

*Elżbieta Niewiedział  
Ryszard Niewiedział  
Wyższa Szkoła Kadr Menedżerskich w Koninie*

ANALIZA STATYSTYCZNA  
STRAT ENERGII ELEKTRYCZNEJ  
W KRAJOWYM SYSTEMIE  
ELEKTROENERGETYCZNYM  
W OSTATNIM PIĘTNASTOLECIU

Protokół z Kioto  
do Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych  
w sprawie zmian klimatu,  
sporządzony w Kioto dnia 11 grudnia 1997 r.  
w artykule 2 podaje:

„Każda Strona, realizując swoje zobowiązania do ilościowo określonego ograniczenia i redukcji emisji, w celu wspierania zrównoważonego rozwoju wdroży lub będzie rozwijać kierunki polityki i środki właściwe dla warunków krajowych, takie jak poprawa efektywności energetycznej w odpowiednich sektorach gospodarki krajowej.”

Ustawa z dnia 15 kwietnia 2011 r. o efektywności energetycznej w rozdziale 1 Art. 1. określa:

- 1) krajowy cel w zakresie oszczędnego gospodarowania energią;
- 2) zadania jednostek sektora publicznego w zakresie efektywności energetycznej;

a w Art. 17. podaje:

Poprawie efektywności energetycznej służą w szczególności wymienione rodzaje przedsięwzięć, w tym ograniczenie:

- a) przepływów mocy biernej
- b) strat sieciowych w ciągach liniowych,
- c) strat w transformatorach.

Podstawowa wielkość w analizie strat energii



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

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

gdzie:

$\Delta E$  – straty i różnice bilansowe w sieci na danym poziomie napięcia;

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

Wskaźniki określające zmiany  
strat energii i różnic bilansowych  
w analizowanym przedziale czasu 2000 - 2014

$$w_1 = \frac{E_{wp\_k}}{E_{wp\_2000}}$$

$$w_2 = \frac{\Delta E_k}{\Delta E_{2000}}$$

$$w_3 = \frac{\Delta E_{\%_k}}{\Delta E_{\%_{2000}}}$$

gdzie:

$\Delta E_{wp\_k}$  - energia wprowadzona do sieci na danym poziomie napięcia w  $k$ -tym roku

$\Delta E_k$  - straty i różnice bilansowe w  $k$ -tym roku

$\Delta E_{\%_k}$  - procentowe straty i różnice bilansowe w  $k$ -tym roku

Rok 2002 – rok odniesienia dla wskaźników oznaczonych symbolami „ $w'_1$ ”, „ $w'_2$ ” i „ $w'_3$ ” wyznaczanych indywidualnie dla sieci średniego i niskiego napięcia

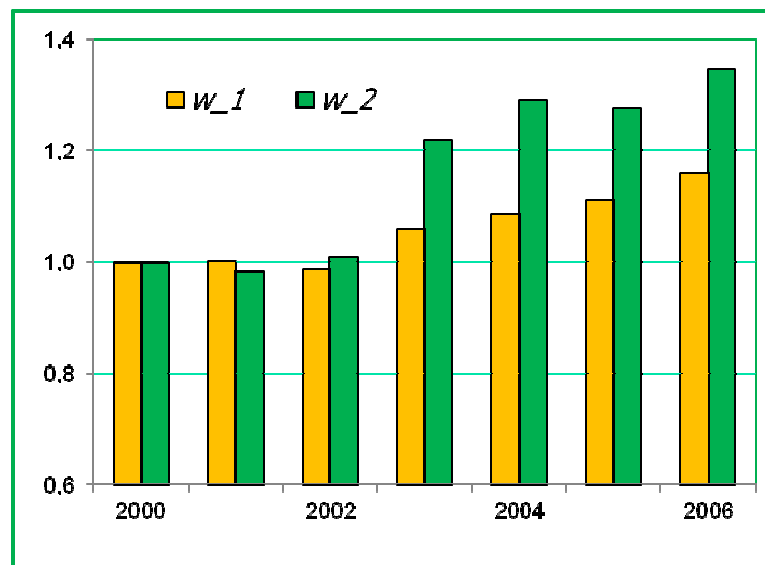
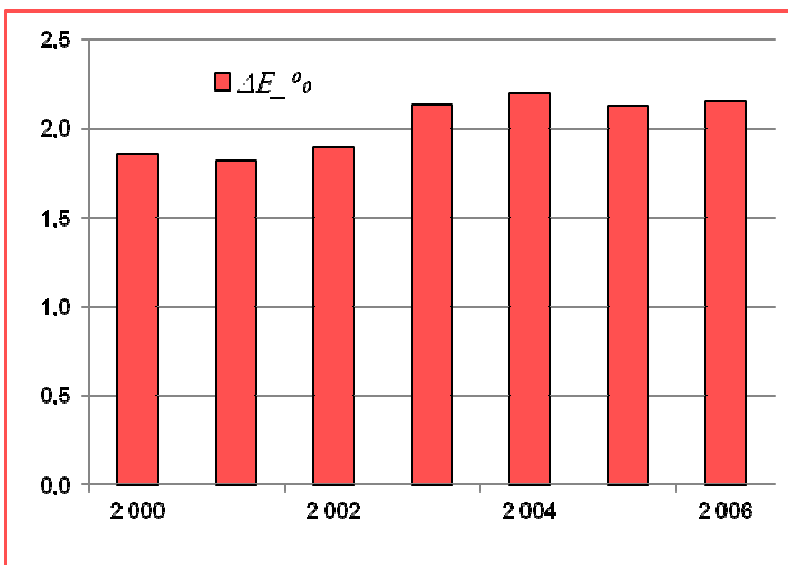
Straty i różnice bilansowe energii elektrycznej w [GWh;%]  
dla sieci NN

Rok	$E_{wp}$	$\Delta E$	$\Delta E_{\%}$	$w_1$	$w_2$	$w_3$
2000	80928	1499	1,85	1,00	1,00	1,00
2003	85694	1828	2,13	1,06	1,22	1,15
2006	93906	2020	2,15	1,16	1,35	1,16
2007	92207	1823	1,98	1,14	1,22	1,07
2010	93375	1747	1,87	1,15	1,17	1,01
2014	102970	1693	1,64	1,27	1,13	0,89

## SIECI NAJWYŻSZYCH NAPIĘĆ

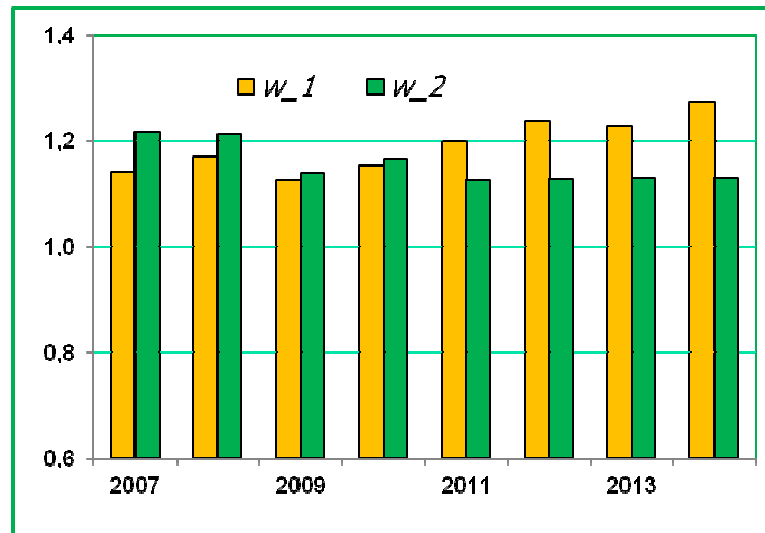
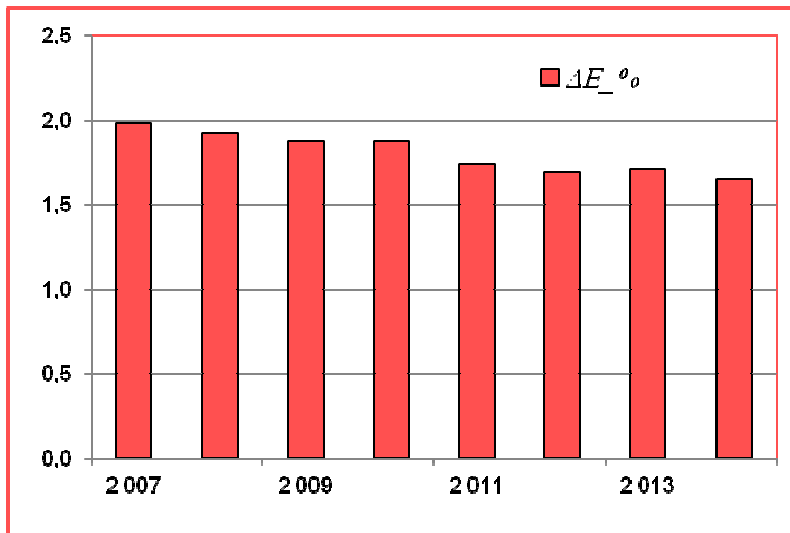
Lata 2000 ÷ 2006 - wzrost strat energii

- wartości strat  $\Delta E$  wzrosły o blisko 30%,
- procentowe wskaźniki strat  $\Delta E_{\%}$  wzrosły o 20%
- energia wprowadzona  $E_{wp}$  o 16%



## SIECI NAJWYŻSZYCH NAPIĘĆ

widoczne obniżenie strat energii nastąpiło w następnych latach (od 2007 roku) – spadek  $\Delta E$  o 16% i  $\Delta E_{\%}$  o 24% w roku 2014 w stosunku do roku 2006 przy wzroście  $E_{wp}$  o 11%;





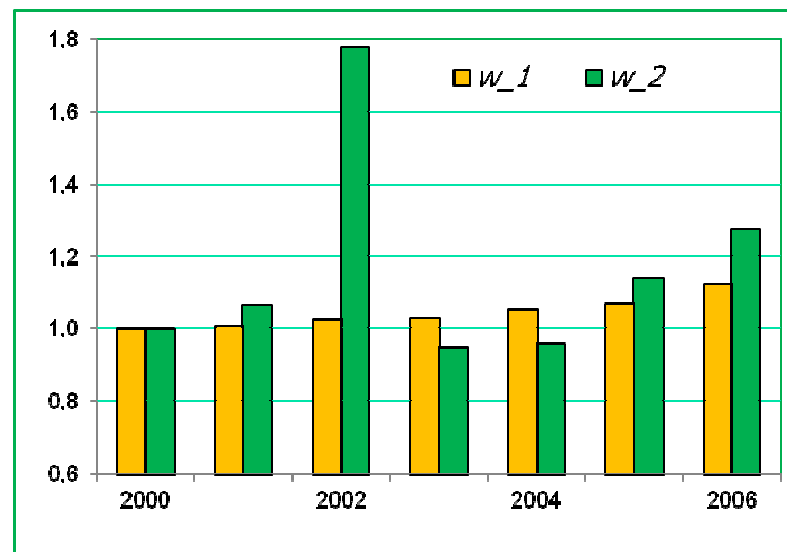
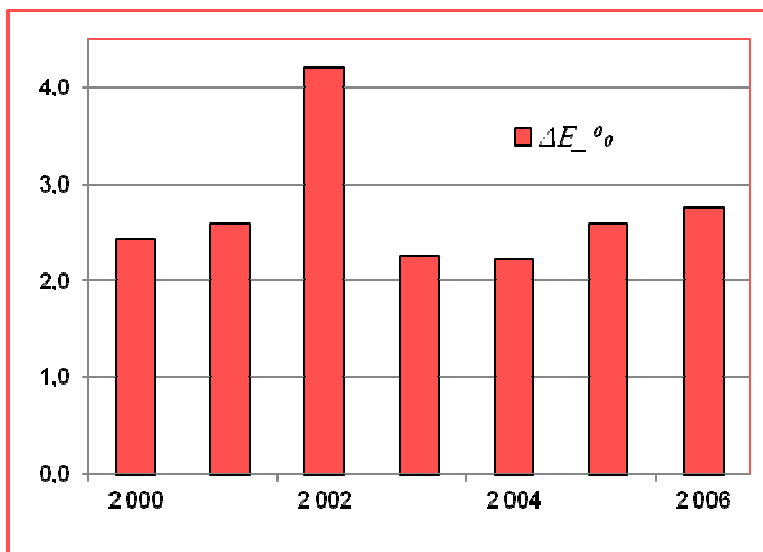
Straty i różnice bilansowe energii elektrycznej w [GWh;%]  
dla sieci 110 kV

Rok	$E_{wp}$	$\Delta E$	$\Delta E_{\%}$	$W_1$	$W_2$	$W_3$
2000	112721	2739	2,43	1,00	1,00	1,00
2003	115939	2602	2,24	1,03	0,95	0,92
2006	126711	3492	2,76	1,12	1,27	1,13
2007	128515	2354	1,83	1,14	0,86	0,75
2010	127455	2355	1,85	1,13	0,86	0,76
2014	130859	1882	1,44	1,16	0,69	0,59

## SIECI 110 kV

Lata 2000 ÷ 2006 - wzrost strat energii

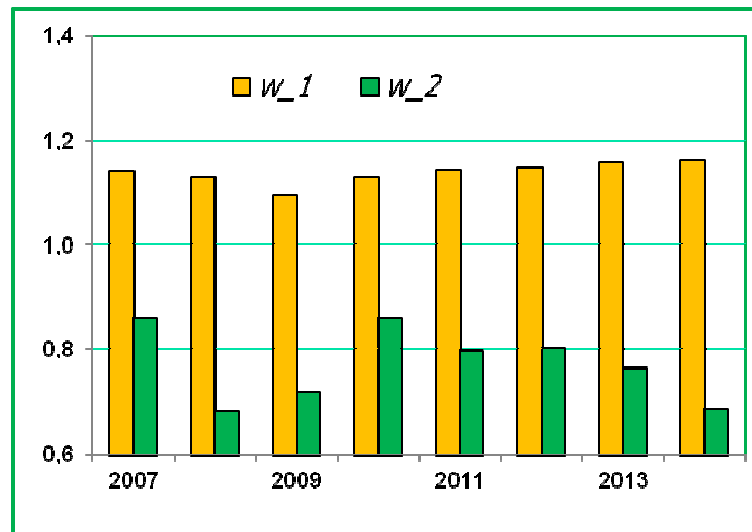
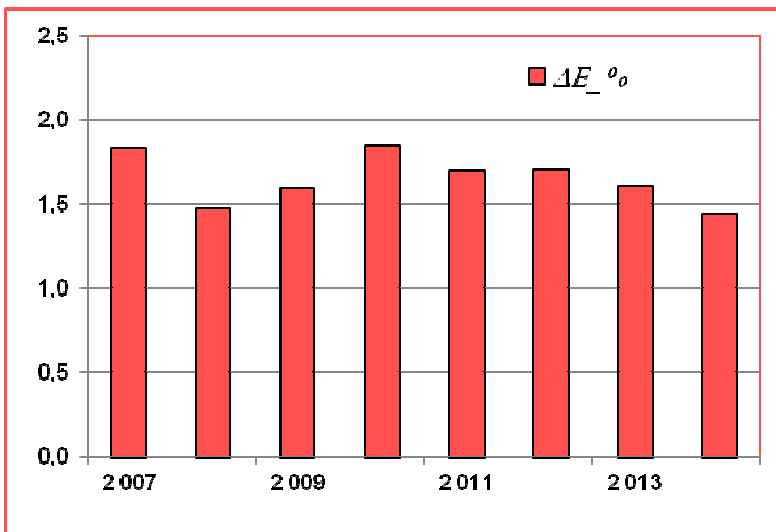
- wartości strat  $\Delta E$  wzrosły o 27%,
- procentowe wskaźniki strat  $\Delta E_{\%}$  wzrosły o 13%
- energia wprowadzona  $E_{wp}$  o 12%



## SIECI 110 kV

lata 2007 ÷ 2014

ponad 40-procentowe obniżenie wartości bezwzględnych rocznych strat i różnic bilansowych  $\Delta E$  i procentowego wskaźnika  $\Delta E_{\%}$  przy niewielkim przyroście energii wprowadzonej  $E_{wp}$  o około 3%.



## Straty i różnice bilansowe energii elektrycznej w [GWh;%] dla sieci SN

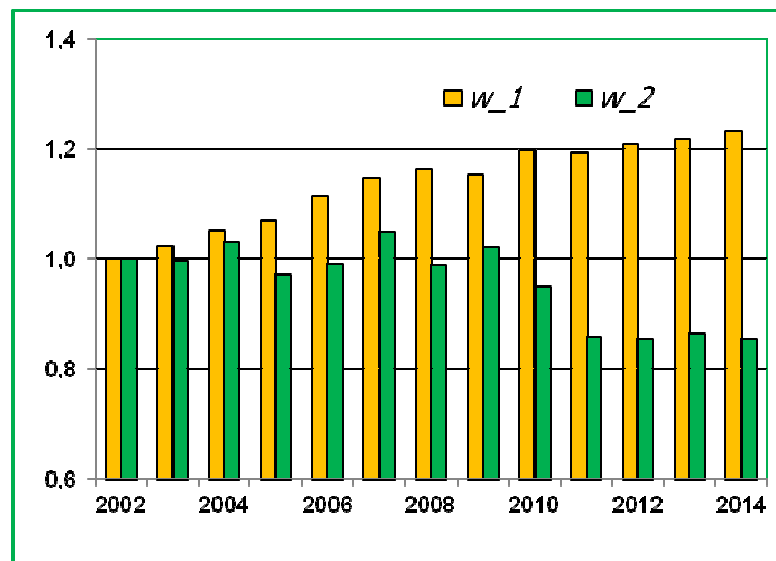
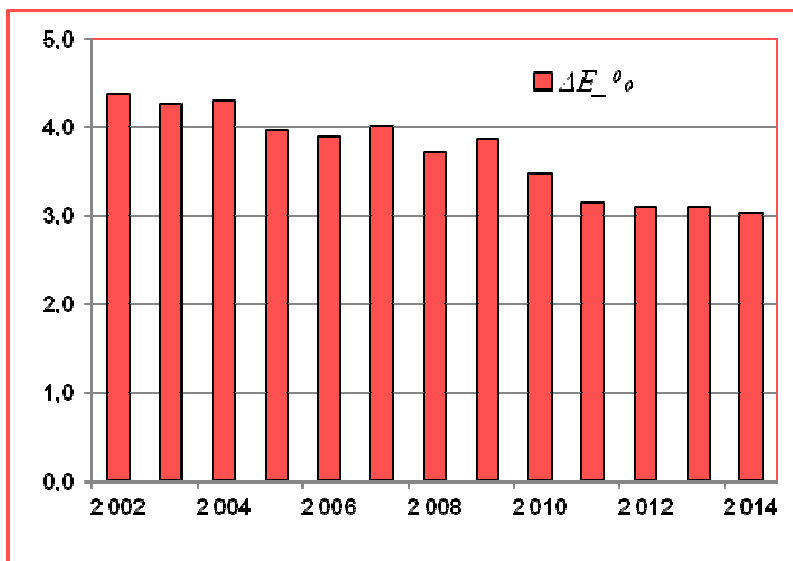
Rok	$E_{wp}$	$\Delta E$	$\Delta E_{\%}$	$w'_1$	$w'_2$	$w'_3$
2002	85880	3759	4,38	1,00	1,00	1,00
2003	87847	3744	4,26	1,02	1,00	0,97
2006	95721	3721	3,89	1,11	0,99	0,89
2007	98456	3943	4,00	1,15	1,05	0,91
2010	102754	3566	3,47	1,20	0,95	0,79
2014	105868	3209	3,03	1,23	0,85	0,69

## SIECI ŚREDNIEGO NAPIĘCIA

Lata 2002 – 2009 -wartości  $\Delta E_{\%}$  na poziomie około 4%

Lata 2011 – 2014 – wyraźny spadek wartości  $\Delta E_{\%}$  do około 3%

Lata 2002 – 2014 -spadek strat  $\Delta E$  o 15% i  $\Delta E_{\%}$  o 31% przy wzroście  $E_{wp}$  o 23%



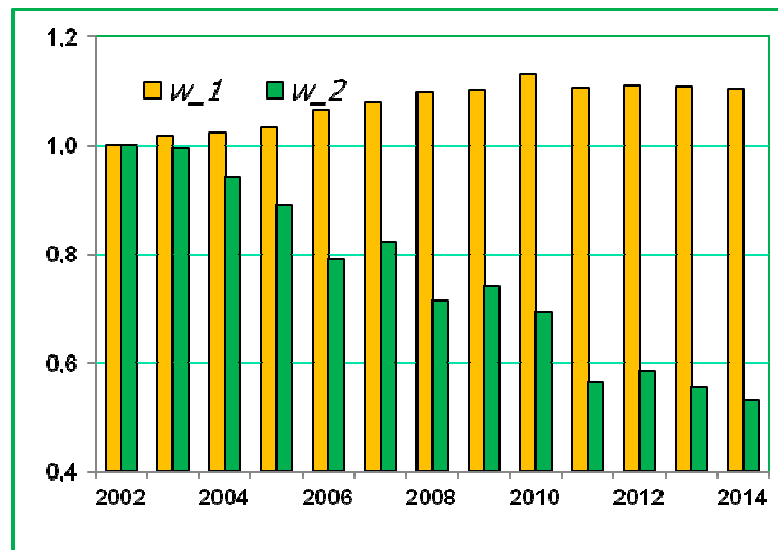
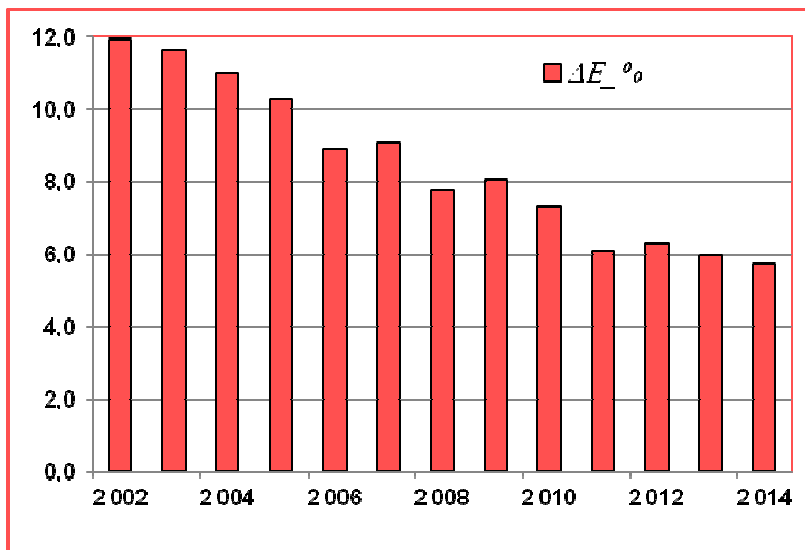
Straty i różnice bilansowe energii elektrycznej w [GWh;%]  
dla sieci nn

Rok	$E_{wp}$	$\Delta E$	$\Delta E_{\%}$	$w'_1$	$w'_2$	$w'_3$
2002	51896	6195	11,94	1,00	1,00	1,00
2003	52830	6153	11,65	1,02	0,99	0,98
2006	55218	4901	8,88	1,06	0,79	0,74
2007	56003	5089	9,09	1,08	0,82	0,76
2010	58585	4290	7,32	1,13	0,69	0,61
2014	57300	3289	5,74	1,10	0,53	0,48

## SIECI NISKIEGO NAPIĘCIA

Lata 2002 – 2015

- najwyższe i regularne obniżanie rocznych strat i różnic bilansowych  $\Delta E$  i procentowego wskaźnika  $\Delta E_{\%}$  o około 50%
- niewielki wzrost energii wprowadzonej  $E_{wp}$  - około 10%.



Czy źródła wytwórcze energii elektrycznej oparte na odnawialnych źródłach i lokalizowane często bliżej odbiorcy wpływają na poziom strat i różnic bilansowych?

## Odpowiedź

**Krok 1** – Zestawienie energii wytworzonej w OZE na poszczególnych poziomach napięć

**Krok 2** - Ocena przyrostu mocy źródeł odnawialnych wprowadzających energię na napięciach 110 kV, ŚN i nn

**Krok 3** - Zbadanie korelacji między przyrostem energii wytworzonej w OZE a obniżeniem poziomu strat energii



## Wskaźniki określające zmiany energii wytworzonej z OZE w latach 2002 - 2014

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

$$w_5 = \frac{E_{wp\_OZE\_k}}{E_{wp\_OZE\_2002}}$$

### Współczynnik korelacji R

y = w<sub>3</sub> (lub w'<sub>3</sub>) zmiany wartości wskaźnika strat ΔE<sub>‰</sub>

x = w<sub>5</sub> zmiany energii wytworzonej w OZE i wprowadzonej do sieci

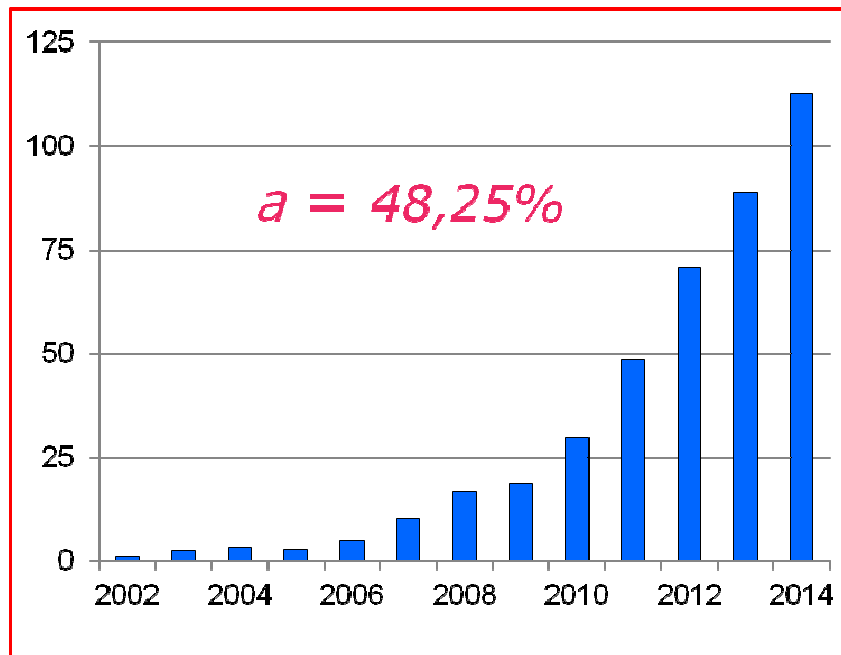
$$R = \frac{Kov(x, y)}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

## 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 37,0‰ w roku 2014

$$R = - 0,74$$

Rok	$E_{wp\_OZE}$	$W_{4\_‰}$	$W_5$
2002	43	0,4	1,00
2003	133	1,1	3,09
2006	207	1,6	4,81
2007	722	3,3	10,02
2010	1275	10,0	29,65
2014	4846	37,0	112,70

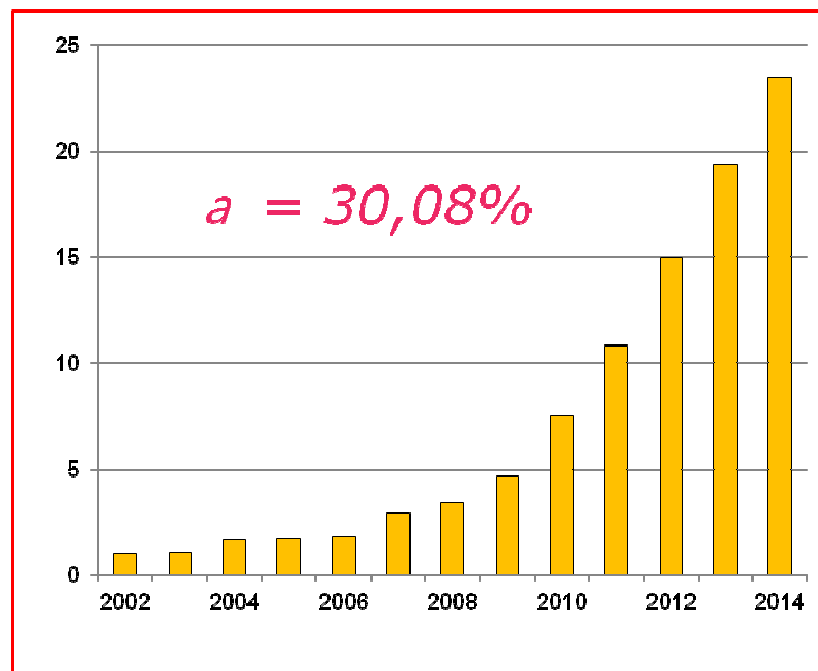


## Sieć średniego napięcia

Udział energii ze źródeł odnawialnych w całkowitej energii elektrycznej dostarczonej do sieci SN wzrósł od 1,5‰ w roku 2002 do 27,7‰ w roku 2014

$$R = -0,95$$

Rok	$E_{wp\_OZE}$	$W_4$ ‰	$W_5$
2002	125	1,5	1,00
2003	202	2,2	1,62
2006	223	2,3	1,78
2007	363	3,7	2,90
2010	934	9,1	7,47
2014	2935	27,7	23,5

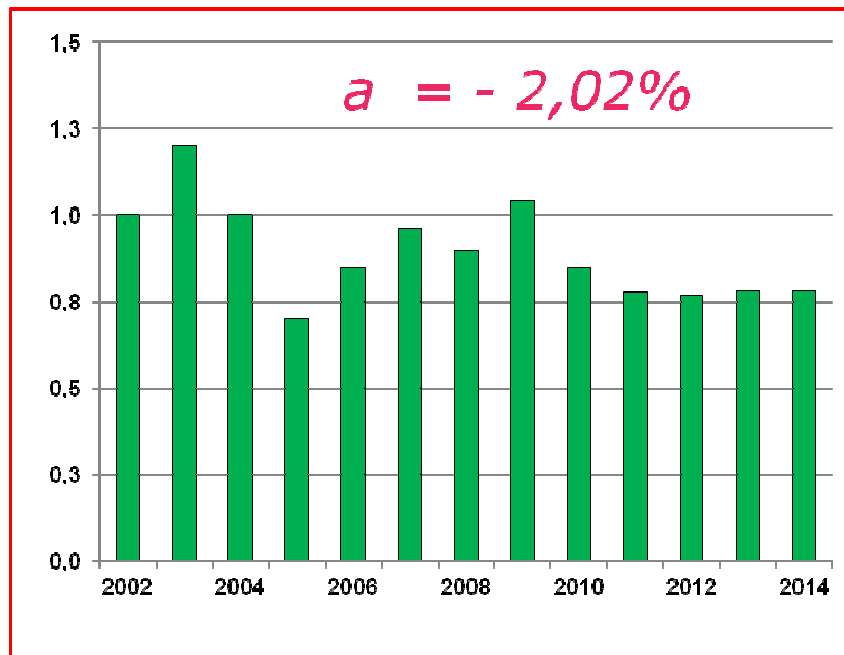


## Sieć niskiego napięcia

Udział energii ze źródeł odnawialnych w całkowitej energii elektrycznej dostarczonej do sieci nn zmieniał się odpowiednio w latach 2002/2004/2014 od 1,5‰/2,6‰/1,6 ‰

$$R \ll 0$$

Rok	$E_{wp\_OZE}$	$W_{4\_‰}$	$W_5$
2002	115	2,2	1,00
2003	115	2,2	1,00
2006	98	1,8	0,85
2007	110	2,0	0,96
2010	98	1,7	0,85
2014	90	1,6	0,80



## Wyprodukowana energia $E_{\text{prod}}$ w polskich elektrowniach w latach 2010 ÷ 2014.

Bezwzględne  $\Delta E$  i procentowe  $\Delta E_{\%}$  straty energii  
w odniesieniu do globalnie wytworzonej energii  $E_{\text{prod}}$

Rok	Jednostka	2010	2011	2012	2013	2014
$E_{\text{prod}}$	GWh	157 658	163 548	162 139	164 557	159 100
$\Delta E$	GWh	11 958	10 583	10 720	10 475	10 073
$\Delta E_{\%}$	%	7,58	6,47	6,61	6,37	6,33

Oszczędności w stratach blisko 2 000 GWh



ok. miliona ton CO<sub>2</sub>

**DZIĘKUJĘ  
BARDZO ZA UWAGĘ**

