

Konferencja PTPIREE p.t.
„Szacowanie i prognozowanie
w sieciach elektroenergetycznych
Warszawa, 22 – 23 kwietnia 2026 r.

Elżbieta Niewiedział, Ryszard Niewiedział
Jarosław Tomczykowski

Oddział Poznański Stowarzyszenia Elektryków Polskich
Polskie Towarzystwo Przesyłu i Rozdziału Energii Elektrycznej

ANALIZA STRAT ENERGII ELEKTRYCZNEJ W KRAJOWYM SYSTEMIE ELEKTROENERGETYCZNYM

22 – 23 kwietnia 2026 r.



Wprowadzenie

Autorzy referatu od wielu lat prowadzą analizę statystyczną strat energii elektrycznej w Krajowym Systemie Elektroenergetycznym (KSE).

Rezultaty analiz, przeprowadzonych na podstawie danych zawartych w rocznikach Agencji Rynku Energii „Statystyka Elektroenergetyki Polskiej” przedstawiono dla wcześniejszych okresów w:

1/ Autorskich rozdziałach monografii:

Analiza strat energii elektrycznej w sektorze dystrybucji.

W: Ograniczanie strat energii elektrycznej w elektroenergetycznych sieciach rozdzielczych. Wyd. PTPIREE, Poznań 2002, s. 147÷178.

Analiza strat energii elektrycznej w sektorze dystrybucji.

W: Straty energii elektrycznej w sieciach dystrybucyjnych. Wyd. PTPIREE, Poznań 2009, s. 51÷70.



Wprowadzenie

- 2/ W referatach prezentowanych na kolejnych konferencjach dotyczących strat energii elektrycznej w sieciach elektroenergetycznych organizowanych przez PTPIREE:
- I Konferencja w Poznaniu w dniach 17-18 maja 1999 r.
 - X Konferencja w Wiśle w dniach 29-30 marca 2023 r.
- 3/ W licznych artykułach w czasopismach branżowych:
Wiadomości Elektrotechniczne, Energetyka, elektro.info,
INPE, Energia Elektryczna, Zeszyty Naukowe Politechniki
Poznańskiej – Seria Elektryka

Ustawa o efektywności energetycznej



Dyrektywa Parlamentu Europejskiego 2012/27/UE
w sprawie efektywności energetycznej

Efektywność energetyczna

to wykorzystanie mniejszej ilości energii do wykonania tej samej pracy, wytworzenia produktu lub zapewnienia usługi (np. przesył energii), przy jednoczesnym zachowaniu komfortu i jakości.

Optymalizacja zużycia energii w budynkach, przemyśle i urządzeniach w celu redukcji kosztów i wpływu na środowisko

Wytyczne Rady Europejskiej - Strategia rozwoju niskoemisyjnego

Plan działania w zakresie energii do 2050 roku
zapewniającej ramy:

długoterminowych działań w sektorze energetycznym,
bezpieczeństwo dostaw energii, redukcji emisji,
i konkurencyjności gospodarki.

Analiza strat energii elektrycznej w Krajowym Systemie Energetycznym

Analizę strat energii elektrycznej przeprowadzono na podstawie danych statystycznych z okresu od roku 2002 do roku 2024

Badanie poziomu strat energii elektrycznej wykonano w odniesieniu do ilości energii E_{wp} wprowadzonej do sieci:

- o napięciu 400 i 220 kV
- o napięciu 110 kV
- średniego napięcia
- niskiego napięcia

Analiza strat energii elektrycznej w KSE

Zakres analizy

Procentowy wskaźnik strat i różnic bilansowych $\Delta E_{\%}$ czyli stosunek strat i różnic bilansowych do energii wprowadzonej do sieci na danym poziomie napięcia

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

gdzie:

ΔE – straty i różnice bilansowe w sieci na danym poziomie napięcia;

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

Wskaźniki określające zmiany analizowanych wielkości w latach 2002 – 2024

Średnioroczne zmiany α wielkości X w okresach ΔT
2019-2002 / 2024-2002 / 2024-2019 / 2024-2023

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

Względne wartości wielkości X odniesione do roku 2002

$$w_{1k} = \frac{E_{wp_k}}{E_{wp_2002}}$$

$$w_{2k} = \frac{\Delta E_k}{\Delta E_{2002}}$$

$$w_{3k} = \frac{\Delta E_{\%_k}}{\Delta E_{\%_2002}}$$



Dane statystyczne

*Dla oceny poziomu strat energii
w polskim systemie elektroenergetycznym
wykorzystano dane statystyczne zawarte w rocznikach
Statystyka Elektroenergetyki Polskiej*

*W tabelach 1 – 4 zestawiono dla wybranych lat
z okresu 2002 – 2024:*

- wartości energii wprowadzonej E_{wp}
- straty i różnice bilansowe energii elektrycznej ΔE
- procentowy wskaźnik strat energii elektrycznej $\Delta E_{\%}$

oddzielnie dla poszczególnych poziomów napięć

Tabela 1. Dane statystyczne
dla sieci 400 i 220 kV

Rok	E_{wp} [GWh]	ΔE [GWh]	$\Delta E_{\%}$	W_1	W_2	W_3
2002	79 866	1 514	1,90	1,00	1,00	1,00
2019	107 216	1 476	1,38	1,34	0,97	0,73
2020	104 197	1 458	1,40	1,30	0,96	0,74
2021	116 866	1 713	1,47	1,46	1,13	0,77
2022	117 318	1 835	1,56	1,47	1,21	0,83
2023	102 147	1 624	1,59	1,28	1,07	0,84
2024	103 950	1 696	1,63	1,30	1,12	0,86

Tabela 2. Dane statystyczne dla sieci 110 kV

Rok	E_{wp} [GWh]	ΔE [GWh]	$\Delta E_{\%}$	W_1	W_2	W_3
2002	115 522	2 865	2,48	1,00	1,00	1,00
2019	138 828	1 813	1,31	1,20	0,63	0,53
2020	135 587	1 821	1,34	1,17	0,64	0,54
2021	142 188	1 854	1,30	1,23	0,65	0,53
2022	135 853	1 774	1,31	1,18	0,62	0,53
2023	130 415	1 731	1,33	1,13	0,60	0,54
2024	130 911	1 810	1,38	1,13	0,63	0,56

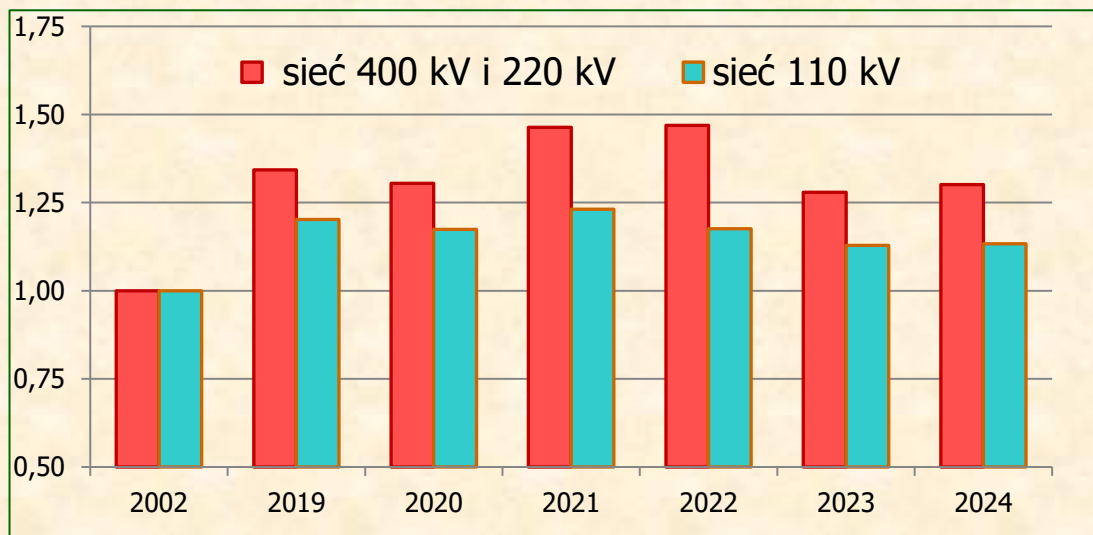
Tabela 3. Dane statystyczne
dla sieci średniego napięcia

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
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
2022	113 981	2 403	2,11	1,33	0,64	0,48
2023	111 400	2 374	2,13	1,30	0,63	0,49
2024	112 478	2 109	1,87	1,31	0,56	0,43

Tabela 4. Dane statystyczne dla sieci niskiego napięcia

Rok	E_{wp} [GWh]	ΔE [GWh]	$\Delta E_{\%}$	W_1	W_2	W_3
2002	51 896	6 195	11,94	1,00	1,00	1,00
2019	58 963	2 396	4,06	1,14	0,39	0,34
2020	59 166	2 868	4,85	1,14	0,46	0,41
2021	61 494	2 608	4,24	1,18	0,42	0,36
2022	60 491	2 223	3,67	1,17	0,36	0,31
2023	59 869	2 141	3,58	1,15	0,35	0,30
2024	60 457	1 423	2,35	1,16	0,23	0,20

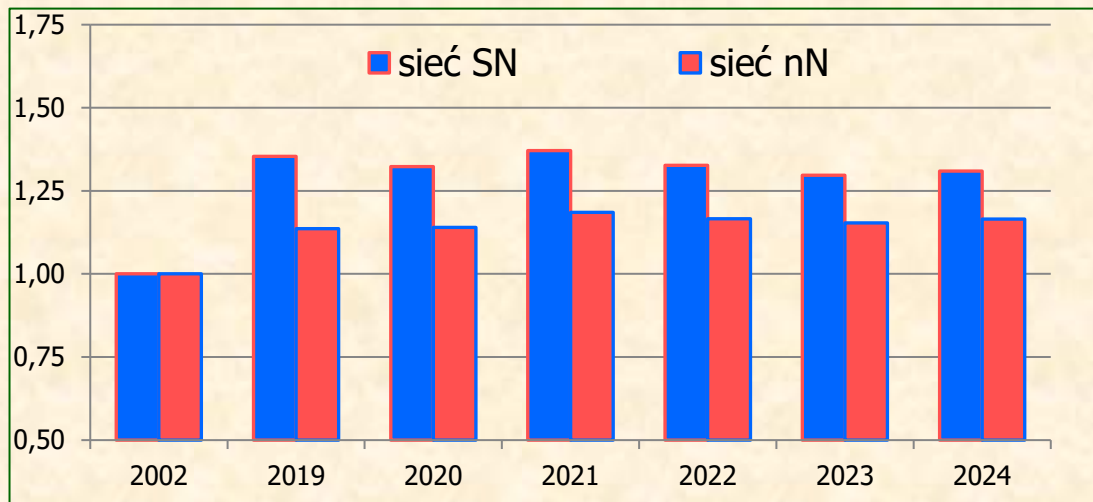
Średnioroczne wartości wskaźnika W1 względnych zmian energii wprowadzonej do sieci analizowanych poziomów napięć



Wartości wskaźnika

W1

dla sieci
400 i 220 kV
oraz
110 kV

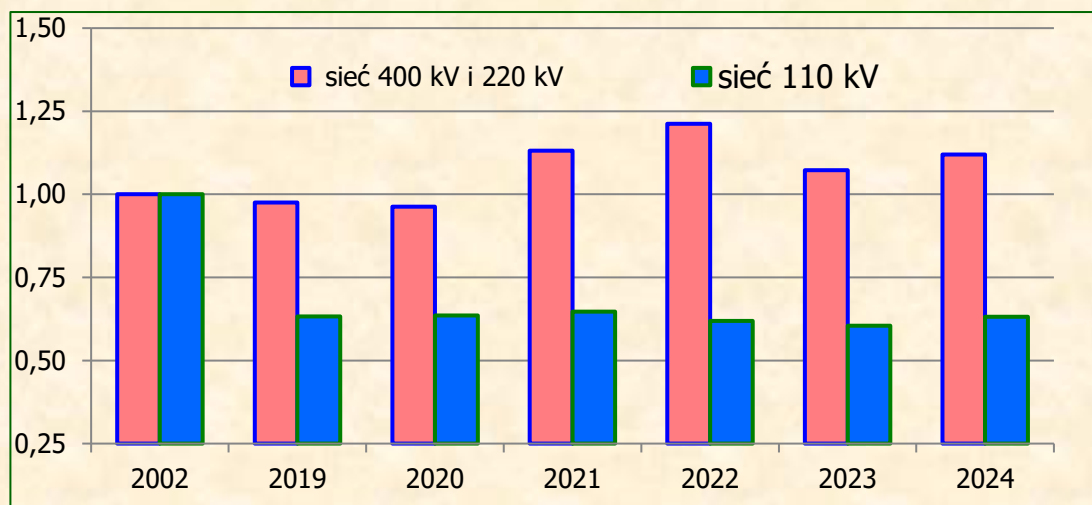


Wartości wskaźnika

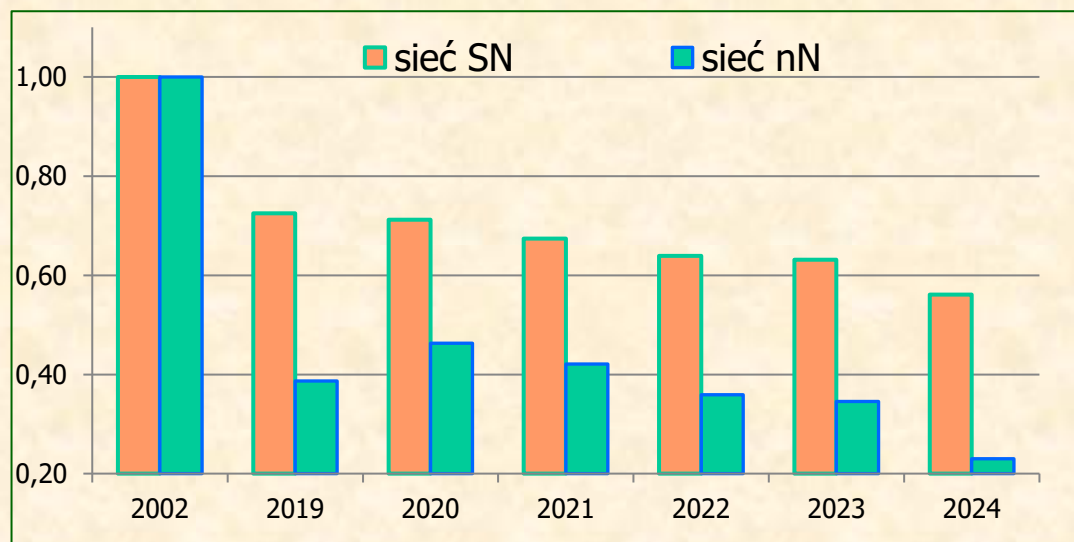
W1

dla sieci
średniego i niskiego
napięcia

Średnioroczne wartości wskaźnika W2 zmian poziomu strat energii w sieciach w analizowanych przedziałach lat



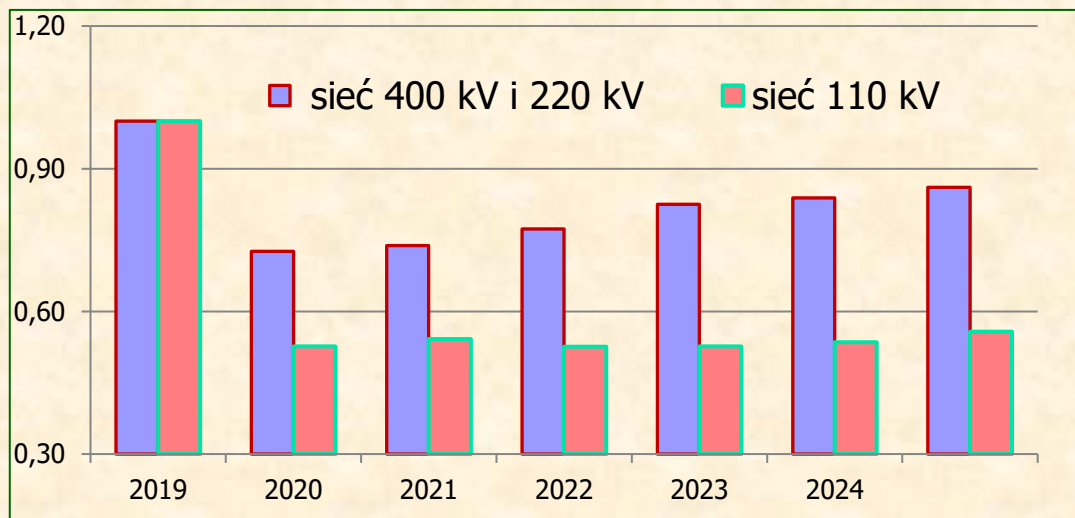
Wartości wskaźnika
W2
dla sieci
400 i 220 kV
oraz 110 kV



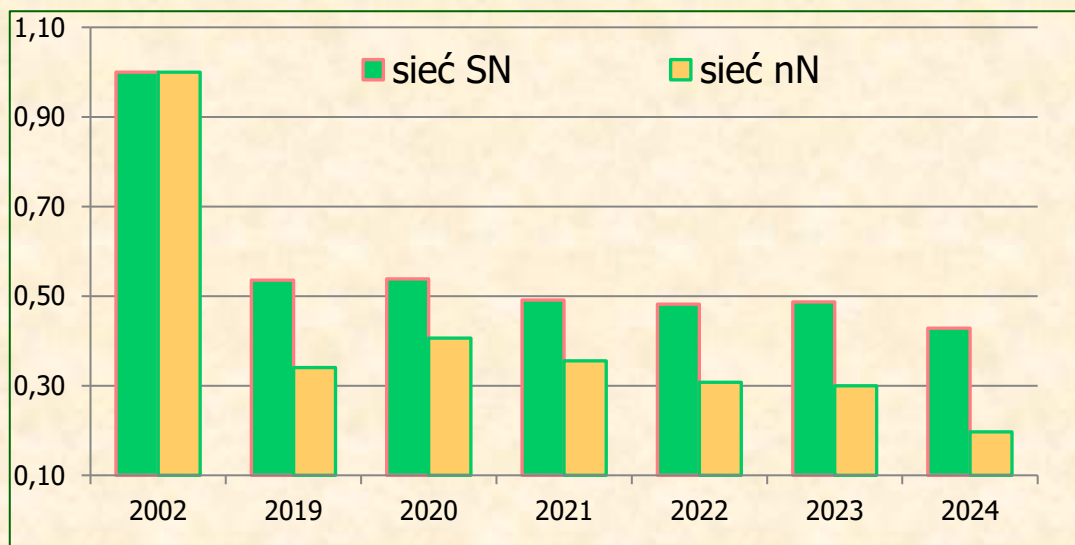
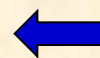
Wartości
wskaźnika
W2
dla sieci
średniego i niskiego
napięcia



Średnioroczne wartości wskaźnika W3 zmian poziomu strat energii w sieciach w analizowanych przedziałach lat



Wartości wskaźnika **W3** dla sieci 400 i 220 kV oraz 110 kV



Wartości wskaźnika **W3** dla sieci średniego i niskiego napięcia



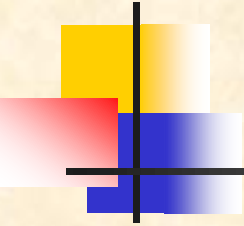
Średnioroczne zmiany α [%]

- Energii wprowadzonej do sieci 400 i 220 kV oraz 110 kV
- Strat energii i różnic bilansowych ΔE
- Procentowego wskaźnika strat energii $\Delta E_{\%}$ -

Przedział czasu	Średnioroczne zmiany α [%]					
	Sieć 400 i 220 kV			Sieć 110 kV		
	E_{wp}	ΔE	$\Delta E_{\%}$	E_{wp}	ΔE	$\Delta E_{\%}$
2019/2002	1,75	- 0,15	- 1,86	1,09	- 2,66	- 3,68
2024/2002	1,21	0,52	- 0,69	0,57	- 2,07	- 2,63
2024/2019	- 0,62	2,82	3,39	- 1,17	- 0,03	1,05
2024/2023	1,77	4,43	2,52	0,38	4,56	3,76
2023/2022	- 12,9	- 11,5	1,92	- 4,00	- 2,42	1,64

Średnioroczne zmiany α [%]

- Energii wprowadzonej do sieci SN i nN
- Strat energii i różnic bilansowych ΔE
- Procentowego wskaźnika strat energii $\Delta E_{\%}$



Przedział czasu	Średnioroczne zmiany α [%]					
	Sieć SN			Sieć nN		
	E_{wp}	ΔE	$\Delta E_{\%}$	E_{wp}	ΔE	$\Delta E_{\%}$
2019/2002	1,80	- 1,87	- 3,62	0,75	- 5,43	- 6,15
2024/2002	1,23	- 2,59	- 3,79	0,70	- 6,47	- 7,12
2024/2019	- 0,66	- 5,00	- 4,39	0,50	- 9,90	- 10,4
2024/2023	0,97	- 11,2	- 12,2	0,98	- 33,5	- 34,4
2023/2022	- 2,26	- 1,21	1,08	- 1,03	- 3,59	- 2,69



Analiza danych statystycznych z lat 2002 - 2024

Dla sieci wszystkich poziomów napięć występuje stała tendencja wzrostu ilości energii elektrycznej E_{wp} wprowadzanej do danej sieci.

Dla sieci 110 kV i sieci nN przyrosty te są na poziomie 1%, a dla pozostałych sieci na poziomie powyżej 1

Podobnie dla sieci wszystkich poziomów napięć występuje stała tendencja spadku wartości procentowego wskaźnika strat i różnic bilansowych $\Delta E_{\%}$

- dla sieci 400 i 220 kV wartość $\Delta E_{\%}$ maleje rocznie poniżej 1%
- dla sieci 110 kV i SN wartość $\Delta E_{\%}$ maleje na poziomie 3%/rok,
- dla sieci nN – na poziomie 7%/rok.



Analiza danych statystycznych dla lat 2002 - 2024

*Zbadano również charakter zmian
średniorocznych wartości α
analizowanych wielkości w ostatnich analizowanych
latach 2019 ÷ 2024 (rok 2019 był ostatnim rokiem przed
pandemią).*

*Zmiany wykazują dużą dynamikę, szczególnie w
porównaniu do uśrednionych wskaźników z całego
dwudziestolecia 2002 ÷ 2024.*

*Na kolejnych slajdach przedstawiono
stosowną analizę*



Analiza danych statystycznych dla lat 2024 - 2002

Sieci 400 i 220 kV

dla energii wprowadzonej E_{wp}

$$a_{2024-2019} = -0,62\%$$

$$a_{2024-2023} = 1,77\%$$

$$a_{2023-2022} = -12,9\%$$

dla procentowego wskaźnika strat $\Delta E_{\%}$

$$a_{2024-2019} = 3,39\%$$

$$a_{2024-2023} = 2,52\%$$

$$a_{2023-2022} = 1,92\%$$



Analiza danych statystycznych dla lat 2024 - 2002

Sieci 110 kV

dla energii wprowadzonej E_{wp}

$$a_{2024-2019} = -1,17\%$$

$$a_{2024-2023} = 0,38\%$$

$$a_{2023-2022} = -4,00\%$$

dla procentowego wskaźnika strat $\Delta E_{\%}$

$$a_{2024-2019} = 1,05\%$$

$$a_{2024-2023} = 3,76\%$$

$$a_{2023-2022} = 1,64\%$$

Analiza danych statystycznych dla lat 2024 - 2002

Sieci SN

dla energii wprowadzonej E_{wp}

$$a_{2024-2019} = - 0,66\%$$

$$a_{2024-2023} = 0,97\%$$

$$a_{2023-2022} = - 2,26\%$$

dla procentowego wskaźnika strat $\Delta E_{\%}$

$$a_{2024-2019} = - 4,39\%$$

$$a_{2024-2023} = - 12,2\%$$

$$a_{2023-2022} = 1,08 \%$$

Analiza danych statystycznych dla lat 2024 - 2002

Sieci nN

dla energii wprowadzonej E_{wp}

$$a_{2024-2019} = 0,50\%$$

$$a_{2024-2023} = 0,98\%$$

$$a_{2023-2022} = -1,03\%$$

Dla procentowego wskaźnika strat $\Delta E_{\%}$

$$a_{2024-2019} = -10,4\%$$

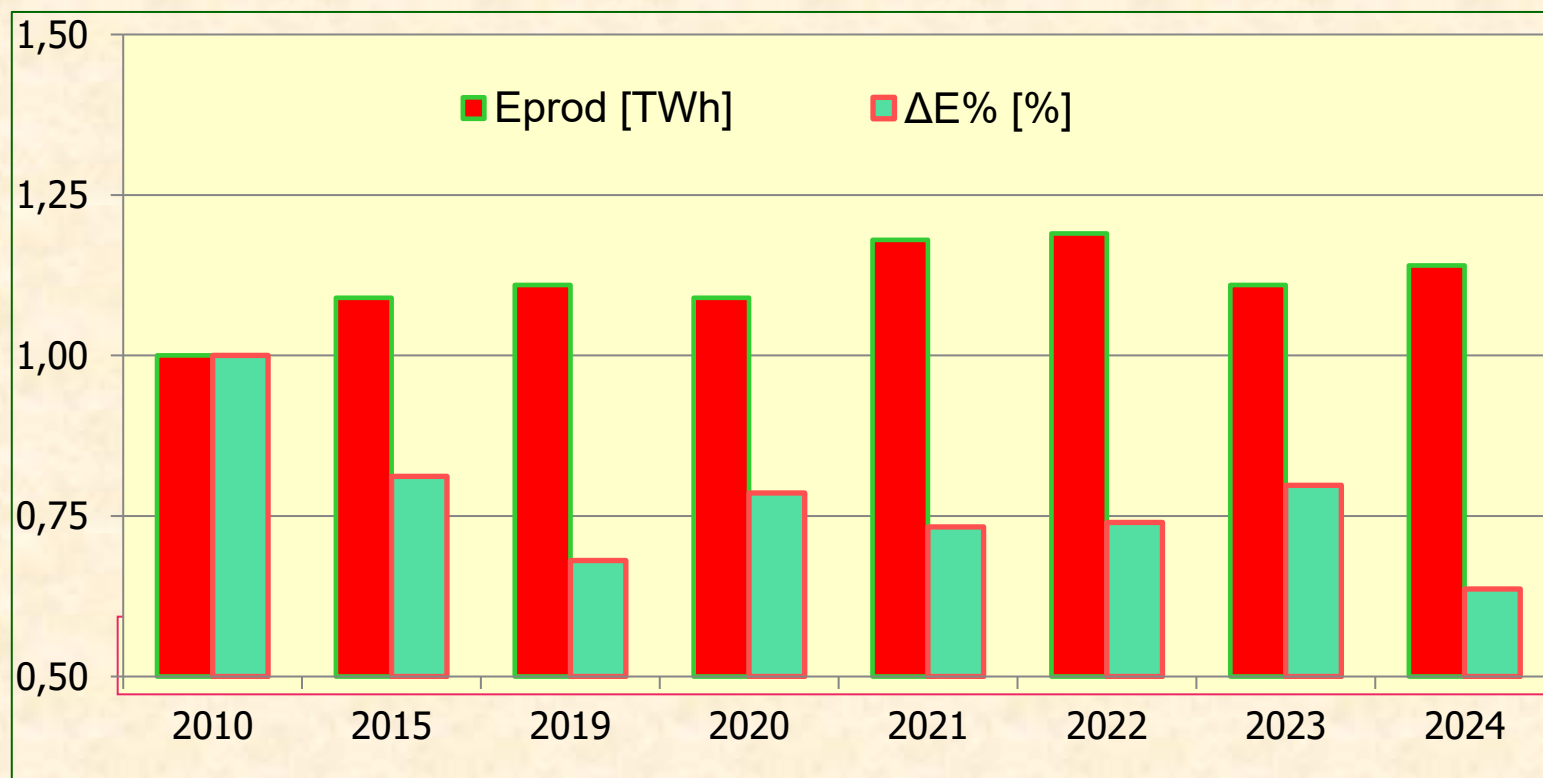
$$a_{2024-2023} = -34,4\%$$

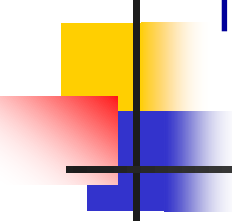
$$a_{2023-2022} = -2,69\%$$

Produkcja energii E_{prod} w polskich elektrowniach oraz bezwzględne ΔE i procentowe $\Delta E_{\%}$ straty energii w odniesieniu do E_{prod} w latach 2010 ÷ 2024

Rok	Jednostka	2010	2015	2019	2020	2021	2022	2023	2024
E_{prod}	TWh	164,0	179,4	181,9	178,7	194,3	195,0	182,4	187,6
ΔE	TWh	11,85	10,53	8,95	10,14	10,29	10,43	10,52	8,63
$\Delta E_{\%}$	%	7,23	5,87	4,92	5,68	5,30	5,35	5,77	4,60
w_6	---	1,00	1,09	1,11	1,09	1,18	1,19	1,11	1,14
w_7	---	1,00	0,89	0,76	0,86	0,87	0,88	0,89	0,73
w_8	---	1,00	0,81	0,68	0,79	0,73	0,74	0,80	0,64
w_6 - w_7 - w_8 - stosunek wielkości w danym roku do analogicznej w roku 2010									

Produkcja energii E_{prod} w polskich elektrowniach
oraz procentowe straty energii $\Delta E_{\%}$
w odniesieniu do E_{prod} w latach 2010 ÷ 2024





Produkcja E_{prod} w polskich elektrowniach
i straty w polskich sieciach elektroenergetycznych
w latach 2010 ÷ 2024

Wnioski

Łączne straty i różnice bilansowe energii ΔE i $\Delta E_{\%}$
w ciągu 14-tu lat zmalały o 27%
przy wzroście produkcji energii E_{prod} na poziomie 14%

Nieco większe wartości zmian widać
w procentowym wskaźniku strat $\Delta E_{\%}$,
który zmalał w tym samym czasie o 36%
(średniorocznie o 3,1%)



Produkcja E_{prod} w polskich elektrowniach
i straty w polskich sieciach elektroenergetycznych
w latach 2010 ÷ 2024 $\Delta E_{\%}$

Należy zauważyć, że:

wszystkie wartości analizowanych wielkości
w przedziale ostatnich 5-ciu lat (2019 ÷ 2024)
podlegają losowym fluktuacjom (brak określonego trendu).

Ogólny wniosek

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



DZIĘKUJĘ BARDZO ZA UWAGĘ

22 – 23 kwietnia 2026 r.