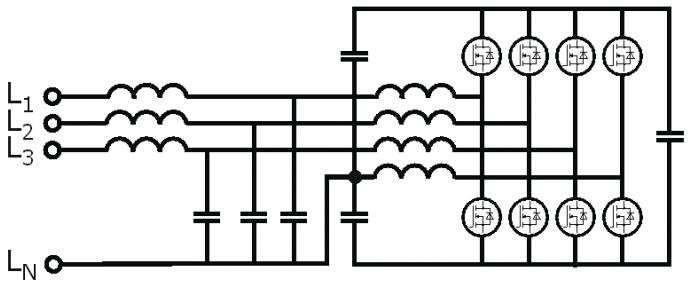
Generacja w fazie L1

Prądy rzeczywiste



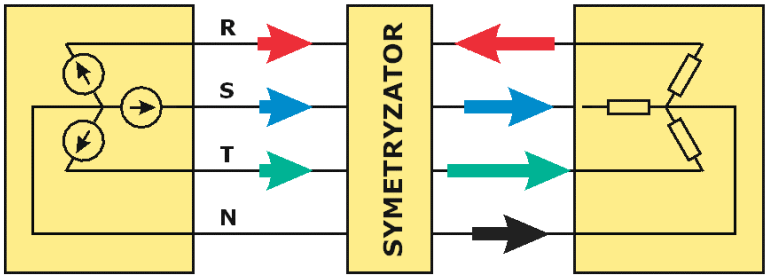
+ energia transmitowana do odbiorów
– energia transmitowana do sieci

Falownik sieciowy do symetryzacji prądów

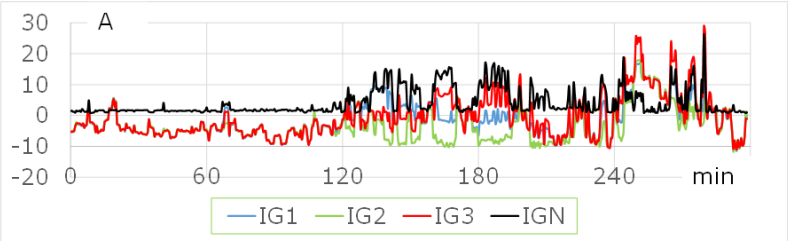


Gałąź neutralna powinna być zaprojektowana
na dwa razy większy prąd niż dla gałęzi fazowej

Linia trójfazowa z symetryzatorem prądów



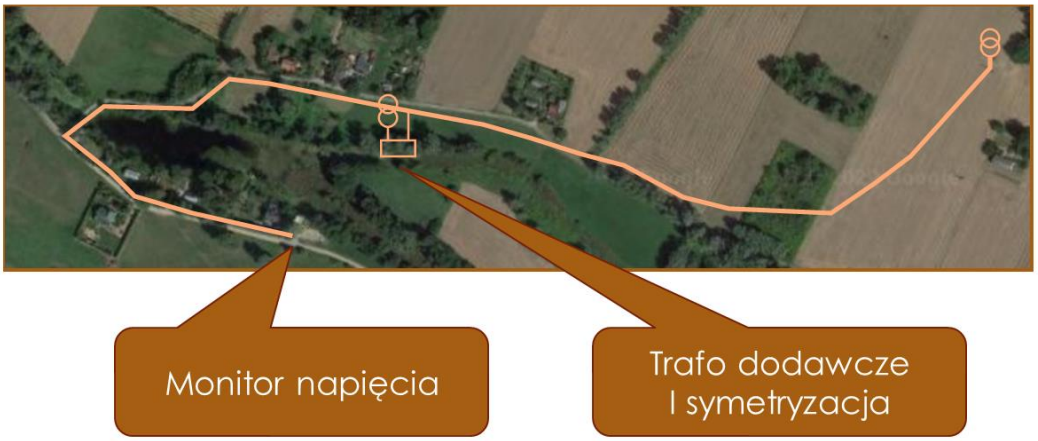
Prądy sieciowe w przypadku ograniczenia prądu netralnego falownika



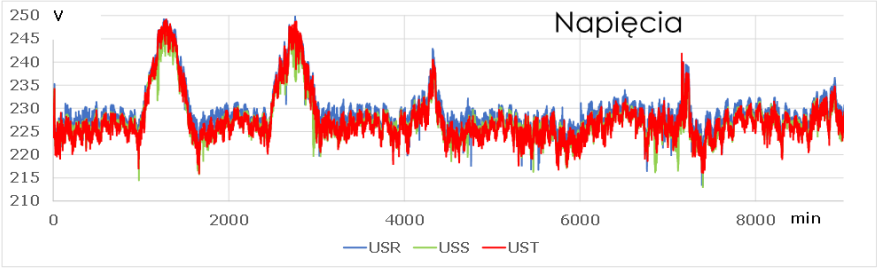
Wymagania dla aktywnego regulatora napięcia i symetryzatora prądów

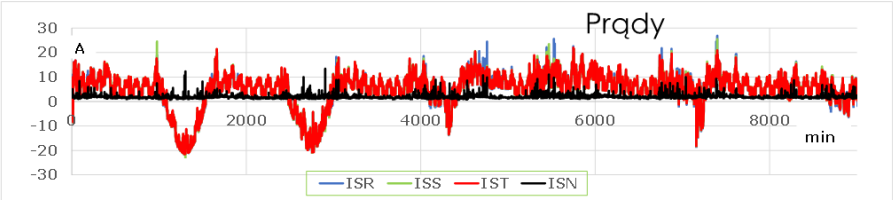
- Konfiguracja falowników i transformatora dodawczego
- Wyłączenie podczas zwarcia
- Zapewnienie komunikacji koncentratora z licznikami
- Wzmocniony słup sieciowy

Długa linia na terenach wiejskich z transfomatorem dodawczym i symeryzacją

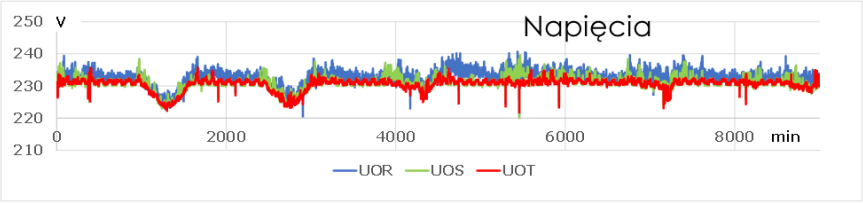


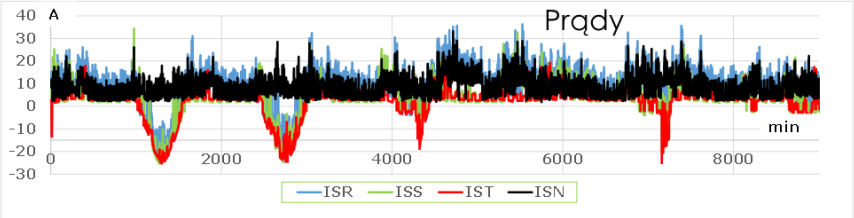
Napięcia i prądy po stronie sieci rejestracja 6 dni



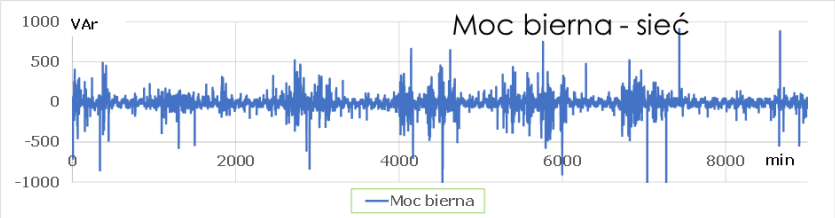


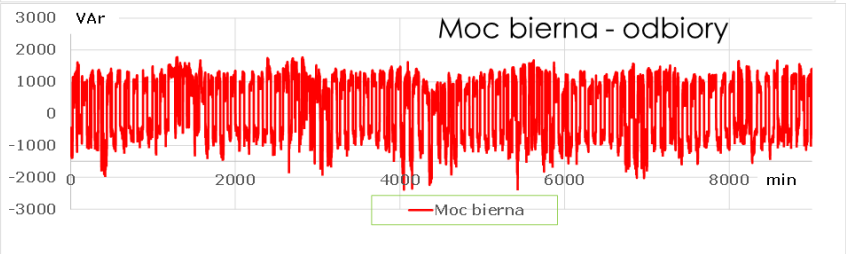
Napięcia i prądy po stronie odbiorów rejestracja 6 dni



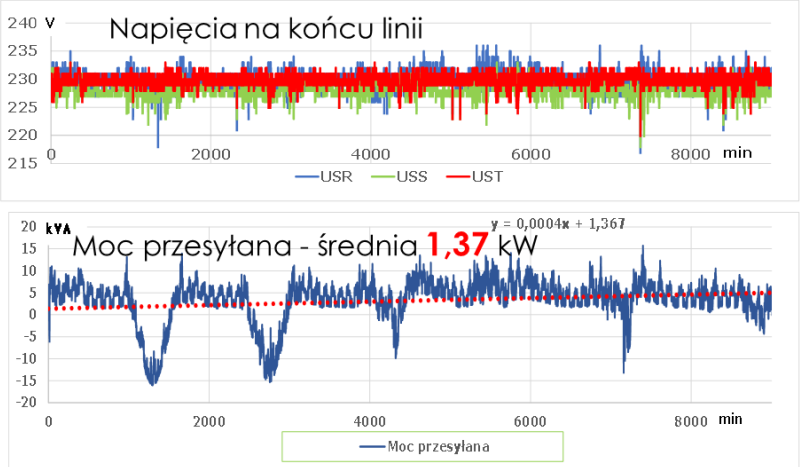


Moc bierna po stronie sieci i odbiorów rejestracja 6 dni





Napięcia na końcu linii i moc przesyłana do transformatora



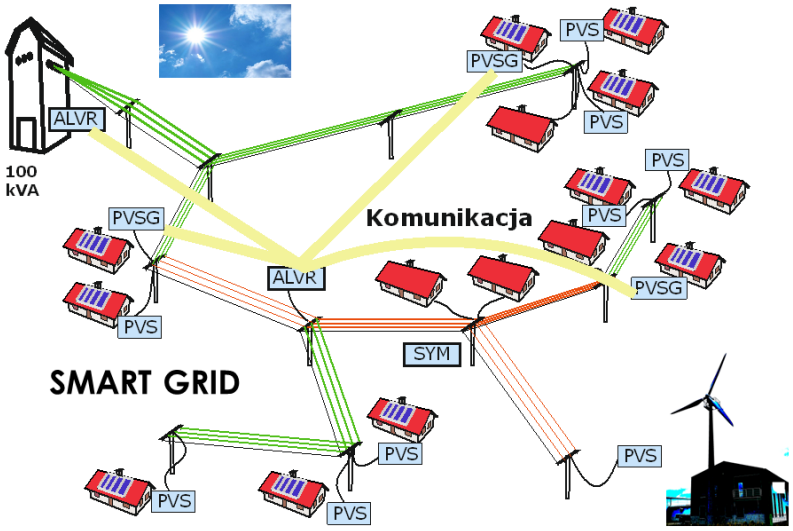
Straty w linii – średnie roczne

WARTOŚCI ROCZNE	kWh
Straty w linii bez regulatora	2533,5
Straty w linii z regulatorem	1570,6
Straty w regulatorze	891,3
Oszczędność na linii i regulatorze	71,5
Straty przy średniej mocy	88,0

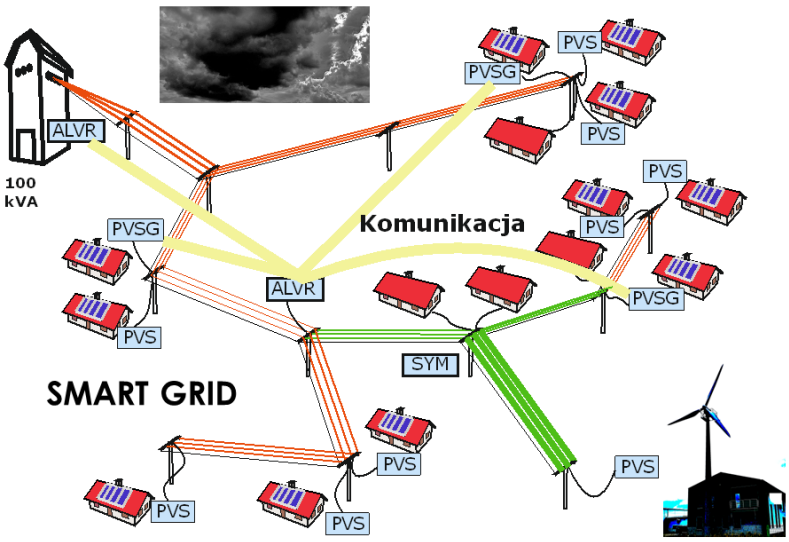
Aktualna przepustowość linii – 20 kVA: możliwości zmniejszenia strat przy większej przepustowości

- Dodatkowy aktywny regulator napięcia - straty
- Zwiększenie przekrojów przewodów - straty
- Dodatkowe symetryzatory prądów - straty
- Magazyny energii elektrycznej - straty
- Sterowana konsumpcja u odbiorców energii - straty
- Czterogałęziowe falowniki do fotowoltaiki ze sterowaniem autokonsumpcją i symetryzacją - straty
- Inteligentne sterowanie obszarem wytwarzania oraz konsumpcji energii - straty

Sieć ze zmniejszonymi stratami - generacja



Sieć ze zmniejszonymi stratami - odbiór



Efekty pojawiające się w sieciach ze zmniejszonymi stratami

- Symetryczne prądy w liniach rozdzielczych
- Symetryczne prądy w transformatorach
- Kontrolowane napięcie w wybranych punktach linii
- **Zmniejszone straty w liniach i transformatorach**
- Zwiększona produkcja energii
- Przepływy i zużycie energii sterowane lokalnie
- Lokalne rejony tworzące wirtualne elektrownie

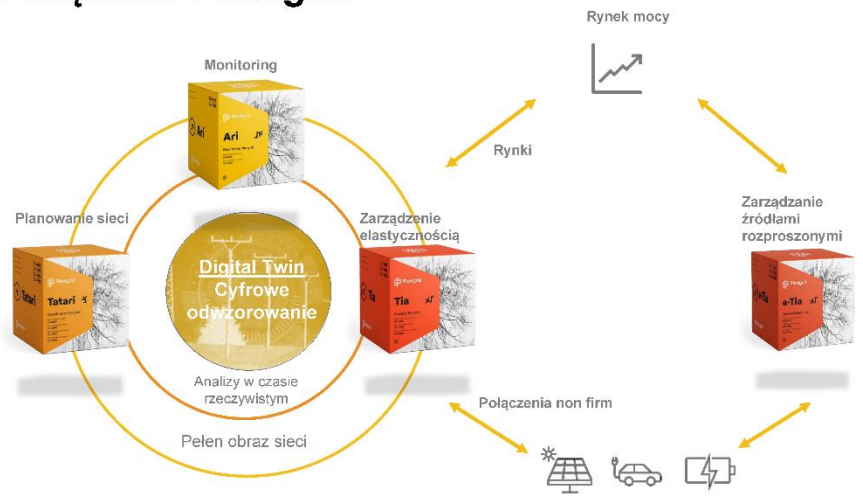
ROZWIĄZANIE PLEXIGRID DO DYNAMICZNEJ ANALIZY STRAT ORAZ WPŁYWU ŹRÓDEŁ ROZPROSZONYCH NA SIEĆ NISKIEGO NAPIĘCIA

Rafał Wróblewski
PLEXIGRID S.L.

O Plexigrid
Założona w lipcu 2020 jako spin-off z Uniwersytetu w Oviedo, Gijon
25 współpracowników
14 narodowości
Biura w Szwecji i Hiszpani
FALBYGDENS ENERGI
En del av Nordion Energi
E-REDES
ÖRESUNDS KRAFT
edp SOLAR

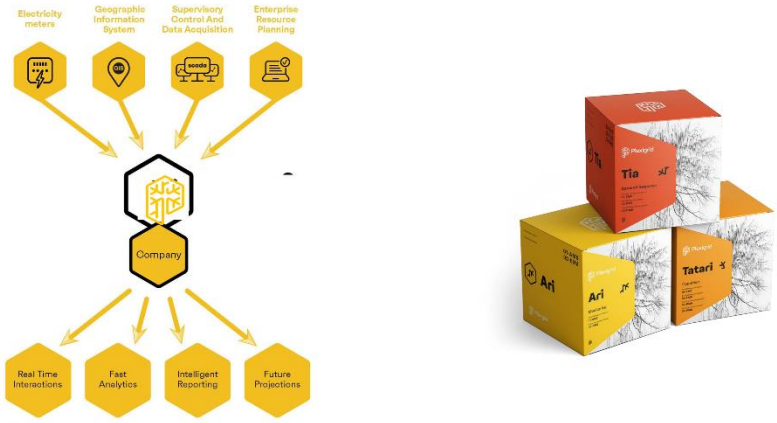
Jak sieć elektroenergetyczna może wspomagać transformacje energetyczną?
Tradycyjne podejście
Projektowana pod zużycie szczytowe
coraz więcej sprzętu po stronie popytu
projektowana dla niezarządzanych obciążeń szczytowych
wymagających wielomiliardowych nakładów na modernizację sieci
MAX CAPACITY
AVERAGE UTILIZATION
Electricity demand
Peak load with Plexigrid
"Business as usual" capacity requirement
Time of day
Podejście PLEXIGRID
Projektowana do maksymalnego wykorzystania
oprogramowanie do zarządzania popytem
Aktywna redukcja obciążenia szczytowego
z korzyścią dla klientów i OSD za ułamek nakładów

Rozwiązanie Plexigrid



Nowa koncepcja sieci elektroenergetycznych na potrzeby transformacji energetycznej

Plexigrid integracja wielu systemów



1/21/2022

Nowa koncepcja sieci elektroenergetycznych na potrzeby transformacji energetycznej

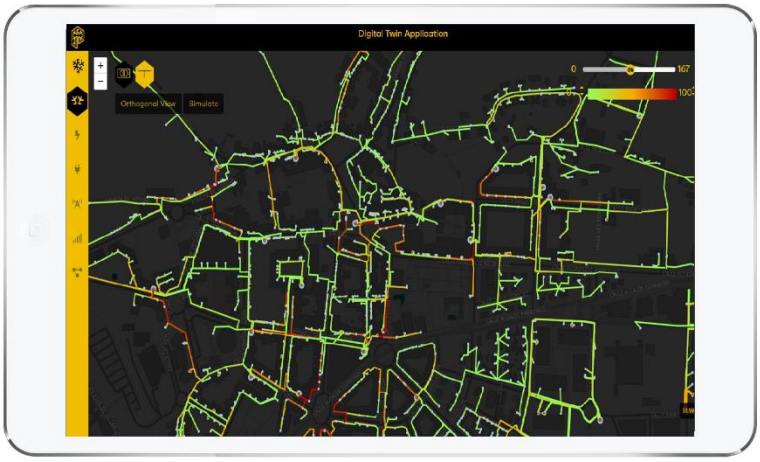
Korzyści z cyfrowego odwzorowania sieci

Wzrost wydajności obsługi sieci nn. 1

Wzrost możliwości przyłączeń nowych źródeł rozporoszonych 2

Redukcja czasu nowych przyłączeń 3

Lepsze zarządzanie kosztami (TOTEX) 4



Nowa koncepcja sieci elektroenergetycznych na potrzeby transformacji energetycznej

Przykładowe zastosowania

Monitorowanie działania sieci

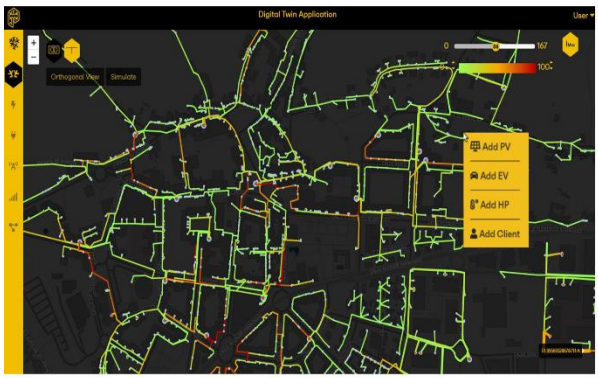
Monitoring sieci (nn. + śn.)

- Walidacja danych z sieci nn.
- Pełna analityka sieci,
- Optymalizacja przepływów i konfiguracji sieci
- Rozwiązuje problemy z asymetrią prądów i faz
- Redukcja strat
- Szybkie i celne wykrywanie przerw w dostawach

Nowa koncepcja sieci elektroenergetycznych na potrzeby transformacji energetycznej

Przykładowe zastosowania

Planowanie sieciowe



Nowe przyłączenia
- Generuje heat mapy dla obciążenia i generacji
- Symulacja nowych przyłączeń i ich wpływu na siec
- Redukcja czasu analizy wpływu nowych przyłączy na siec

Planowanie sieci
- Identyfikacja wąskich gardeł w sieci nn.
- Symulacje Monte Carlo przyszłego zużycia i generacji
- Symulacja alternatywnych dróg rozbudowy sieci nn.

Nowa koncepcja sieci elektroenergetycznych na potrzeby transformacji energetycznej

Przykładowe zastosowania

Zarządzanie elestycznością

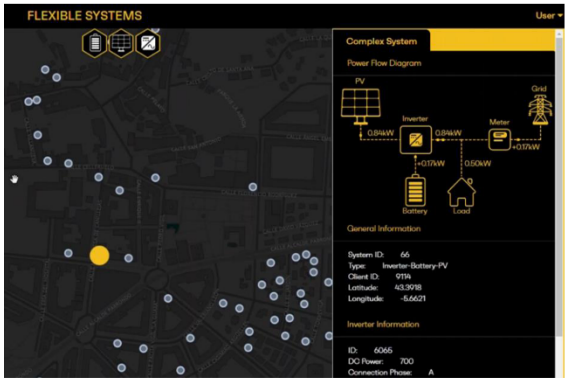
Identyfikacja potrzeb nowy mocy
- Prognozowanie braków mocy w wn/śn/nn
- Identyfikacja wąskich gardeł w czasie rzeczywistym
- Walidacja alternatywnych rozwiązań

Aktywna elastyczność
- Integracja danych z rynku mocy
- Zarządzanie połączeniami sieci
- Wzrost wykorzystania dostępnej pojemności sieci
- Mniejszy CAPEX wykorzystanie rozwiązań alternatywnych

Nowa koncepcja sieci elektroenergetycznych na potrzeby transformacji energetycznej

Przykładowe zastosowania

Zarządzanie źródłami rozproszonymi



Klient /usługi dla źródeł rozproszonych

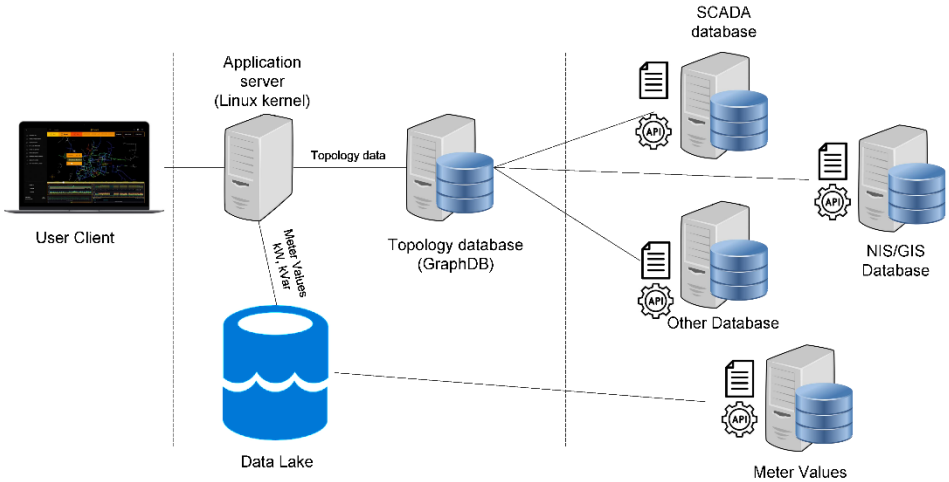
- Kontrola za licznikiem OSD
- Ograniczenie szczytów
- Optymalizacja zużycia
- Własna konsumpcja produkcji

Zcentralizowane zarządzanie

- Zdalny monitoring i zarządzanie
- Inwentaryzacja i analiza dostępnych zasobów
- Prognozowanie elastyczności

Enlightening Electric Ecosystems

Architektura rozwiązania



Nowa koncepcja sieci elektroenergetycznych na potrzeby transformacji energetycznej

PlexiLITE
Analizy sieci Plug-and-play

Stały dostęp do systemu

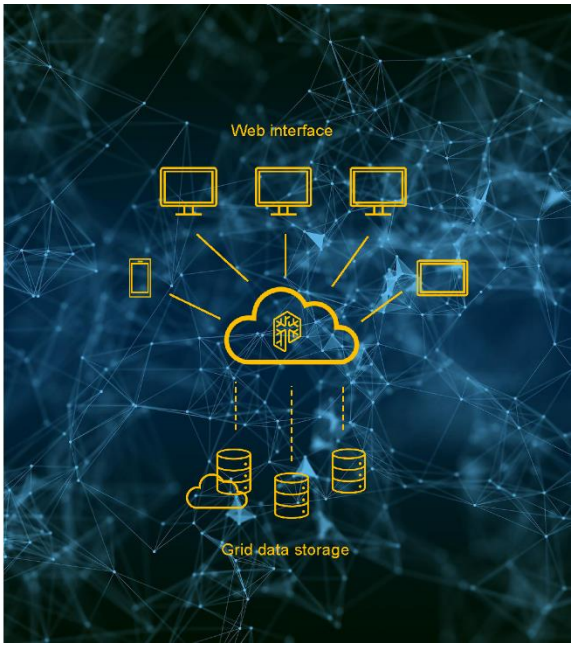
- Szybki wdrożenie ustandaryzowanego rozwiązania
- Szybkie i proste wprowadzanie nowych funkcjonalności
- Łatwy dostęp do suportu

Bezproblemowe zarządzanie systemem

- Bez dodatkowego hardware
- Skalowalność
- Automatyczne upgrades

Standardowa integracja danych

- Samoobsługowy import danych
- Interfejs zgodny z CIM/CGMES
- Implementuje najwyższe standardy bezpieczeństwa i najlepsze praktyki



WPŁYW ŹRÓDEŁ PV NA RÓŻNICĘ BILANSOWA NA ŚREDNIM NAPIĘCIU

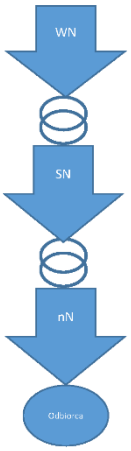
Barbara Kaszowska (Politechnika Opolska)
Dariusz Jeziorny (TAURON Dystrybucja S.A.)

Wpływ źródeł PV na różnicę bilansową na SN

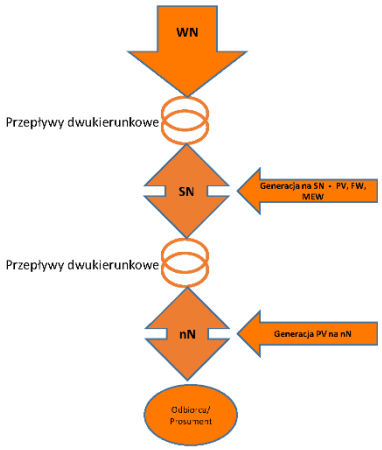
Barbara Kaszowska Politechnika Opolska
Dariusz Jeziorny TAURON Dystrybucja S. A.
Marzec 2023

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

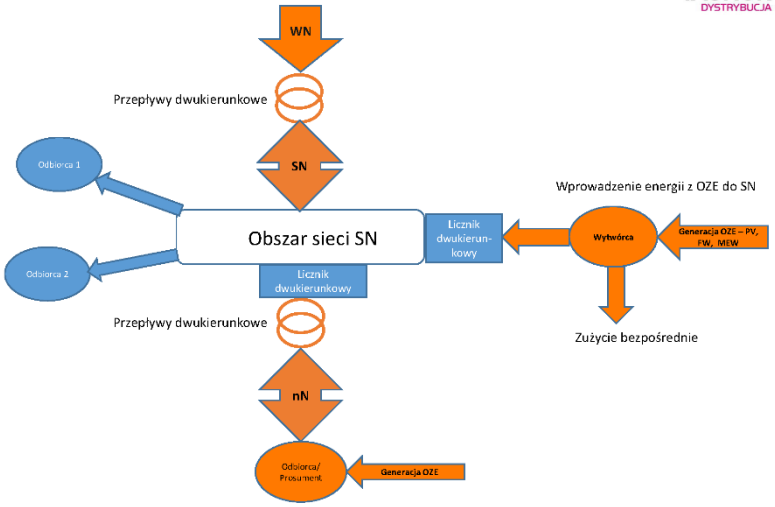
Przepływy bez produkcji z rozproszonych źródeł energii



Przepływy z produkcją z rozproszonych źródeł energii



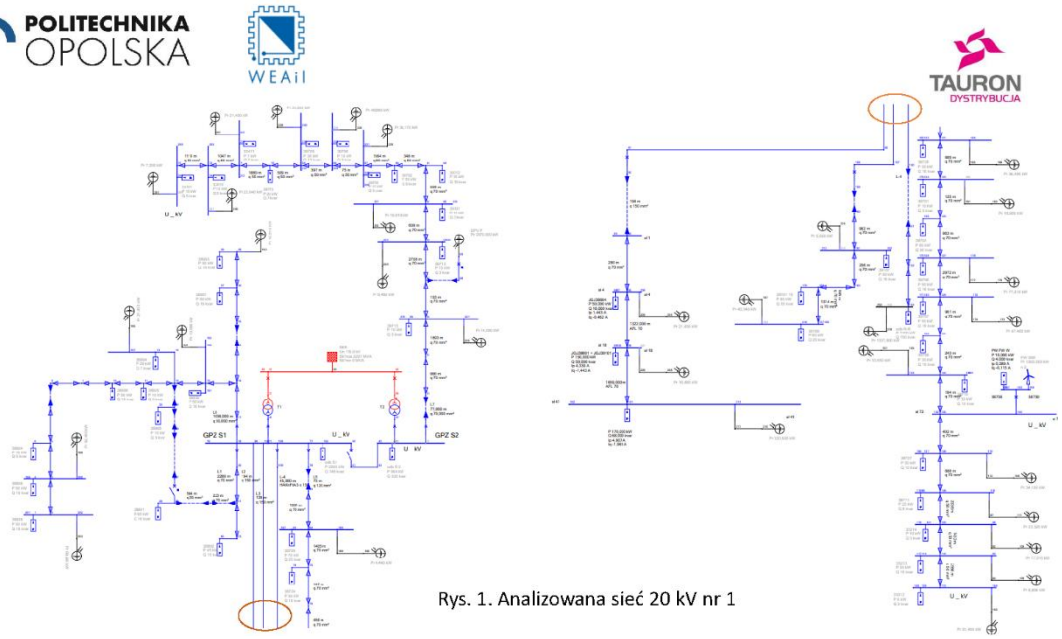
Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej – przepływy na SN



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 ($0{,}95_{poj}$).



Rys. 1. Analizowana sieć 20 kV nr 1

POLITECHNIKA OPOLSKA WEAiI TAURON DYSTRYBUCJA

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

POLITECHNIKA OPOLSKA

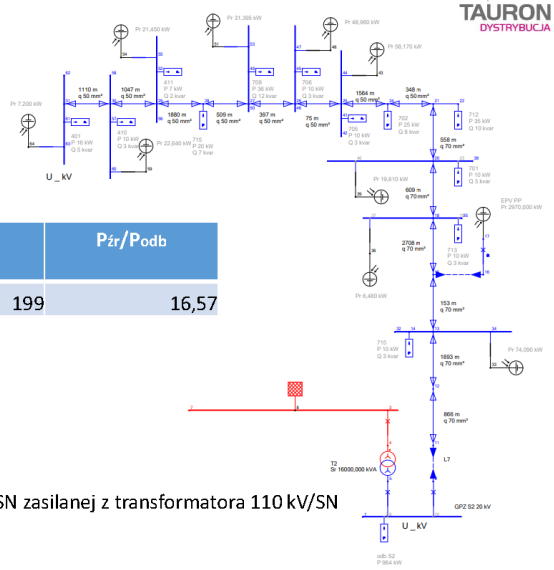
WEAil

TAURON DYSTRYBUCJA

Etap I - analiza indywidualna linii 20 kV - L7

	Pźr [kW]	Podb [kW]	Pźr/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

POLITECHNIKA OPOLSKA

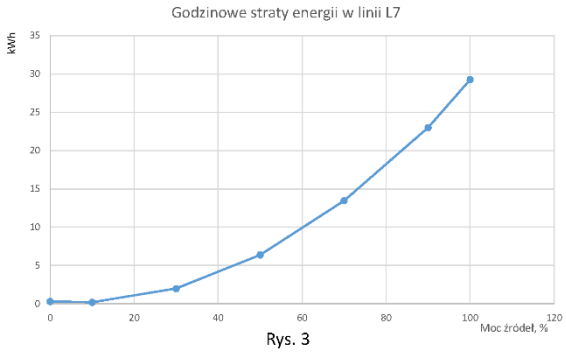
WEAil

TAURON DYSTRYBUCJA

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

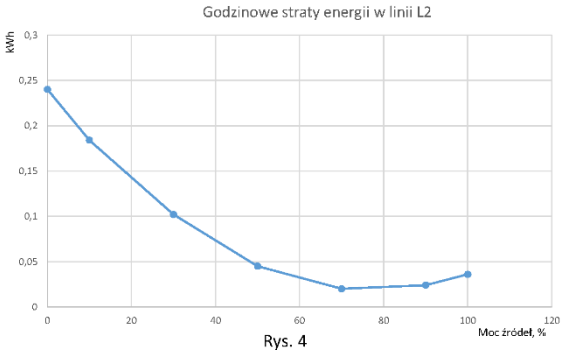


Rys. 3

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

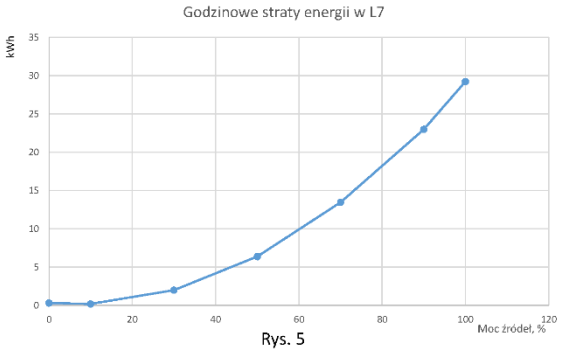


Rys. 4

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

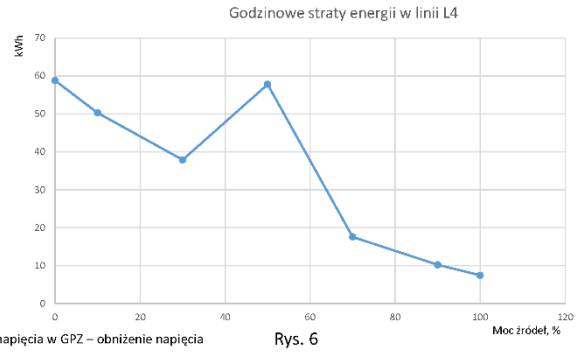


Rys. 5

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



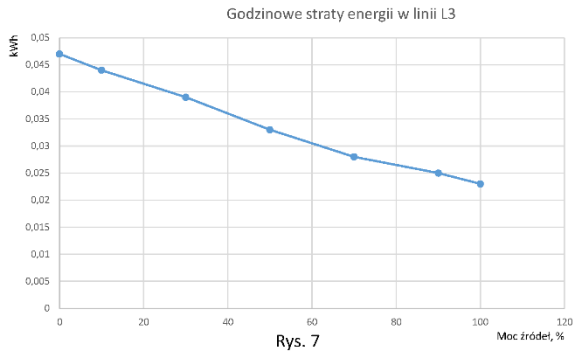
*regulacja napięcia w GPZ – obniżenie napięcia

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

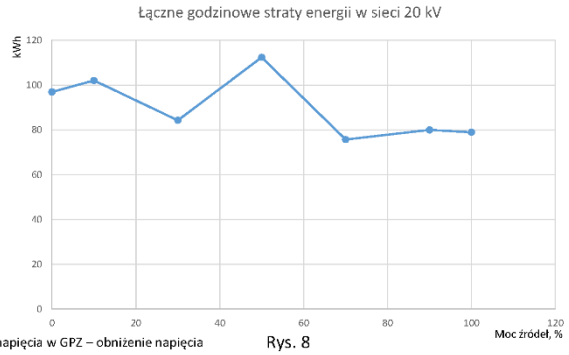


Rys. 7

Etap II - analiza dla sieci 20 kV

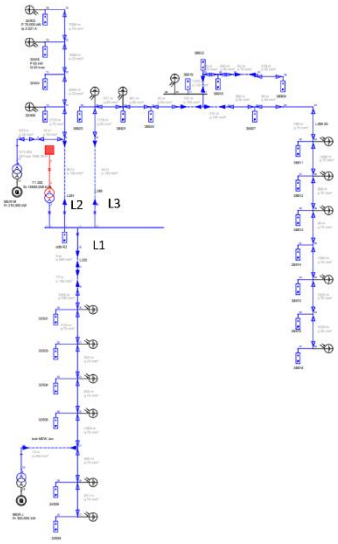
Element	Suma mocy czynnych źródeł Pźr [kW]	Suma mocy czynnych odbieranych Podb [kW]	Pźr/Podb
Sieć 20 kV	8302*	6950	1,19

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



*regulacja napięcia w GPZ – obniżenie napięcia

Rys. 8



Rys. 9. Analizowana sieć 20 kV nr 2

Charakterystyka analizowanej sieci nr 2 i wybranych linii 20 kV:

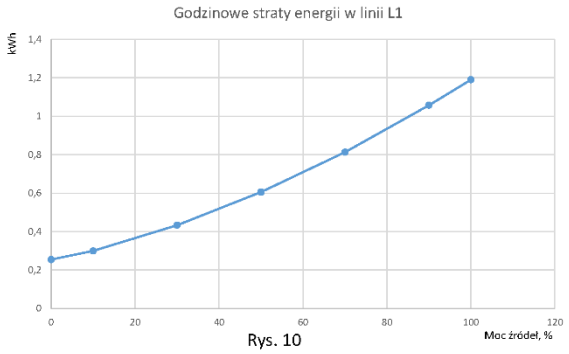
Element	Suma mocy czynnych źródeł Pźr [kW]	Suma mocy czynnych odbieranych Podb [kW]	Pźr/Podb
Sieć 20 kV	1238,7*	635	1,95
L1	753,58**	192	3,92
L2	321,3***	150	16,57
L3	163,8	293	0,56

*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



Rys. 10

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

Rys. 11

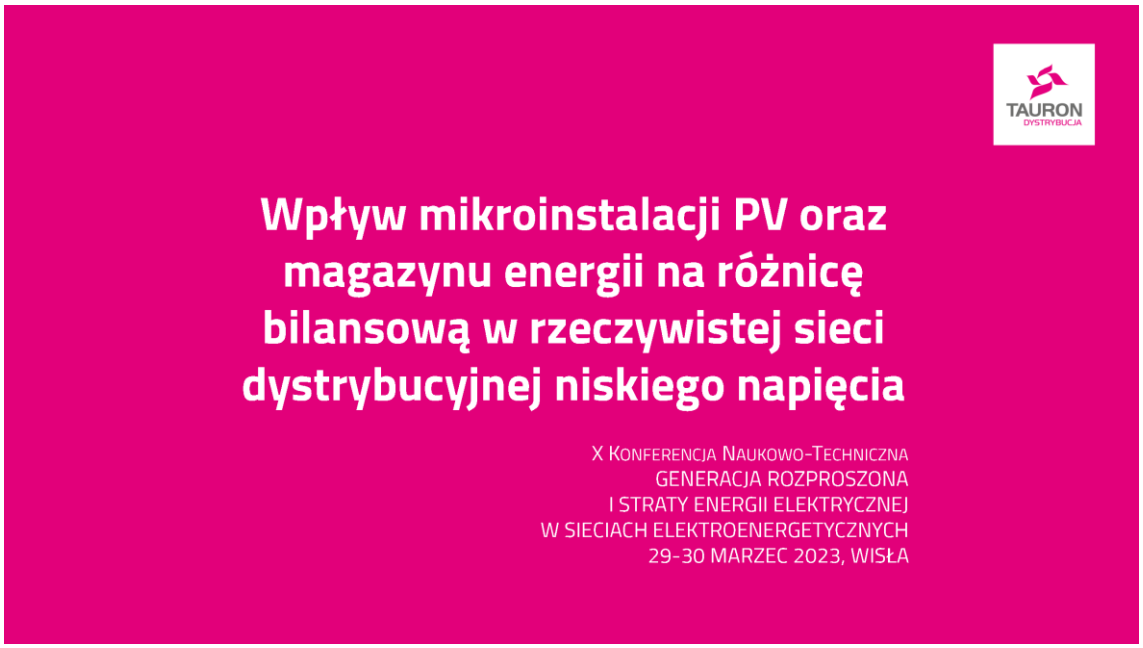
Wnioski:

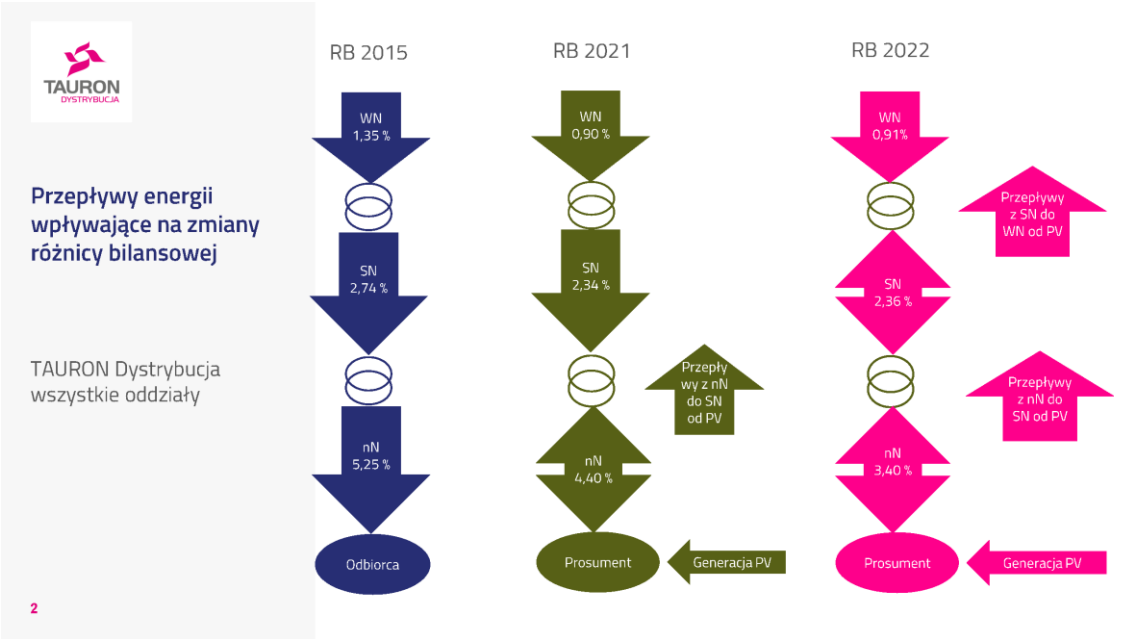
1. Wyniki analizy godzinowych strat energii w pojedynczej linii SN (rys. 3, 4) wskazują, że najmniejsza wartość strat energii występuje w przypadku, gdy łączna moc wytwarzana przez źródła przyłączone do tej linii jest w przybliżeniu równa łącznej mocy odbieranej z tej linii.
2. Wyniki analizy godzinowych 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

WPŁYW MIKROINSTALACJI PV ORAZ MAGAZYNU ENERGII NA RÓŻNICĘ BILANSOWĄ W RZECZYWISTEJ SIECI DYSTRYBUCYJNEJ NISKIEGO NAPIĘCIA

Ryszard Stolarczyk, Wojciech Schab, Łukasz Topolski
TAURON Dystrybucja S.A.

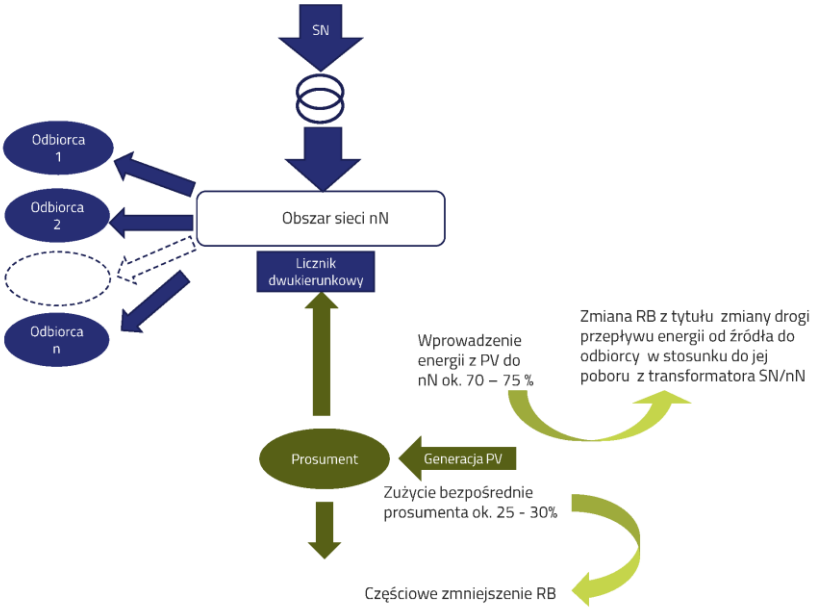




TAURON DYSTRYBUCJA

Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej

Przepływy na nN



3

TAURON DYSTRYBUCJA

Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej

Źródła danych

Dane rzeczywiste z CBP:

- ilość instalacji o mocy poniżej 10 kW,
- ilość energii wprowadzonej na nN z instalacji o mocy poniżej 10 kW,
- ilość instalacji o mocy od 10 do 50 kW,
- ilość energii wprowadzonej na nN z instalacji o mocy od 10 do 50 kW,
- poziomy RB dla WN, SN i nN.

Współczynniki - statystyczne:

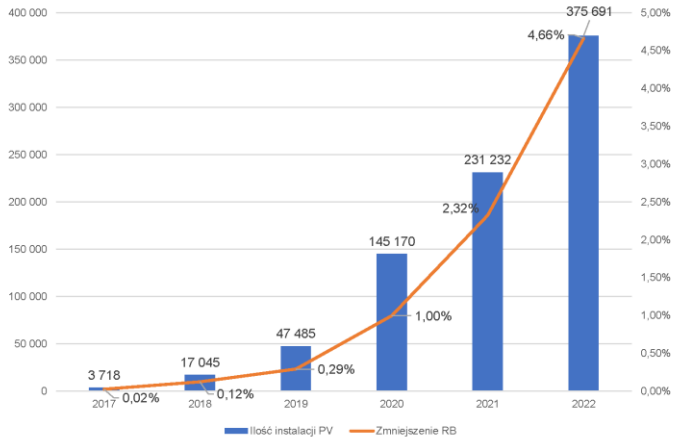
- współczynnik wytworzenia energii w PV,
- współczynnik zmniejszenia drogi przepływu energii dla nN,
- współczynnik drogi dla energii z nN do SN,
- współczynnik energii wprowadzonej z nN na SN.

4

TAURON DYSTRYBUCJA

Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej

Wpływ ilości mikroinstalacji na zmniejszenie RB na nN

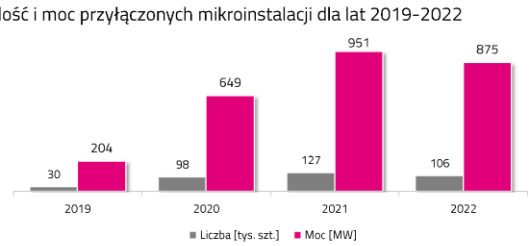


5

TAURON DYSTRYBUCJA

Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej

Dynamika przyłączeń mikroinstalacji w TARON Dystrybucja



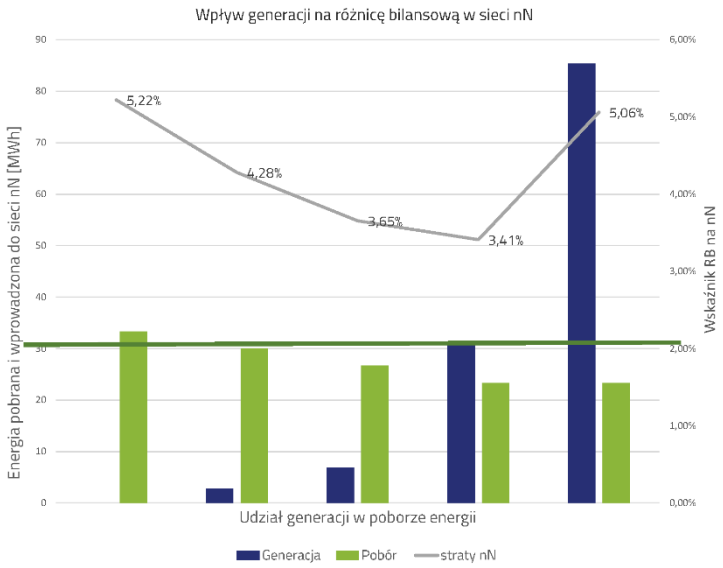
6

TAURON DYSTRYBUCJA

Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej

Wpływ energii z mikroinstalacji na różnicę bilansową w różnych sieciach nN z różnym udziałem energii wprowadzonej z PV (czerwiec)

7



TAURON DYSTRYBUCJA

Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej

Analiza przypadku Oddział w Krakowie

Różnica bilansowa
Dane za rok 2022

1 100 tys.	PPE
11 tys.	stacji SN/nn , ok. 100 klientów/ na stację
79,4 tys.	mikroinstalacji PV na nN
0,4 tys.	mikroinstalacji PV na SN
555,6 MW	sumaryczna moc mikroinstalacji PV
1 260 MW	max zapotrzebowanie na moc w dniu 30 czerwiec godz. 13^{00}
7 kW	średnia moc mikroinstalacji PV
365 GWh	energia wprowadzona do sieci nN z mikroinstalacji na PV
3 GWh	wprowadzona do sieci SN z mikroinstalacji PV na nN

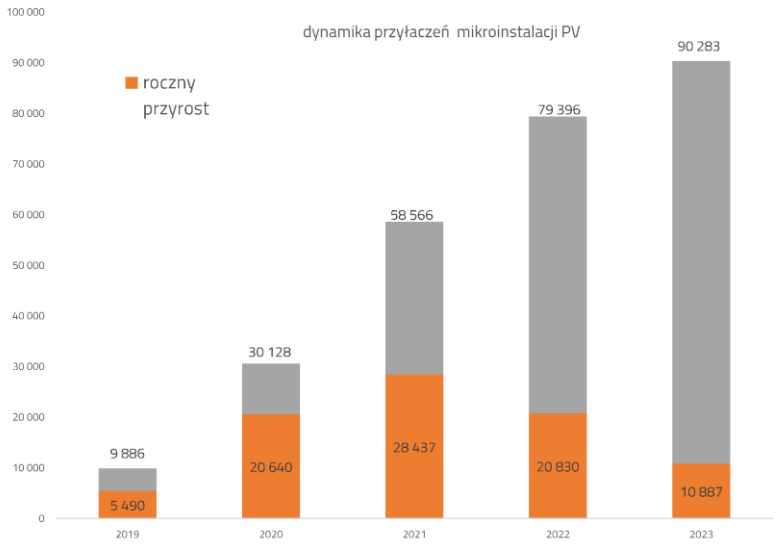
8

TAURON DYSTRYBUCJA

Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej

Analiza przypadku Oddział w Krakowie

Dynamika wzrostu ilości mikroinstalacji PV



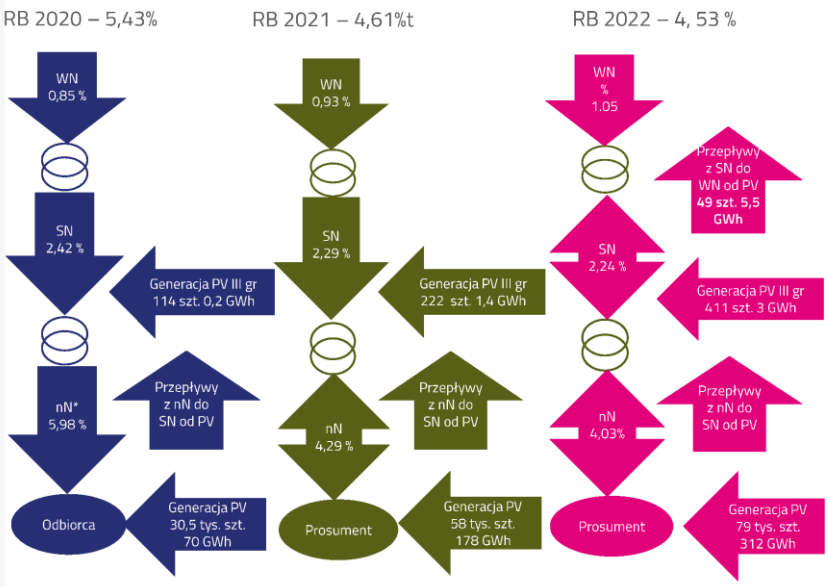
9

TAURON DYSTRYBUCJA

Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej

Analiza przypadku Oddział w Krakowie

Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej na WN, SN, nN



10

TAURON DYSTRYBUCJA

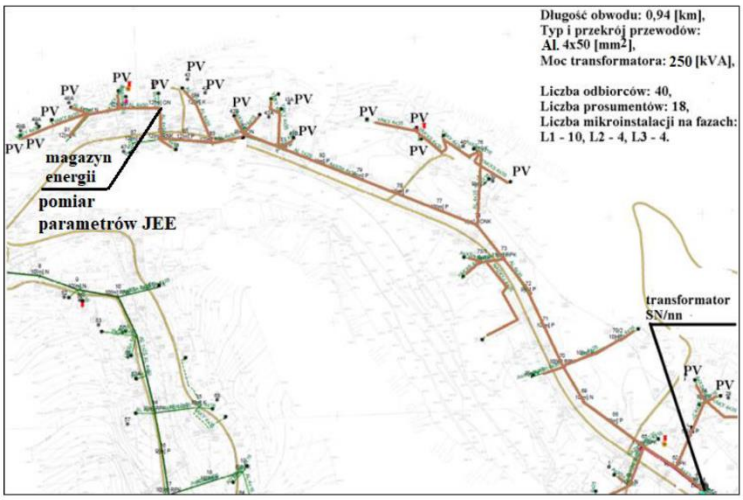
Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej

Analiza przypadku Sieć nN gm. Ochotnica

Przykładowa sieć nN w gminie Ochotnica w pełni opomiarowana z dużą liczbą mikroinstalacji

11

Przykładowy opomiarowany obwód niskiego napięcia zlokalizowany na terenie gminy Ochotnica



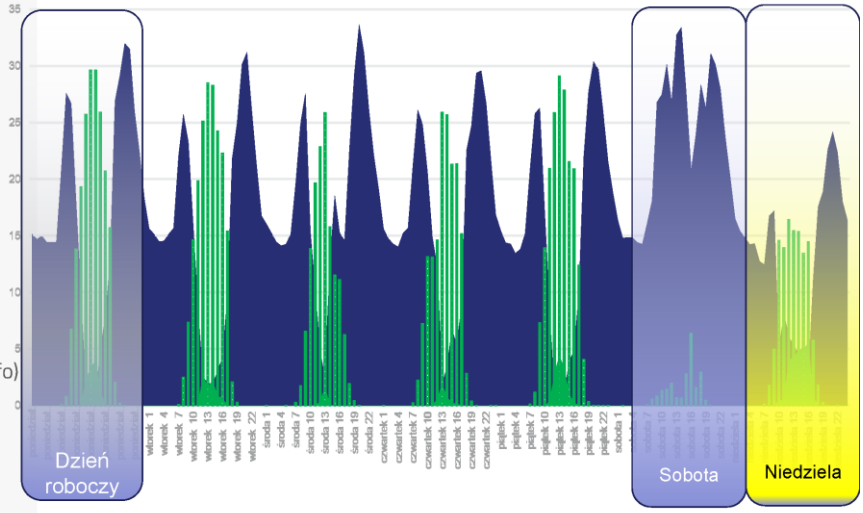
TAURON DYSTRYBUCJA

Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej

Analiza przypadku Sieć nN gm. Ochotnica

Pomiary :
1. pobór z SN do nN (trafo)
2. oddanie z nN do SN (trafo)
3. suma energii wprowadzonej do nN z mikroinstalacji

Tygodniowy bilans sieci nN w okresie generacji (lato)



TAURON DYSTRYBUCJA

Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej

Analiza przypadku Sieć nN gm. Ochotnica

Analiza bilansu w oparciu o dane on-line z przykładowej sieci nN

13

Różnica bilansowa przykładowej sieci nN z niewielką energią wprowadzaną z mikroinstalacji (grudzień 2021)

Energia wprowadzona do sieci	**38 075,7**
ENERGIA WPROWADZONA DO SIECI nN ZE STACJI 6710	37 256,4
ENERGIA WPROWADZONA DO SIECI nN Z MIKRO	805,6
ENERGIA WPROWADZONA DO SIECI nN POZOSTAŁE PPE	0,0
Energia oddana z sieci	**36 503,4**
ENERGIA ODDANA Z SIECI nN DO STACJI 6710	3,0
ENERGIA POBRANA Z SIECI nN PRZEZ MIKRO	8 591,9
ENERGIA POBRANA Z SIECI nN POZOSTAŁE PPE	27 908,5
Różnica bilansowa	**1 572,3**
Różnica bilansowa %	**4,13%**

TAURON DYSTRYBUCJA

Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej

Analiza przypadku Sieć nN gm. Ochotnica

Dołączenie magazynu sieciowego

14

W celu poprawy parametrów napięcia w pewnym obwodzie niskiego napięcia z dużą koncentracją 1-fazowych mikroinstalacji PV uruchomiano Projekt badawczy w ramach, którego przyłączono magazyn energii o następujących parametrach oraz właściwościach:

a. Moc czynna – 50 kW,
b. Pojemność baterii – 138 kWh,
c. Regulacja napięć fazowych,
d. Symetryzacja napięć fazowych.

TAURON DYSTRYBUCJA

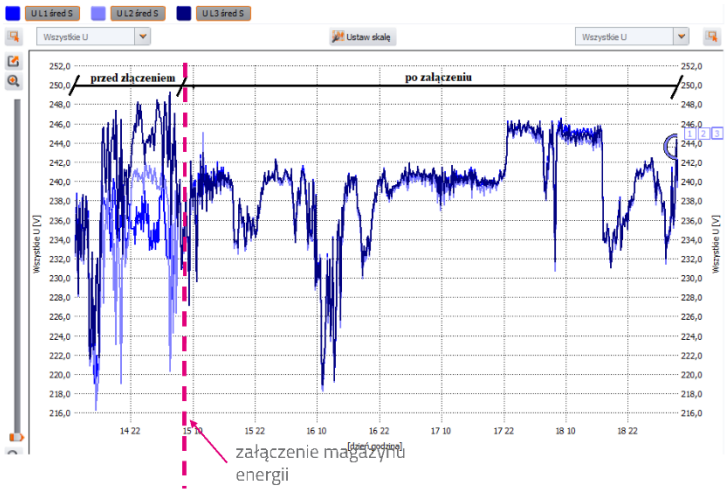
Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej

Analiza przypadku Sieć nN gm. Ochotnica

Dołączenie magazynu:
pozytywne efekty 1 – stabilizacja napięć i obniżenie napięć maksymalnych

15

Praca magazynu w sieci nN pozytywnie wpływa na stabilizację napięć fazowych i wartości maksymalnych



TAURON DYSTRYBUCJA

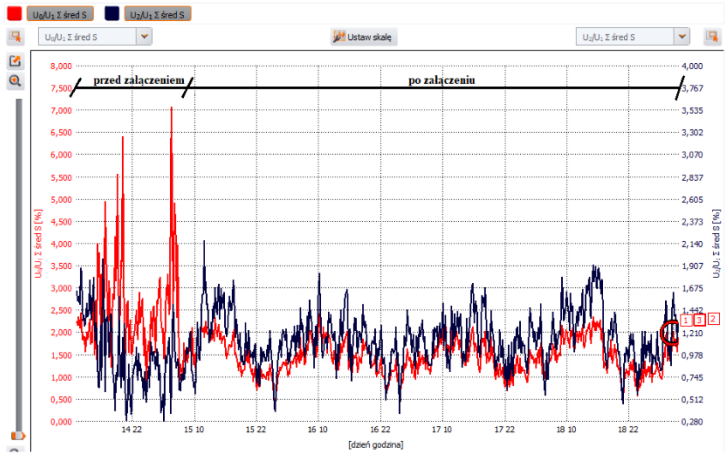
Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej

Analiza przypadku Sieć nN gm. Ochotnica

Dołączenie magazynu:
pozytywne efekty 2– redukcja asymetrii

16

Redukcja asymetrii napięć fazowych



TAURON DYSTRYBUCJA

Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej

Analiza przypadku Sieć nN gm. Ochotnica

Dołączenie magazynu:
procesy nieefektywne -1
technologiczne (pełne) ładowanie i rozładowanie ze wzgl. na trwałość magazynu (1 cykl/tyg.)

17

Cykl ładowania i rozładowania technologicznego magazynu (trwałość baterii)

DAY_DATE	USAGE	pobór 01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2022-07-18	**49,87**	0,02	0,006	0,	0,	0,	0,008	0,	1,879	2,763	2,891	5,151	4,393	5,181	7,445	5,862	2,932	0,237	0,715	1,051	2,072	2,105	1,746	1,923	1,49
2022-07-19	**57,039**	1,529	1,109	1,633	1,591	1,756	1,629	1,952	2,27	2,535	3,071	3,525	3,797	2,441	3,865	3,891	3,411	2,056	2,591	2,686	1,729	1,9	2,386	2,181	1,505
2022-07-20	**109,529**	1,46	1,437	1,608	1,226	1,761	2,015	2,063	2,072	2,185	3,838	3,287	3,148	3,345	4,774	1,896	1,194	1,679	1,43	**8,786**	**10,451**	**11,481**	**12,48**	**12,934**	**12,979**
2022-07-21	**89,669**	**12,935**	**12,912**	**12,929**	**11,22**	**6,398**	0,81	0,	0,171	1,734	1,174	3,39	3,234	4,08	5,118	6,036	3,202	0,39	1,008	0,	0,	0,	0,723	1,472	0,733
2022-07-22	**54,227**	0,664	1,042	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2,975	3,874	3,664	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1,758	2,156	1,569
2022-07-23	**47,516**	1,356	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1,635	1,877	2,484	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	2,117	2,018	1,547	1,242

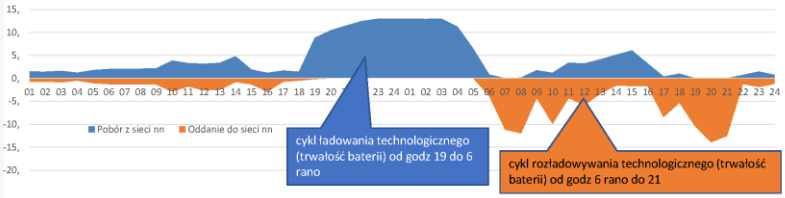
cykl ładowania technologicznego (trwałość baterii) od godz 19 do 6 rano

cykl ładowania technologicznego (trwałość baterii) od godz 19 do

DAY_DATE	USAGE	oddanie 01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
2022-07-18	**85,272**	5,921	6,018	6,376	5,824	6,587	6,688	9,974	3,594	1,884	1,738	1,987	3,207	1,47	0,047	1,066	2,302	7,048	2,975	5,098	1,308	1,317	0,953	1,155	0,735
2022-07-19	**32,633**	0,787	0,393	0,907	0,876	1,025	0,91	1,217	1,506	1,465	2,272	2,69	2,678	1,449	0,833	1,617	1,065	1,562	1,722	1,862	0,955	1,135	1,575	1,39	0,742
2022-07-20	**25,254**	0,716	0,713	0,873	0,501	1,034	1,274	1,328	1,319	1,343	2,882	1,791	2,59	2,497	0,766	1,324	2,867	0,753	0,503	0,18	0,	0,	0,	0,	0,
2022-07-21	**114,364**	0,	0,	0,	0,	0,	**3,824**	**11,146**	**11,966**	**4,272**	**9,868**	**4,283**	**5,803**	**3,355**	**1,57**	**1,682**	**1,701**	**8,408**	**5,275**	**10,479**	**13,883**	**12,534**	1,227	1,896	1,192
2022-07-22	**38,115**	1,114	1,538	1,491	1,307	1,078	1,637	1,43	0,939	1,529	2,319	2,845	2,627	3,049	1,98	[illegible]	[illegible]	1,14	1,444	1,537	1,168	1,044	0,874	1,255	0,706
2022-07-23	**25,493**	0,494	0,436	0,473	0,67	1,003	0,496	0,786	1,327	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	1,545	1,248	1,15	0,7	0,408

cykl rozładowywania technologicznego (trwałość baterii) od godz 19 do 6 rano

Cykl ładowania i rozładowania technologicznego



TAURON DYSTRYBUCJA

Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej

Analiza przypadku Sieć nN gm. Ochotnica

Dołączenie magazynu:
procesy nieefektywne - 2
potrzeby własne magazynu (różnica bilansowa) wynikające z pracy inwerterów, strat w bateriach, poboru automatyki sterującej i zabezp., pracy klimatyzacji

18

Pozytywne skutki pracy magazynu sieciowego są okupione wzrostem różnicy bilansowej. Poniżej energia czynna pobrana i oddana do sieci nN przez magazyn w cyklu tygodniowym 18.07 (poniedziałek)- 22.07 (niedziela) oraz RB

DAY_DATE	USAGE	ENERGIA POBRAN Z SIECI nN 01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
2022-07-18 pn	**49,87**	0,02	0,006	0,	0,	0,	0,008	0,	1,879	2,763	2,891	5,151	4,393	5,181	7,445	5,862	2,932	0,237	0,715	1,051	2,072	2,105	1,746	1,923	1,49	49,87
2022-07-19 wt	**57,039**	1,529	1,109	1,633	1,591	1,756	1,629	1,952	2,27	2,535	3,071	3,525	3,797	2,441	3,865	3,891	3,411	2,056	2,591	2,686	1,729	1,9	2,386	2,181	1,505	57,04
2022-07-20 śr	**109,529**	1,46	1,437	1,608	1,226	1,761	2,015	2,063	2,072	2,185	3,838	3,287	3,148	3,345	4,774	1,896	1,194	1,679	1,43	8,786	10,451	11,481	12,48	12,934	12,979	109,53
2022-07-21 cz	**89,669**	12,935	12,912	12,929	11,22	6,398	0,81	0,	0,171	1,734	1,174	3,39	3,234	4,08	5,118	6,036	3,202	0,39	1,008	0,	0,	0,	0,723	1,472	0,733	89,67
2022-07-22 pt	**54,227**	0,664	1,042	0,991	0,786	1,838	2,483	2,282	1,834	2,769	2,975	3,874	3,664	4,014	3,309	3,805	2,003	1,729	2,313	2,411	2,051	1,907	1,758	2,156	1,569	54,23
2022-07-23 sb	**47,516**	1,356	1,292	1,325	1,514	1,862	1,335	1,632	2,233	2,25	1,635	1,877	2,484	2,397	3,05	3,06	2,952	1,95	1,953	1,992	2,443	2,117	2,018	1,547	1,242	47,52
																										407,85

DAY_DATE	USAGE	ENERGIA ODDANA DO SIECI nN 01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
2022-07-18 pn	**85,272**	5,921	6,018	6,376	5,824	6,587	6,688	9,974	3,594	1,884	1,738	1,987	3,207	1,47	0,047	1,066	2,302	7,048	2,975	5,098	1,308	1,317	0,953	1,155	0,735	85,27
2022-07-19 wt	**32,633**	0,787	0,393	0,907	0,876	1,025	0,91	1,217	1,506	1,465	2,272	2,69	2,678	1,449	0,833	1,617	1,065	1,562	1,722	1,862	0,955	1,135	1,575	1,39	0,742	32,63
2022-07-20 śr	**25,254**	0,716	0,713	0,873	0,501	1,034	1,274	1,328	1,319	1,343	2,882	1,791	2,59	2,497	0,766	1,324	2,867	0,753	0,503	0,18	0,	0,	0,	0,	0,	25,25
2022-07-21 cz	**114,364**	0,	0,	0,	0,	0,	3,824	11,146	11,966	4,272	9,868	4,283	5,803	3,355	1,57	1,682	1,701	8,408	5,275	10,479	13,883	12,534	1,227	1,896	1,192	114,36
2022-07-22 pt	**38,115**	1,114	1,538	1,491	1,307	1,078	1,637	1,43	0,939	1,529	2,319	2,845	2,627	3,049	1,98	2,306	1,758	1,14	1,444	1,537	1,168	1,044	0,874	1,255	0,706	38,12
2022-07-23 sb	**25,493**	0,494	0,436	0,473	0,67	1,003	0,496	0,786	1,327	1,266	0,634	0,941	1,364	1,295	1,912	1,591	2,351	1,221	1,059	1,123	1,545	1,248	1,15	0,7	0,408	25,49
																										321,13

RB [kWh] **86,72**

RB [%] **21,26%**

RB w cyklu tygodniowym (lato) **86,72**- [kWh] **21,26%**

TAURON DYSTRYBUCJA

Przepływy energii wpływające na zmiany różnicy bilansowej

Analiza przypadku Sieć nN gm. Ochotnica

Miesięczne wartości RB w okresach z dużą generacją mikroinstalacji:
1. bez pracy magazynu
2. z magazynem (jako „obcym”; wzrost autokonsumpcji/akumulacji w sieci+symetryzacja+stabilizacja) –

** RB z wykazaniem p.wł. magazynu*

19

1. Różnica bilansowa sieci nN przed załączeniem magazynu czerwiec 2022

	czerwiec razem
Energia wprowadzona do sieci przed przyłączeniem magazynu	32 237,3
ENERGIA WPROWADZONA DO SIECI nN ZE STACJI 6710	24 011,5
ENERGIA WPROWADZONA DO SIECI nN Z MIKRO	8 223,5
ENERGIA WPROWADZONA DO SIECI nN POZOSTAŁE PPE	0,0
Energia oddana z sieci przed przyłączeniem magazynu	31 410,6
ENERGIA ODDANA Z SIECI nN DO STACJI 6710	695,1
ENERGIA POBRANA Z SIECI nN PRZEZ MIKRO	5 883,8
ENERGIA POBRANA Z SIECI nN POZOSTAŁE PPE	24 831,7
Różnica bilansowa w kWh przed przyłączeniem magazynu	826,6
Różnica bilansowa % przed przyłączeniem magazynu	2,56%

2. Różnica bilansowa sieci nN po załączeniu magazynu sierpień 2022

	sierpień razem
Energia wprowadzona do sieci (z magazynem jako "obcym")	34 772,1
Energia wprowadzona do sieci (z magazynem "własnym"- bez wliczania magazynu)	33 672,6
ENERGIA WPROWADZONA DO SIECI nN ZE STACJI 6710	25 583,0
ENERGIA WPROWADZONA DO SIECI nN Z MIKRO	8 089,6
ENERGIA WPROWADZONA DO SIECI nN POZOSTAŁE PPE	0,0
ENERGIA WPROWADZONA DO SIECI Z MAGAZYNU	1 099,5
Energia oddana z sieci (z magazynem jako "obcym")	33919,0
Energia oddana z sieci (z magazynem "własnym"-- bez wliczania magazynu) *	32 145,0
ENERGIA ODDANA Z SIECI nN DO STACJI 6710	497,4
ENERGIA POBRANA Z SIECI nN PRZEZ MIKRO	6 219,4
ENERGIA POBRANA Z SIECI nN POZOSTAŁE PPE	25 428,1
ENERGIA POBRANA Z SIECI DO MAGAZYNU	1 774,0
Różnica bilansowa (z magazynem jako "obcym") w kWh	853,1
Różnica bilansowa (z magazynem "własnym") w kWh*	1 527,6
Różnica bilansowa % (z magazynem jako "obcym")	2,45%
Różnica bilansowa % (z magazynem "własnym")*	4,54%

TAURON DYSTRYBUCJA

Wnioski

1. Różnica bilansowa w sieciach nN z mikroinstalacjami

- do pewnego poziomu energii wprowadzonej z mikroinstalacji w stosunku do energii pobrane z sieci nN **RB maleje**,
- zbyt duża ilość energii wprowadzonej do sieci przez prosumentów wynikająca z przewymiarowania mocy i dużej ilości mikroinstalacji oraz niskiej autokonsumpcji (w okresach) generacji powoduje występowanie nadwyżki która jest oddawana do sieci SN, a w skrajnych przypadkach po zbilansowaniu na poziomie SN jest transferowana do sieci WN. Zjawiska te powodują **wzrost RB** powyżej pewnego progu energii wprowadzonej do nN.

2. Różnica bilansowa w sieciach nN z mikroinstalacjami po dołączeniu magazynów

- dołączenie magazynów do pracujących mikroinstalacji powoduje wzrost autokonsumpcji skutkującej brakiem zbędnych przepływów w sieci nN i oddawania nadwyżek do SN a w konsekwencji **obniżenie RB**,
- dołączanie do sieci nN magazynów będących własnością OSD skutkuje korzystną poprawą paramentów jakościowych (symetryzacja, obniżenie napięć) oraz poprawą rozpływów w sieci. Jednocześnie energia pobrana na potrzeby własne magazynu skutkuje **wzrostem RB**.

20

Dziękujemy za uwagę

TAURON DYSTRYBUCJA