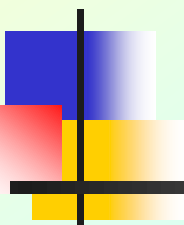


RZECZYWISTE I OBLICZENIOWE OBCIĄŻENIA ELEMENTÓW SIECI, ZASILAJĄCYCH ODBIORCÓW BYTOWYCH, PRZYŁĄCZONYCH DO SIECI NISKIEGO NAPIĘCIA



Dr inż. Szymon CIURA
Dr hab. inż. Henryk KOCOT
Politechnika Śląska Gliwice

simmon3@wp.pl
henryk.kocot@polsl.pl



Wprowadzenie w zagadnienie

1. Obciążenie szczytowe $P_s(N)$ elementu sieci nn, zasilającego N jednakowych gospodarstw domowych o obciążeniu szczytowym P_{s1} dla każdego z nich wyznacza się wg normy N SEP-E-002 wg znanego wzoru:

$$P_s(N) = k_j(N) \cdot N \cdot P_{s1}$$

w którym $k_j(N) \leq 1$ jest współczynnikiem jednoczesności występowania obciążeń szczytowych P_{s1} dla każdego z N odbiorców, podanym w normie w postaci tabeli dla 3 grup odbiorców nn, w zależności od wyposażenia w duże odbiorniki i od wartości P_{s1} .

Wartości tych współczynników nie są zbyt wiarygodne, co wykazano już w poprzednich opracowaniach autorów.



Metoda autorska (1)

Obciążenie szczytowe P_{s1} każdego odbiorcy można przedstawić jako sumę dwu obciążeń:

$$P_{s1} = P_{\acute{s}r} + (P_{s1} - P_{\acute{s}r}) = P_{\acute{s}r} + \beta \cdot \sigma_i,$$

przy czym dla obciążeń 15-min. można wyznaczyć:

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{4 \cdot 8760} (P_t - P_{\acute{s}r})^2}{4 \cdot 8760}} \quad P_{\acute{s}r} = \frac{A_r}{4 \cdot 8760}$$



Metoda autorska (2)

Przy założeniu, że odbiorcy w grupie o liczebności N charakteryzują się zbliżonymi do siebie wartościami $P_{śr}$ oraz σ_i , można zapisać:

$$\sigma(N) \approx \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N \sigma_i^2}}{N} \approx \frac{\sigma_i}{\sqrt{N}}$$

W takim przypadku otrzymuje się:

$$P_s(N) = N \cdot P_{śr} + (P_{s1} - P_{śr}) \cdot \sqrt{N}$$



Metoda autorska (3)

Przy uzasadnionym (na podstawie obserwacji) założeniu, że między poszczególnymi parami odbiorców istnieje niewielka, wyznaczalna korelacja ρ_{i-j} ,

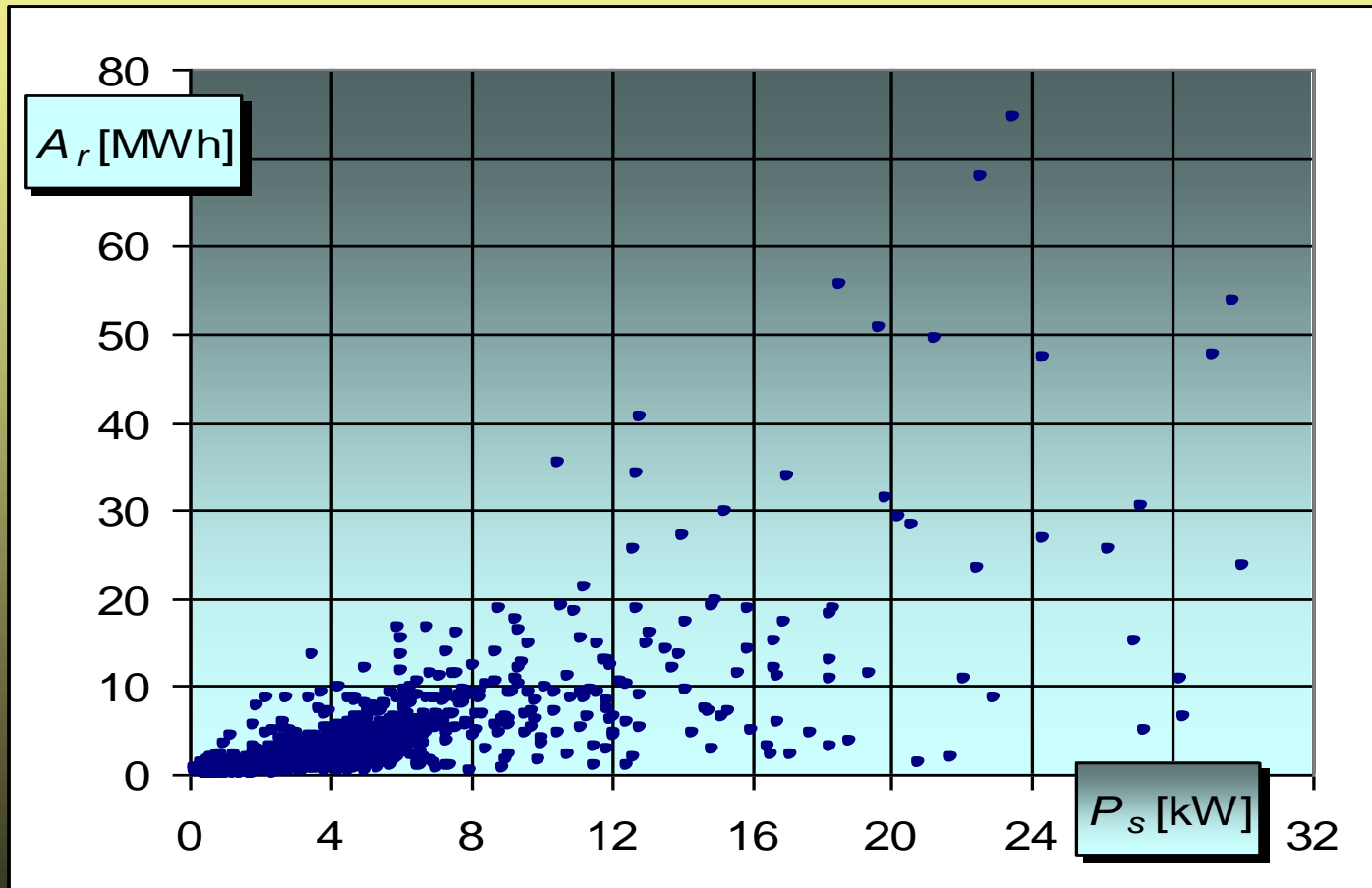
obciążenie maksymalne $P_s(N)$ elementu zasilającego $N > 1$ odbiorców wyznacza się z dokładniejszego wzoru:

$$P_s(N) = N \cdot P_{s1} \cdot \left(\overline{T_r} + \frac{1 - \overline{T_r}}{\sqrt{N}} \cdot \sqrt{1 + \rho_{sr} \cdot (N - 1)} \right)$$

Wyrażenie w nawiasie jest współczynnikiem $k_j(N)$.

Aby policzyć jego wartość, należy wyznaczyć ρ_{sr} ze zmierzonych obciążeń 15-min. w sieci rzeczywistej.

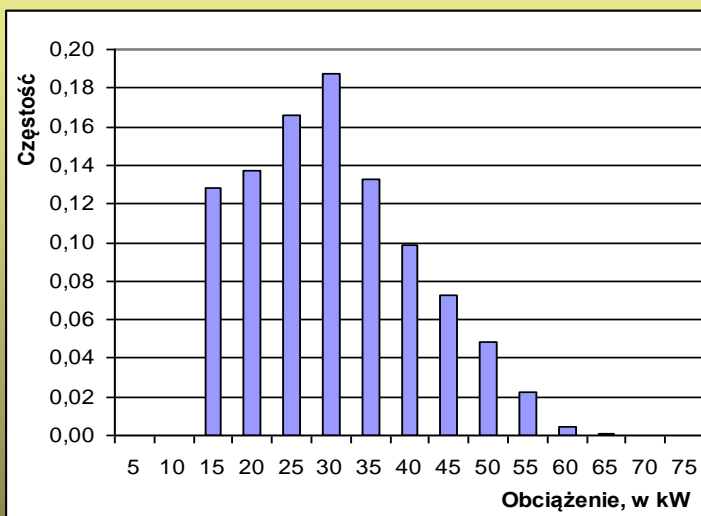
Zależność $A_r = f(P_{s1})$ dla wszystkich rozpatrywanych odbiorców przy czasie uśredniania obciążeń, równym 15 min.



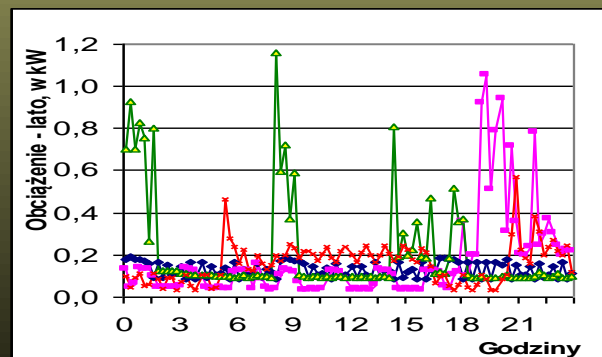
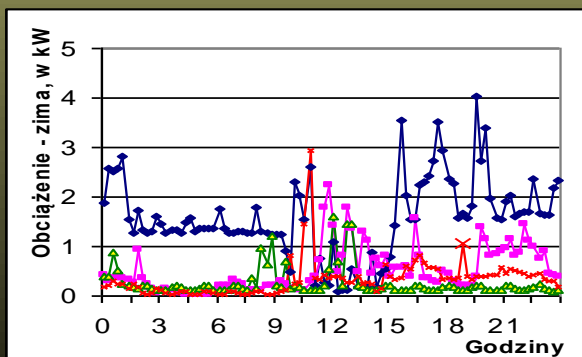
Wyniki analizy - wartości $P_s(N)$

Podział odbiorców wg mocy P_{s1}	N	$T_r/8760$	ρ_{sr}	$k_j(N)_{obl}$	$P_s(N)_{obl}$ [kW]	$P_s(N)_{norm}$ [kW]	$P_s(N)_{zm}$ [kW]
0,1÷7 kW (C)	1413	0,074	0,0349	0,2486	1197,8	660,1	712,6
7÷12,5 kW (B)	117	0,101	0,1323	0,4368	470,8	92,7	367,1
12,5÷30 kW (A)	70	0,117	0,0744	0,3784	487,2	115,9	431,9

Analiza dla grupy 93 odbiorców



Liczba odb. w grupie	m	$P_{s1, \dot{s}r}$ [kW]	$\rho_{\dot{s}r}$	$k_j(N)_{obl}$	$P_{s'obl}$ [kW]	$P_{s'zm}$ [kW]
23	0,0681	4,39	0,020	0,3012	30,39	23,02
23	0,0645	4,43	0,011	0,2819	28,72	22,98
23	0,0694	4,42	-0,009	0,2420	24,59	20,99
24	0,0690	4,42	0,051	0,3492	37,00	21,71





Podsumowanie

- 1) Przeprowadzona analiza obciążeń 15-minutowych w ciągu jednego roku dla dużej grupy odbiorców zasilanych z sieci nn wykazała dość istotne różnice między założeniami, przyjętymi w teorii, a rzeczywistymi zachowaniami odbiorców.
- 2) Weryfikacja wyników pomiarów i wyników obliczeń obciążeń wg metody autorów pokazuje, że praktycznie w każdym przypadku obciążenie zmierzone było istotnie mniejsze od obciążenia wyznaczonego analitycznie. Prawdopodobna przyczyna tego zjawiska wiąże się z dużą lewostronną (dodatnią) asymetrią histogramów obciążenia pojedynczych odbiorców, zmniejszającą się wraz ze wzrostem liczby N tych odbiorców (**centralne twierdzenie graniczne**).
- 3) Wartości współczynników jednoczesności $k_j(N)$, przedstawione w normie **SEP-E-002** prowadzą generalnie do znacznie niższych wartości obciążenia elementów sieci, zasilających $N > 1$ odbiorców, niż obciążenia zmierzone.



Pytania Recenzenta (1)

1. Czy autorzy referatu próbowali konfrontować wyniki swoich analiz z wynikami uzyskiwanymi przez innych badaczy? Jakiego były tego efekty?

Nie, gdyż jesteśmy jedynymi „badaczami” tego zagadnienia w kraju. Są to badania o charakterze hobbistycznym, a na razie - brak „zapotrzebowania” na wyniki tych badań. Po dokładnym wyjaśnieniu przyczyny różnic między teorią i praktyką może uda się kogoś zainteresować wynikami naszych badań. Zatem - do zobaczenia na **REE'19**!



Pytania Recenzenta (2)

2. Czy autorzy referatu widzą w przyszłości możliwość znalezienia kompromisu pomiędzy wymogiem poufności danych o zużyciu energii przez poszczególnych odbiorców, a koniecznością szerszego dostępu do nich w celach badawczych?

Taka możliwość na pewno istnieje. Wyników pomiarów obciążeń w każdej SD jest mnóstwo terabajtów i nikt do tego nawet nie zagląda, bo nie wie po co. W „naszej” SD byliśmy pierwsi, po uzyskaniu stosownych zezwoleń. **Do badań wcale nie są potrzebne dane osobowe odbiorców,** ale należałoby wiedzieć przynajmniej, jakiego rodzaju są to odbiorcy. O „naszych” wiemy tylko, że zasilani są/byli z sieci nn.



Dziękuję

za

uwagę...

