

OCENA EFEKTYWNOŚCI GENEREACJI ENERGII ELEKTRYCZNEJ W INSTALACJACH FOTOWOLTAICZNYCH ODBIORCÓW PRZEMYSŁOWYCH

Piotr Kacejko, Paweł Pijarski, Karolina Gałązka

Politechnika Lubelska

Słowa kluczowe: instalacja fotowoltaiczna, zapotrzebowanie
na moc, autokonsumpcja energii

Podstawowe założenia i zależności (1)

- **Celem prezentowanego artykułu jest określenie zależności pomiędzy rocznym przebiegiem zmienności grupy odbiorców, mocą znamionową instalacji fotowoltaicznych użytkowanych przez tych odbiorców oraz relacji między energią zużyta, a wprowadzoną do sieci.**
- **Badaniami objęto 19 stacji transformatorowych**

Podstawowe założenia i zależności (2)

- Wartość energii pobranej z sieci przez rozpatrywaną stację transformatorową

$$E_L = \int_0^{8760} P_L(t) dt$$

- Czas użytkowania mocy szczytowej

$$T_s = \frac{E_L}{P_{LS}}$$

- Roczna produkcja energii w instalacji fotowoltaicznej

$$E_{PV} = \int_0^{8760} P_{PV}(t) dt$$

Podstawowe założenia i zależności (3)

- Wskaźnik autokonsumpcji odniesiony do całkowitej rocznej produkcji instalacji fotowoltaicznych, $w_a \leq 1$

$$w_a = \frac{E_{PVa}}{E_{PV}} \cdot 100\%$$

- Wskaźnik eksportu odniesiony do całkowitej rocznej produkcji instalacji fotowoltaicznych, $w_e < 1$

$$w_e = \frac{E_{PVe}}{E_{PV}} \cdot 100\%$$

$$w_a + w_e = 100\%$$

$$E_{PV} = E_{PVa} + E_{PVe}$$

Podstawowe założenia i zależności (4)

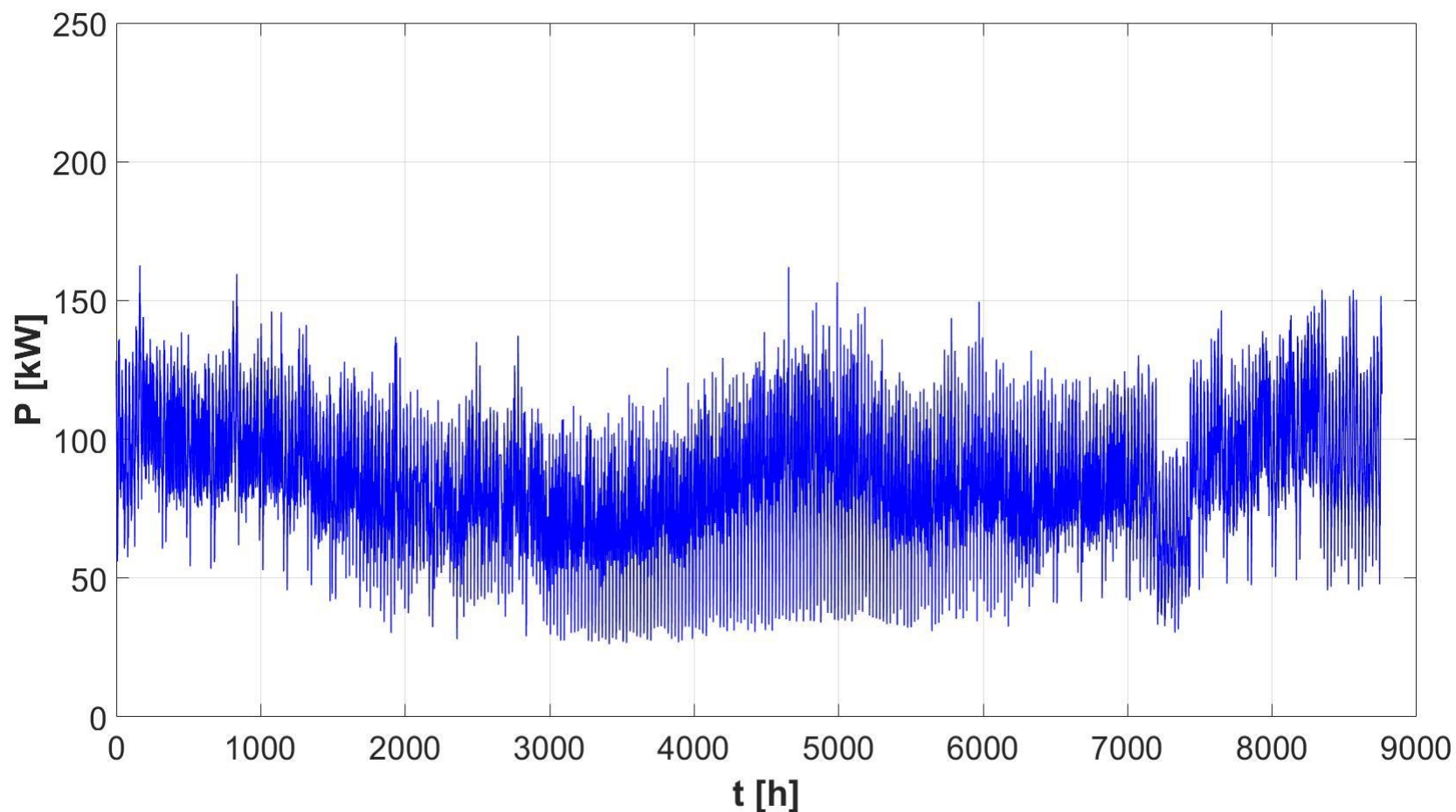
- Jeżeli $P_{PV}(t) \leq P_L(t)$ to zachodzi autokonsumpcja energii produkowanej w instalacjach fotowoltaicznych
- Jeżeli $P_{PV}(t) > P_L(t)$ to zachodzi eksport energii z instalacji fotowoltaicznej do sieci elektroenergetycznej

Wyniki uzyskanych analiz

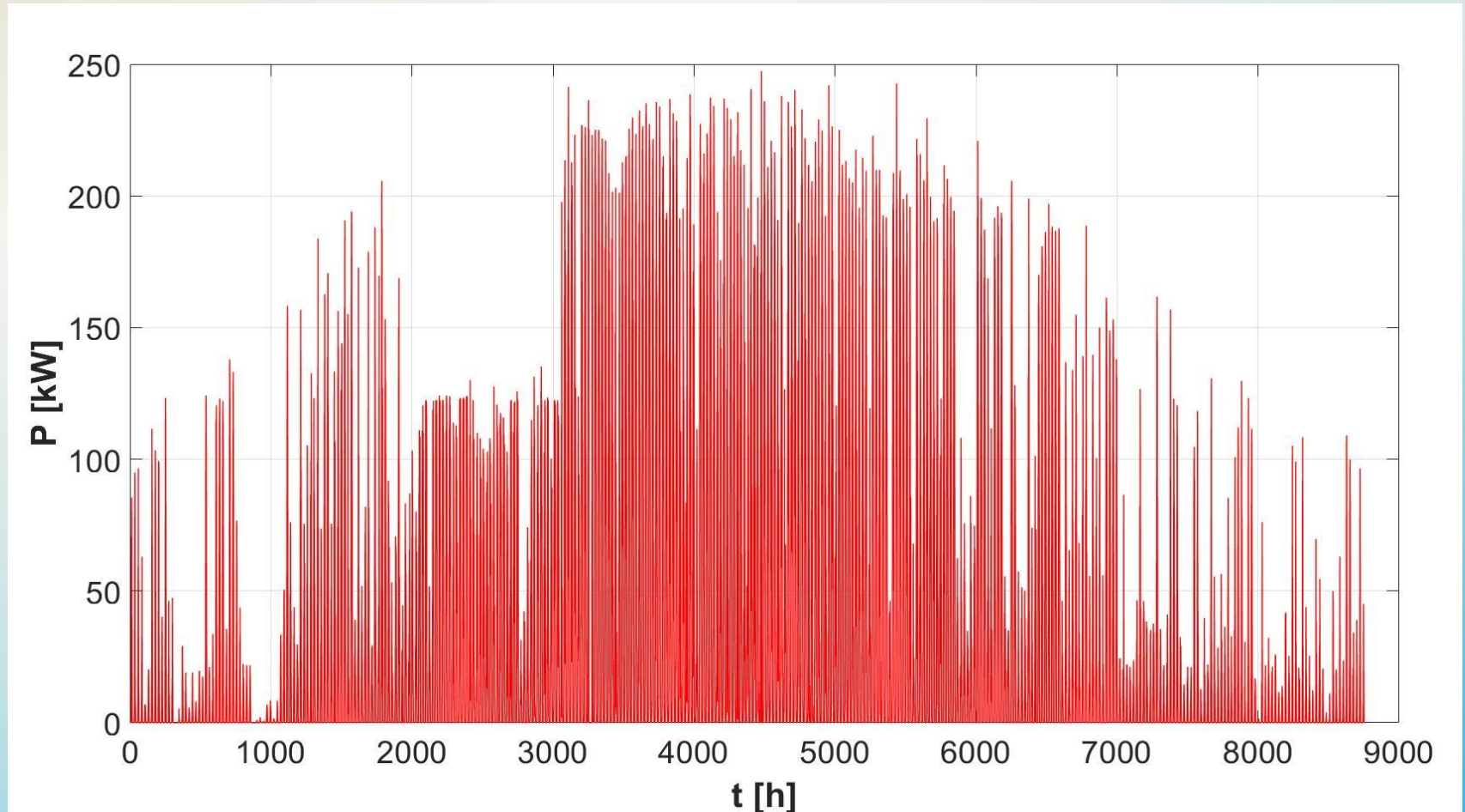
Zestawienie badanych stacji transformatorowych i instalacji fotowoltaicznych zapewniających określoną wartość wskaźnika autokonsumpcji (90% lub 70%)

Nr stacji	S_{nT}	P_{LS}	P_{Ld}	E_L	T_S	$P_{PVn}(0,9)$	$E_{PV}(0,9)$	$P_{PVn}(0,7)$	$E_{PV}(0,7)$	$\frac{P_{PVn}(0,9)}{P_{LS}}$	$\frac{P_{PVn}(0,7)}{P_{LS}}$
-	kVA	kW	kW	kWh	h	kW	kWh	kW	kWh	kWh	kWh
1	250	162,6	26,3	751 196	4 619	165	161 966	276	270 924	1,04	1,70
2	400	149,2	6,4	296 697	1 989	75	73 621	142,5	139 879	0,50	0,96
3	250	52,7	0	151 057	2 867	38	37 547	67,5	66 259	0,73	1,28
4	250	105,6	9,8	325 519	3 083	70,5	69 203	123	120 738	0,67	1,16
5	250	108,1	1,2	290 615	2 689	60	58 897	102	100 124	0,56	0,94
6	63	27,8	0	50 131	1 806	8,5	8 393	16,3	16 049	0,30	0,59
7	100	68,5	0,1	193 383	2 823	39	38 283	70,5	69 203	0,57	1,03
8	63	32,6	0	85 874	2 633	14,4	14 135	25,5	25 031	0,45	0,78
9	40	44,7	0,3	109 438	2 314	16,5	16 197	31,5	30 921	0,37	0,70
10	63	6,5	0	10 246	1 575	1,65	1 620	3,15	3 052	0,25	0,48
11	63	50	0,1	84 374	1 687	10,65	10 454	19,8	19 436	0,22	0,40
12	40	25,4	0,1	48 506	1 910	8,85	8 687	15,75	15 460	0,35	0,62
13	63	63	0,1	103 337	1 639	18	17 669	33,75	33 129	0,29	0,54
14	40	13,7	0	22 132	1 613	3,6	3 354	7,2	7 068	0,26	0,54
15	40	16,5	0	23 705	1 435	2,9	2 798	6,0	5 890	0,17	0,36
16	40	24,8	0,1	45 175	1 820	6,75	6 626	13,8	13 546	0,28	0,56
17	30	38,5	0,2	64 369	1 673	9,0	3 834	16,9	16 638	0,23	0,44
18	40	12,8	0	9 191	718	1,7	1 620	3,2	3 092	0,13	0,25
19	63	46	0,1	87 349	1 898	11,2	11 043	22,5	22 086	0,24	0,49

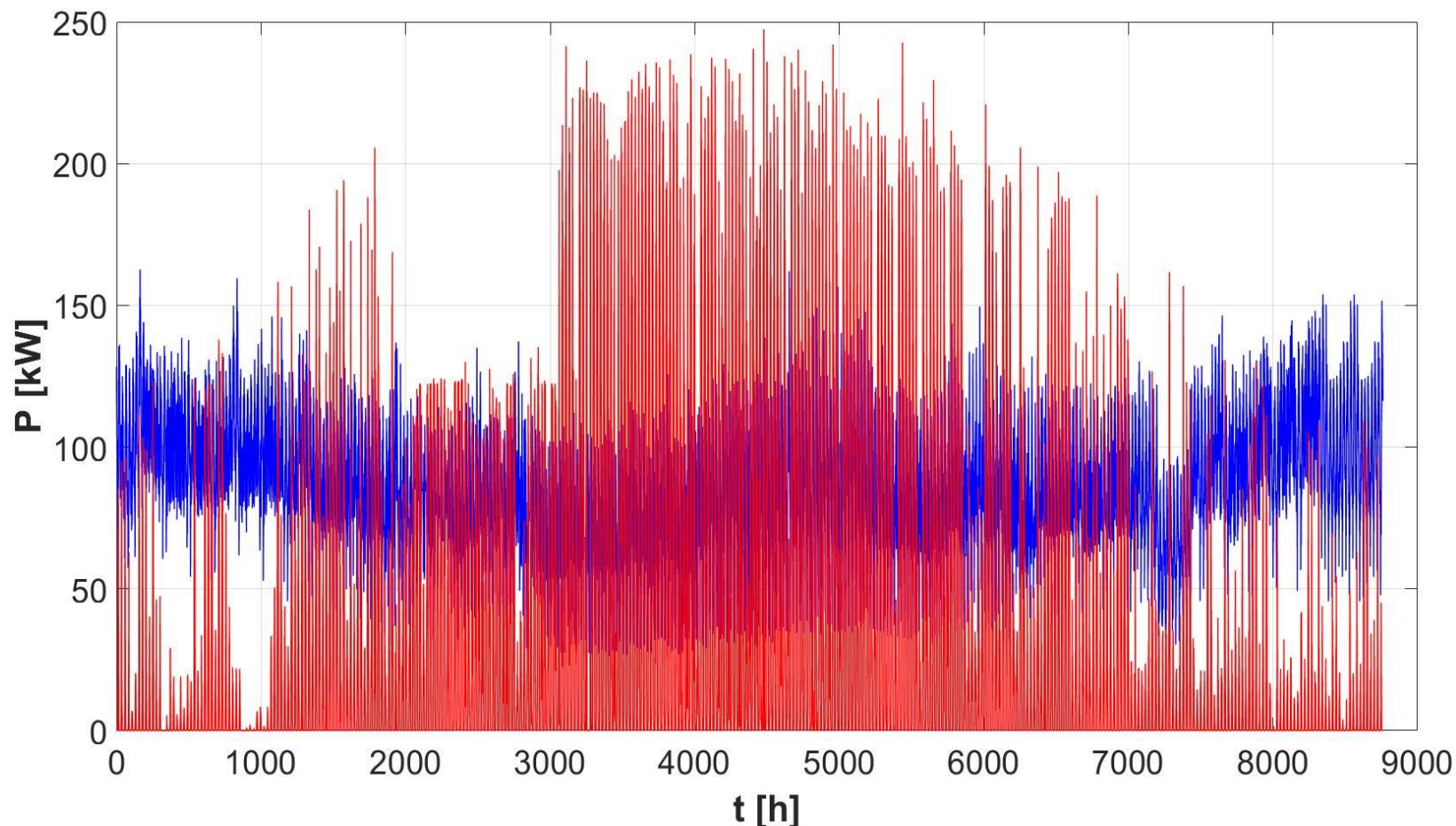
Roczny przebieg zmienności obciążenia badanej stacji transformatorowej nr 1



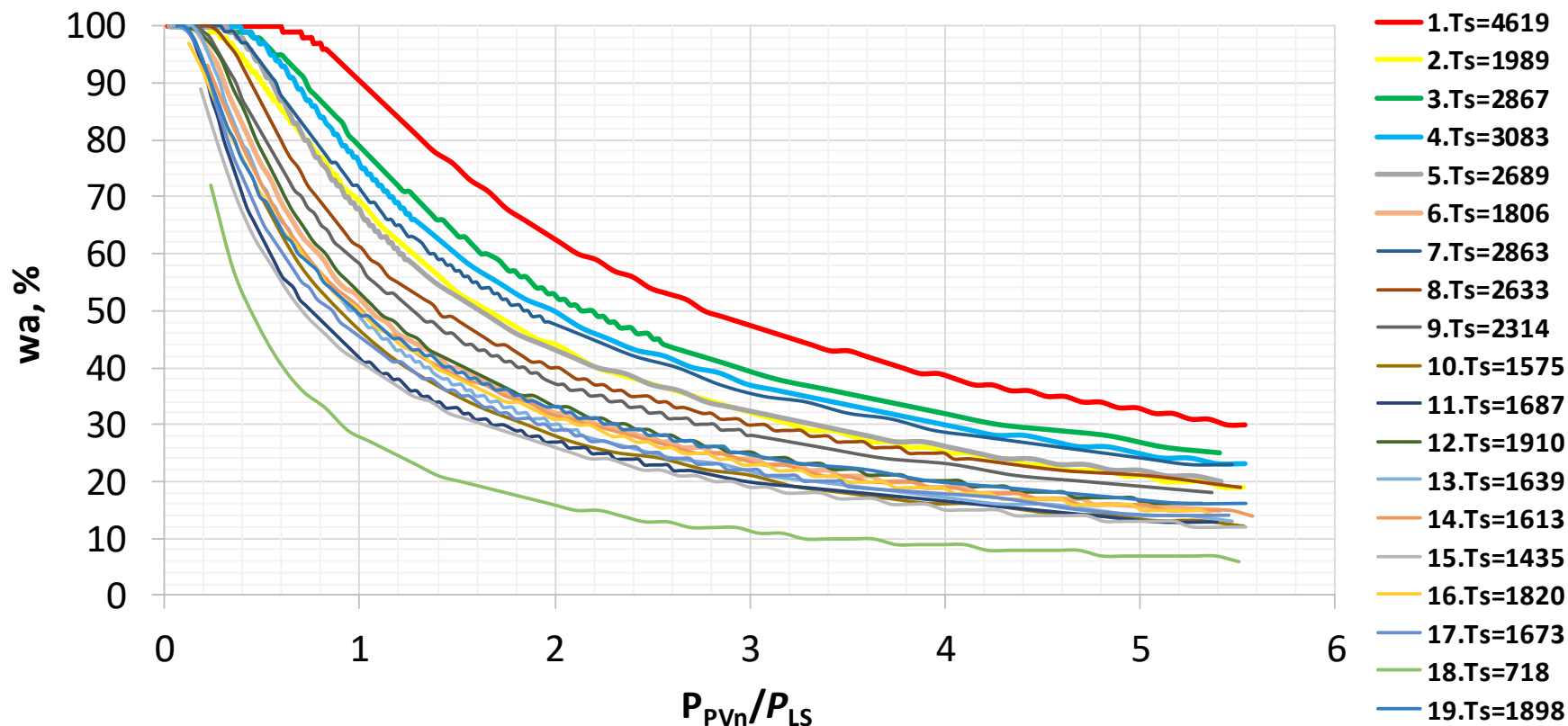
Roczny przebieg generacji w instalacji PV (dla stacji nr 1) dla mocy zapewniającej współczynnik autokonsumpcji 70%



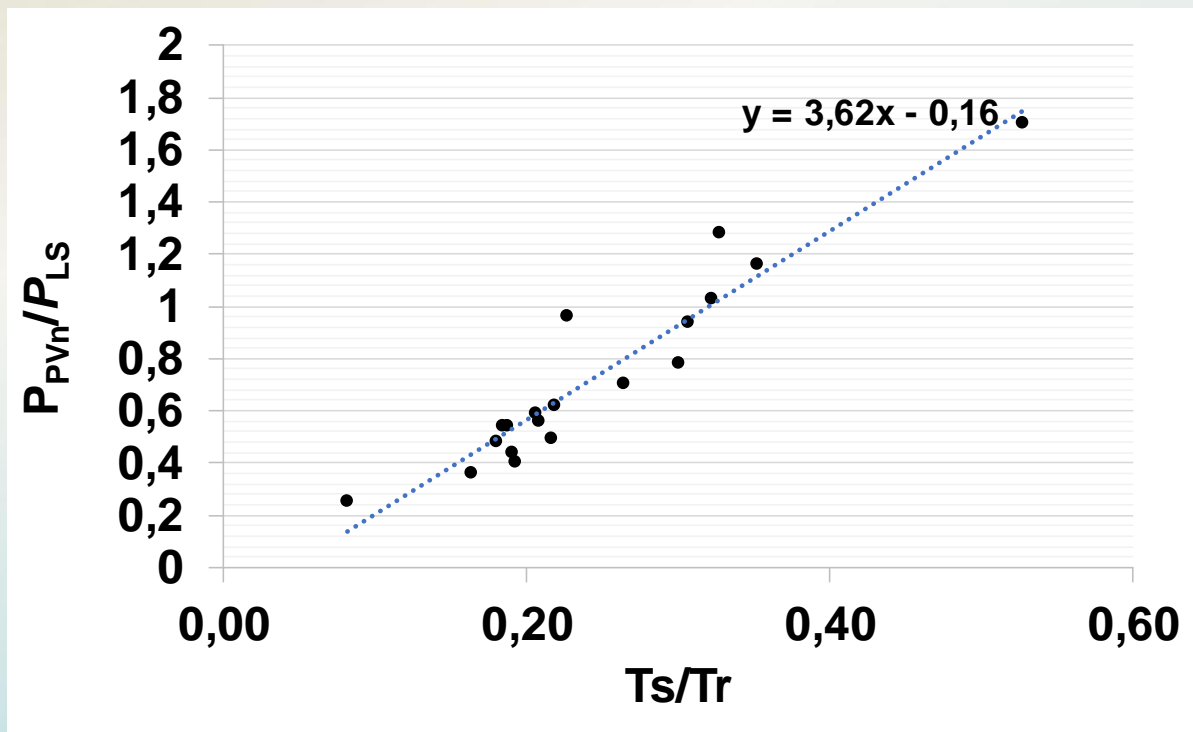
Roczny przebieg zmienności obciążenia i generacji w instalacji PV (dla stacji nr 1) dla mocy zapewniającej współczynnik autokonsumpcji 70%



Zależność pomiędzy mocą zainstalowaną instalacji PV (odniesioną do mocy szczytowej zapotrzebowania P_{PV}/P_{LS}) a współczynnikiem autokonsumpcji

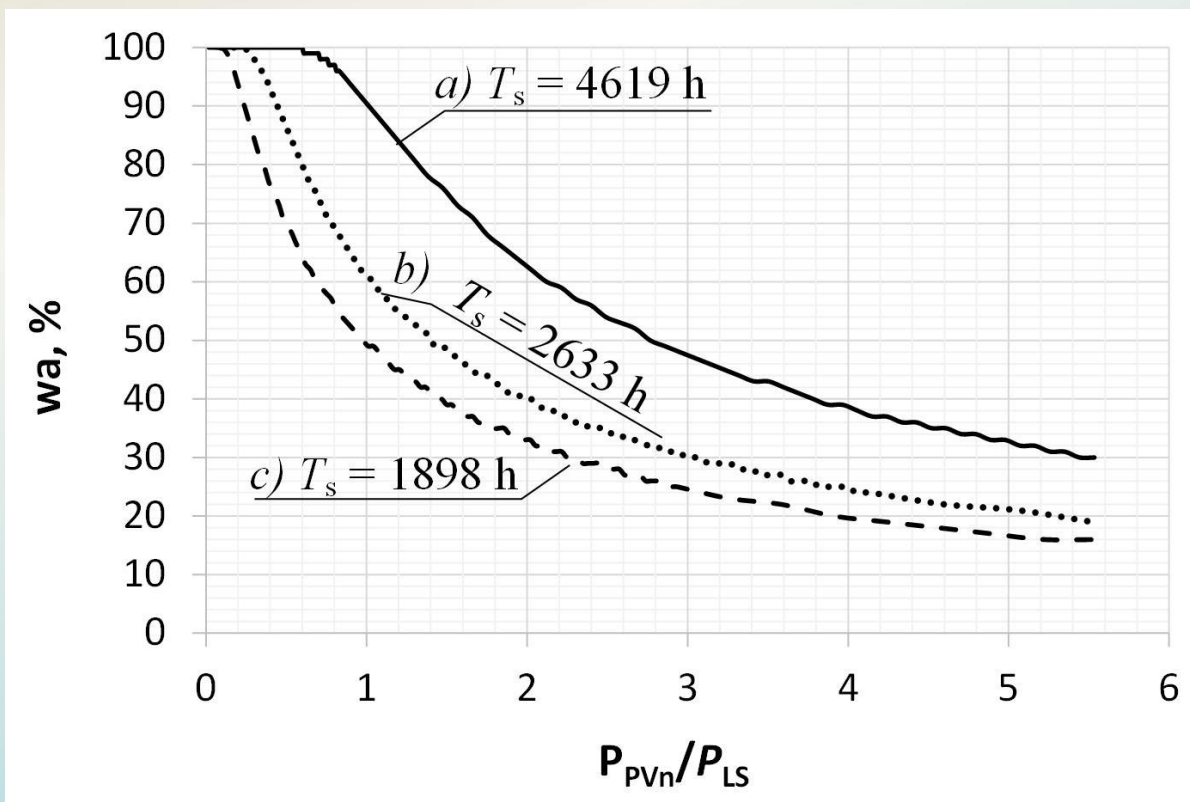


Poszukiwanie postaci modelu ogólnego (1)



Zależność pomiędzy czasem użytkowania mocy szczytowej a mocą zainstalowaną instalacji PV (odniesioną do mocy szczytowej zapotrzebowania PPV/PLS), dla współczynnika autokonsumpcji 70%.

Poszukiwanie postaci modelu ogólnego (2)



Zależność pomiędzy mocą zainstalowaną instalacji PV (odniesioną do mocy szczytowej zapotrzebowania P_{PV}/P_{LS}) a współczynnikiem autokonsumpcji.

Zależność aproksymująca procentową wartość współczynnika autokonsumpcji

$$w_a = 0,021 \cdot T_s \cdot \sqrt{\left(\frac{P_{PVn}}{P_{LS}} \right)^{-1}}$$

$$w_a \leq 100$$

Oszacowanie procentowej wartości współczynnika W_a zgodnie z zależnością aproksymującą dla różnych czasów T_s oraz mocy instalacji PV odniesionej do mocy szczytowej.

T_s [h]	$P_{PVn}/P_{LS=1}$	$P_{PVn}/P_{LS=2}$	$P_{PVn}/P_{LS=3}$	$P_{PVn}/P_{LS=4}$
4000	83%	59%	48%	42%
3500	73%	51%	42%	36%
3000	62%	44%	36%	31%
2500	52%	37%	30%	26%
2000	42%	29%	24%	21%
1500	31%	22%	18%	15%
1000	21%	14%	12%	10%
500	10%	7%	6%	5%

Dziękuję za uwagę
