

19 listopada 2015 r.

Akademia Górniczo-Hutnicza, Pawilon B1
Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej



PIKNIK AMI



SGP

CIRE.PL

BADANIA PORÓWNAWCZE INTELIGENTNYCH LICZNIKÓW ENERGII ELEKTRYCZNEJ – PIKNIK AMI



AGH

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE



Politechnika
Wrocławska

Kraków – Wrocław 2015 – 2016

*Organizatorzy Pikniku AMI pragną złożyć podziękowania
Producentom inteligentnych liczników energii elektrycznej
oraz Ich Przedstawicielom za udział w testach i udostępnienie
swoich produktów dla potrzeb badawczych.*

Wykonawcy:

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza

Wydział Elektrotechniki, Automatyki,
Informatyki i Inżynierii Biomedycznej

Katedra Energoelektroniki i Automatyki
Systemów Przetwarzania Energii

dr inż. Andrzej Firlit

dr hab. inż. Andrzej Bień, prof. AGH

prof. dr hab. inż. Zbigniew Hanzelka

dr inż. Marcin Jachimski

dr inż. Krzysztof Piątek

mgr inż. Krzysztof Woźny

mgr inż. Szymon Barcentewicz

dr inż. Krzysztof Chmielowiec

dr inż. Jerzy Nabielec

Politechnika Wrocławska

Wydział Elektryczny

Katedra Energoelektryki

mgr inż. Marek Wąsowski

dr inż. Marcin Habrych

dr inż. Grzegorz Wiśniewski

mgr inż. Robert Czechowski

TAURON Dystrybucja S.A.

dr inż. Marek Rogóż

mgr inż. Mariusz Jurczyk

mgr inż. Marcin Pastuszka

mgr inż. Jerzy Niedojadło

Spis treści

1	Wprowadzenie	5
2	Osoby do kontaktu ze strony realizatorów badań	7
CZĘŚĆ I – BADANIA PORÓWNAWCZE WŁAŚCIWOŚCI METROLOGICZNYCH LICZNIKÓW		8
3	Opis eksperymentu i stanowiska pomiarowego	9
4	Liczniki i firmy biorące udział w eksperymencie	13
5	Zbiorcza prezentacja wyników pomiaru energii czynnej i biernej	15
6	Ocena wyników badań porównawczych właściwości metrologicznych liczników	35
CZĘŚĆ II – BADANIA PORÓWNAWCZE WŁAŚCIWOŚCI KOMUNIKACYJNYCH LICZNIKÓW ..		37
7	Opis eksperymentu i stanowiska pomiarowego	38
8	Informacje o badanych urządzeniach	43
9	Analiza wyników badań części komunikacyjnej	44
10	Ocena wyników badań porównawczych właściwości komunikacyjnych liczników	50
11	Podsumowanie raportu	51
12	Bibliografia	52
CZĘŚĆ III – ZAŁĄCZNIKI		53
13	Załącznik 1 – Protokół komisji nadzorującej Piknik AMI	54
14	Załącznik 2 – Karty katalogowe liczników	66

1 Wprowadzenie

W dniu 19 listopada 2015 roku w Akademii Górniczo-Hutniczej im. Stanisława Staszica w Krakowie na Wydziale Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej odbył się Piknik AMI. Było to drugie wydarzenie z cyklu „Pikników” poświęconych nowoczesnym rozwiązaniom technicznym z obszaru inteligentnych systemów elektroenergetycznych – smart grids (2014 r. – Piknik Jakości Energii: www.piknikjee.pl, 2015 r. – Piknik AMI: www.piknikami.pl).

Organizatorami wydarzenia były: TAURON Dystrybucja S.A., Akademia Górniczo-Hutnicza – Katedra Energoelektroniki i Automatyki Systemów Przetwarzania Energii oraz Politechnika Wrocławska – Katedra Energoelektryki.

Celem Pikniku AMI była dyskusja, prowadzona w gronie specjalistów, dotycząca kształtu systemu pomiarowo-rozliczeniowego typu *smart metering* w polskich sieciach elektroenergetycznych.

W wydarzeniu wzięli udział przedstawiciele producentów liczników, producentów urządzeń do transmisji danych, dystrybutorów i odbiorców energii elektrycznej, pracownicy wyższych uczelni oraz przedstawiciele instytucji i organizacji kształtujących stan prawny sektora elektroenergetycznego w Polsce.

Część seminaryjna obejmowała trzy sesje wykładowe podczas, których poruszono najważniejsze aspekty funkcjonowania i rozwoju inteligentnych systemów pomiarowych AMI.

Obok części seminaryjnej zorganizowano dwie eksperymentalne sesje badawczo-pomiarowe:

Sesja I – badania porównawcze właściwości metrologicznych liczników,

Sesja II – badania porównawcze właściwości komunikacyjnych liczników.

Badanie właściwości metrologicznych liczników zostało przygotowane przez pracowników Akademii Górniczo-Hutniczej i odbywało się równolegle z częścią seminaryjną, natomiast badanie właściwości komunikacyjnych, zostało zrealizowane w laboratoriach Politechniki Wrocławskiej w terminie późniejszym.

Na rysunkach 1.1 i 1.2 przedstawiono przykładowe zdjęcia z części seminaryjnej i eksperymentalnej Pikniku AMI.



Rysunek 1.1. Piknik AMI – część seminaryjna



Rysunek 1.2. Piknik AMI – część eksperymentalna

Wszystkie liczniki biorące udział w testach przeprowadzonych w ramach eksperymentu były urządzeniami legalizowanymi i prawnie dopuszczonymi do stosowania na terenie Polski.

Eksperyment metrologiczny polegał na podłączeniu zgłoszonych przez uczestników eksperymentu⁽¹⁾ inteligentnych liczników energii elektrycznej typu AMI (jednofazowych i trójfazowych) do wydzielonej sieci elektrycznej i wytworzeniu różnych stanów jej pracy, w ramach poszczególnych testów, w tym zmian warunków zasilania oraz obciążenia.

Liczniki zostały zamontowane na stanowiskach pomiarowych i skonfigurowane przed rozpoczęciem eksperymentu. Po jego zakończeniu odczytano zarejestrowane dane pomiarowe i przekazano je Komisji Nadzorującej. Montaż na stanowisku pomiarowym, konfiguracja i odczyt liczników zostały wykonane przez przedstawicieli uczestników eksperymentu. W trakcie prac nad raportem końcowym, uczestnicy eksperymentu mogli zgłaszać uwagi dotyczące zauważonych błędów odczytu bądź błędów w przetwarzaniu danych.

¹ Uczestnikami eksperymentu były firmy, które wypożyczyły liczniki do testów. W sesji I Pikniku AMI wzięło udział siedem firm, a w sesji II uczestniczyły cztery firmy.

2 Osoby do kontaktu ze strony realizatorów badań

AGH Akademia Górniczo-Hutnicza	dr inż. Andrzej Firlit tel. +48 12 617 28 36 tel. +48 603 877 809 andrzej.firlit@keiaspe.agh.edu.pl dr hab. inż. Andrzej Bień, prof. AGH tel. +48 12 617 28 57 tel. +48 502 657 962 abien@agh.edu.pl AGH Akademia Górniczo-Hutnicza Wydział Elektrotechniki, Automatyki, Informatyki i Inżynierii Biomedycznej, Katedra Energoelektroniki i Automatyki Systemów Przetwarzania Energii al. Mickiewicza 30 30-059 Kraków
Politechnika Wrocławska	mgr inż. Marek Wąsowski Politechnika Wrocławska Wydział Elektryczny ul. Z. Janiszewskiego 8 50-372 Wrocław tel. +48 71 320 44 28 tel. +48 603 805 835 marek.wasowski@pwr.edu.pl
TAURON Dystrybucja S.A.	dr inż. Marek Rogóż TAURON Dystrybucja Spółka Akcyjna Biuro Innowacji i Nowych Technologii ul. Jasnogórska 11 31-358 Kraków tel. +48 516 114 764 tel. +48 12 261 12 27 marek.rogoz@tauron-dystrybucja.pl

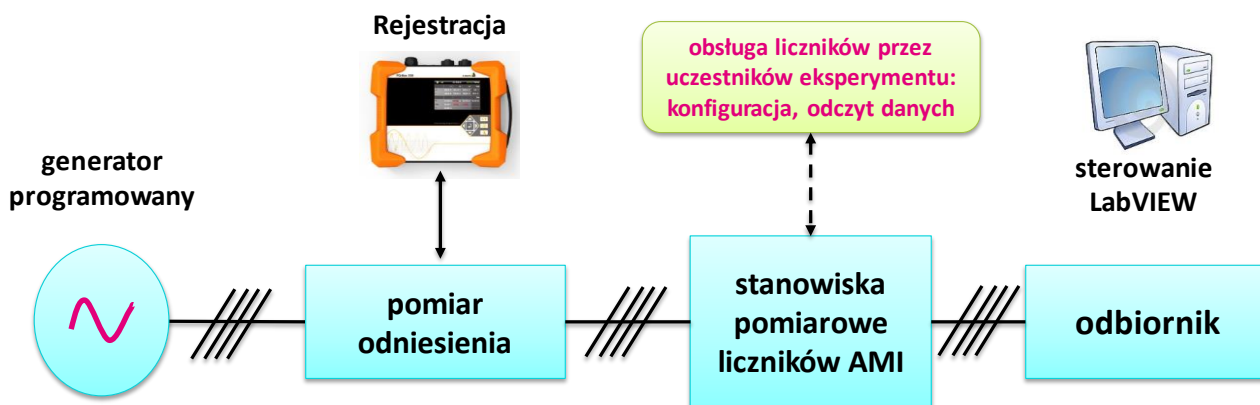
CZĘŚĆ I – BADANIA PORÓWNAWCZE WŁAŚCIWOŚCI METROLOGICZNYCH LICZNIKÓW

3 Opis eksperymentu i stanowiska pomiarowego

Eksperyment został zaplanowany w sposób umożliwiający jego publiczną realizację podczas trwania Pikniku AMI. W tym celu zbudowano modułowe stanowiska pomiarowe i zastosowano separowane bezpieczne zasilanie. Stanowiska liczników były dostępne dla uczestników eksperymentu do chwili rozpoczęcia testów. Po zamontowaniu liczniki zostały zaplombowane przez Komisję Nadzorującą, a następnie stanowisko badawcze zostało ogrodzone. Przedstawiciele uczestników eksperymentu i zainteresowani uczestnicy Pikniku AMI mogli obserwować przebieg testów. Sygnały testowe były na bieżąco prezentowane na tablicy interaktywnej.

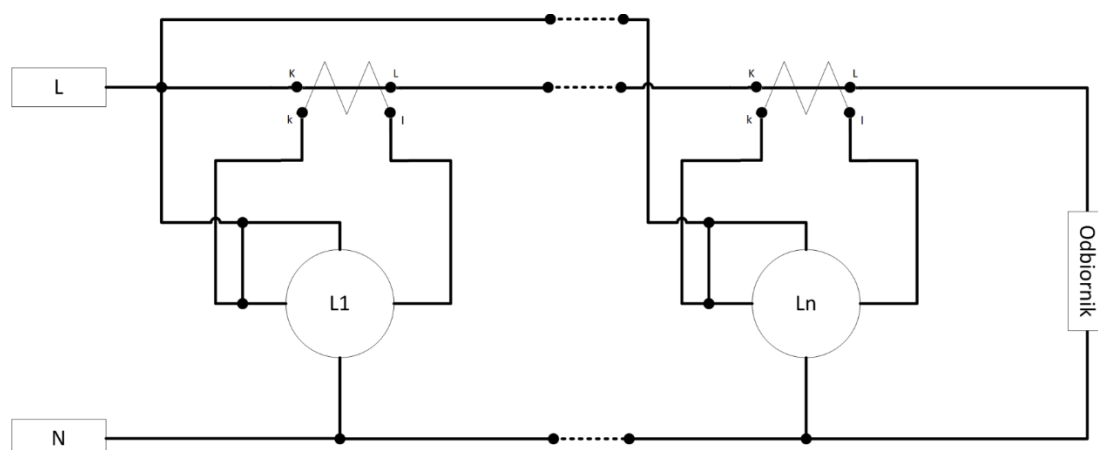
3.1 Stanowiska pomiarowe

Stanowiska pomiarowe do badania liczników energii elektrycznej zabudowano w sposób umożliwiający jednoznaczne rozdzielenie miejsca montowania testowanych liczników od pozostałych elementów obwodu. Schemat ideowy stanowiska do testów przedstawia rysunek 3.3.



Rysunek 3.3. Schemat ideowy eksperymentalnego stanowiska badawczego

Źródłem mierzonej przez liczniki energii był programowalny generator sterowany komputerowo według zaplanowanego harmonogramu. Testowa sieć elektroenergetyczna była skonfigurowana jako trójfazowa, czteroprzewodowa, bez przewodu ochronnego PE ze względu na wykorzystanie izolowanego źródła energii. Zastosowano zabezpieczenia uniemożliwiające osobom postronnym ingerencję w obwody elektryczne. Odbiornik dostosowano do zbudowanej sieci elektroenergetycznej, wszystkie elementy były połączone w gwiazdę. Dla kontroli warunków eksperymentu rejestrowano sygnały napięć i prądów fazowych. Posłużyły one do oceny generowanych zaburzeń oraz poprawności pracy generatora i odbiornika. W celu zapewnienia takich samych warunków pomiarów dla wszystkich liczników energii elektrycznej obwody napięciowe liczników dołączono do jednego punktu (Rys. 3.4). Ponieważ większość liczników ma wewnętrzne połączenia początków obwodów napięciowych i prądowych, niemożliwym było połączenie obwodów prądowych liczników szeregowo. Z tego względu zastosowano przekładniki prądowe, aby rozdzielić galwanicznie obwody poszczególnych liczników. Zastosowano przekładniki o przekładni 5A/5A i klasie 0,5.



Rysunek 3.4. Schemat ideowy połączenia jednej fazy liczników podczas eksperymentu (analogicznie w pozostałych fazach)

3.2 Harmonogram eksperymentu

Znaczące zainteresowanie Piknikiem AMI oraz liczny udział uczestników i obserwatorów wymagał przeprowadzenia wszystkich testów w sposób gwarantujący poprawną pracę wydzielonej sieci i zainstalowanych liczników energii elektrycznej oraz bezpieczeństwo uczestników.

Stanowiska laboratoryjne były dostępne na dzień przed eksperymentem, dzięki czemu uczestnicy mieli czas na staranny montaż liczników oraz przeprowadzenie kontroli poprawnego podłączenia i pracy mierników.

Eksperyment w dniu Pikniku AMI przeprowadzono pod nadzorem powołanej przez organizatorów Komisji Nadzorującej złożonej z niezależnych przedstawicieli Politechniki Częstochowskiej, Politechniki Opolskiej, Politechniki Śląskiej oraz Akademii Górniczo-Hutniczej. Testy przebiegły zgodnie z zaplanowanym harmonogramem. Po ich zakończeniu dane zostały odczytane przez przedstawicieli uczestników eksperymentu i przekazane Komisji Nadzorującej na nośnikach elektronicznych.

3.3 Sygnały testowe

Zrealizowano następujący zestaw testowych warunków zasilania badanych liczników:

1. zasilanie napięciem symetrycznym i asymetrycznym,
2. zasilanie napięciem symetrycznym i odkształconym,
3. zasilanie napięciem asymetrycznym i odkształconym,
4. zasilanie napięciem symetrycznym z modulacją amplitudy,
5. zasilanie z zapadami i wzrostami napięć,
6. zasilanie z zapadami napięcia oraz krótkimi przerwami w zasilaniu,
7. zasilanie z modulacją amplitudy napięcia i zawartością 5. harmonicznej,
8. zasilanie z zapadami napięcia i krótkimi przerwami w zasilaniu przy zmienności częstotliwości podstawowej,
9. zasilanie z modulacją fazy napięcia.

Przeprowadzono dwa rodzaje testów metrologicznych. Pierwsze dotyczyły pomiaru energii czynnej i biernej liczników jedno- i trójfazowych w zaburzonych warunkach zasilania, przy założeniu, że poziom zaburzeń nie przekracza wartości granicznych określonych w rozporządzeniu do Prawa Energetycznego (testy: 1-5, 8, 10). Drugi rodzaj testów dotyczył pomiaru energii czynnej i biernej w bardzo zaburzonych warunkach zasilania, dla których wskaźniki jakości napięcia znacząco przekraczały poziomy dopuszczalne i które nie powinny wystąpić w sieciach zasilających (testy: 6, 7, 9). Intencją organizatorów było określenie warunków granicznych poprawnej pracy liczników. Wyniki drugiego rodzaju testów nie są zawarte w niniejszym raporcie, a ich wyniki zostały udostępnione producentom uczestniczącym w Pikniu oraz instytucjom branżowym.

Odbiornik w sieci eksperymentalnej zmieniał się w trakcie poszczególnych testów, stanowił różne kombinacje następujących części składowych: odbiornika nieliniowego, rezystora, dławika z rdzeniem otwartym oraz kondensatora. Sekcje te były łączone równolegle po stronie odbiornika według przygotowanego wcześniej harmonogramu.

Czas trwania każdego testu wynosił 31 minut (dla każdego zestawu napięć testowych i konfiguracji odbiornika). W tym czasie powtarzano warunki eksperymentu w dwóch 15 minutowych przedziałach uzupełnionych o dodatkową minutę. Podyktowane to było brakiem możliwości dokładnej synchronizacji czasowej pomiędzy zegarami liczników energii elektrycznej oraz sterowaniem zastosowanego źródła energii. Przy założeniu, że podczas eksperymentu przesunięcie czasowe zegarów jest mniejsze od 1 minuty, każdy drugi 15-minutowy przedział odpowiada identycznym warunkom dla każdego licznika. Po przeprowadzeniu testów utrzymano na zaciskach liczników zasilanie symetryczne i wyłączono odbiornik tak, by możliwe były prace związane z zakończeniem eksperymentu.

3.4 Spis oznaczeń i symboli

W części raportu dotyczącej badań porównawczych właściwości metrologicznych liczników zastawowano następujące oznaczenia i symbole:

Ep	– energia czynna,
Ep_suma	– energia czynna sumaryczna dla układu trójfazowego,
Ep_L1	– energia czynna dla układu jednofazowego – faza L1,
Eq	– energia bierna,
Eq_suma	– energia bierna sumaryczna dla układu trójfazowego,
Eq_L1	– energia bierna dla układu jednofazowego – faza L1,

zawartość komórek w tabelach

0	– oznacza, że licznik zapisał w pliku wartość 0,
---	– oznacza, że licznik nie zapisał w pliku wartości,
brak pliku	– oznacza, że licznik nie zapisał pliku z danymi pomiarowymi,
***	– oznacza, że nie obliczono wartości różnicy bezwzględnej i względnej,

elementy wykresów

●	– oznacza, że licznik zapisał w pliku wartość 0,
○	– oznacza, że licznik nie zapisał pliku z danymi pomiarowymi (brak pliku),
▼	– brak danej.

3.5 Dane pomiarowe podlegające analizie

W raporcie przedstawiono wyniki pomiarów następujących wielkości:

- energii czynnej sumarycznej E_{p_suma} dla liczników trójfazowych,
- energii biernej sumarycznej E_{q_suma} dla liczników trójfazowych,
- energii czynnej E_{p_L1} dla liczników jednofazowych,
- energii biernej E_{q_L1} dla liczników jednofazowych.

Dla oceny pracy liczników wyznaczono i zamieszczono w niniejszym raporcie wartości następujących wskaźników:

- różnice względne i bezwzględne sumarycznej energii czynnej E_{p_suma} w odniesieniu do mediany dla liczników trójfazowych,
- różnice względne i bezwzględne sumarycznej energii biernej E_{q_suma} w odniesieniu do mediany dla liczników trójfazowych,
- różnice względne i bezwzględne energii czynnej E_{p_L1} w odniesieniu do mediany dla liczników jednofazowych.

Do obliczenia ww. wskaźników wykorzystano następujące zależności:

- dla różnicy bezwzględnej:

$$\delta_m = X_{\text{licznik}} - X_{\text{mediana}},$$

- dla różnicy względnej:

$$\delta_{m\%} = \frac{X_{\text{licznik}} - X_{\text{mediana}}}{X_{\text{mediana}}} \cdot 100\%.$$

gdzie:

X_{licznik} – wartość wielkości zmierzonej przez licznik,

X_{mediana} – wartość wielkości obliczonej ze wskazań liczników za pomocą funkcji mediana.

W przypadku zerowej wartości energii nie obliczano wartości różnicy bezwzględnej i względnej. Dla takiej sytuacji zastosowano w tabelach oznaczenie „***”.

4 Liczniki i firmy biorące udział w eksperymencie

W eksperymencie porównawczym testowano siedemnaście liczników energii elektrycznej udostępnionych przez siedem firm będących uczestnikami eksperymentu (Tabela 4.1). Liczniki podzielono na dwie grupy: 1-fazowe i 3-fazowe. Konfiguracja mierników, ich podłączenie do stanowiska testowego, a także odczyt danych pomiarowych, wykonane zostały przez przedstawicieli uczestników eksperymentu.

Tabela 4.1. Lista liczników energii elektrycznej oraz firm biorących udział w eksperymencie pomiarowym (kolejność alfabetyczna)

Lp.	Licznik – oznaczenie(*)	Typ licznika	Firma (uczestnik eksperymentu)
1.	ADD AD11B.1	1-fazowy	ADD Group T-MATIC Systems
2.	ADD AD13B.1(*)	3-fazowy	
3.	Apator smartEMU1 GPRS	1-fazowy	APATOR
4.	Apator smartEMU3 GPRS	3-fazowy	
5.	Apator smartESOX	3-fazowy	
6.	ELMESS AS220(*)	1-fazowy	ELMESS Metering
7.	ELMESS AS3000	3-fazowy	
8.	ELMESS AS3500	3-fazowy	
9.	EMH LZQJXC	3-fazowy	EMH Metering TE-EL & EMH & INTERBIN
10.	EMH NXT4	3-fazowy	
11.	Landis+Gyr E450 1f	1-fazowy	Landis+Gyr
12.	Landis+Gyr E450 3f	3-fazowy	
13.	Landis+Gyr S650	3-fazowy	
14.	Mitsubishi SMW100W1	1-fazowy	Mitsubishi Electric
15.	Mitsubishi SMW100W4	3-fazowy	
16.	NES 83332-1	1-fazowy	NES Network Energy Services
17.	NES 83332-3	3-fazowy	

(*) Spośród siedemnastu liczników, które brały udział w Pikniku AMI, w dwóch przypadkach nie odczytano plików z zapisanymi danymi pomiarowymi. Są to liczniki 1-fazowe: ADD AD11B.1 oraz Elmess AS220. W prezentowanych tabelach w wierszach dotyczących tych liczników wpisano tekst „brak pliku”. Natomiast na wykresach w przypadku braku danych zastosowano symbol ○.



Rysunek 4.1. Uczestnicy eksperymentu pomiarowego – loga firm, które wzięły udział w Pikniku AMI w części eksperymentalnej (kolejność alfabetyczna)

5 Zbiorcza prezentacja wyników pomiaru energii czynnej i biernej

W niniejszym rozdziale przedstawiono zbiorczo wyniki pomiarów w postaci tabel i wykresów. Zaprezentowano wyniki dotyczące energii czynnej i biernej. Liczniki oraz otrzymane z nich dane pomiarowe podzielono na dwie grupy: 3-fazowe i 1-fazowe. Dodatkowo przedstawiono zbiorczo wartości różnic bezwzględnych i względnych obliczonych dla energii czynnej i biernej. Do obliczenia różnic bezwzględnych i względnych wykorzystano wartość wyznaczoną ze wskazań liczników za pomocą funkcji mediana. W przypadku liczników 3-fazowych prezentowana jest sumaryczna energia czynna i bierna.

Kolejność tabel i wykresów:

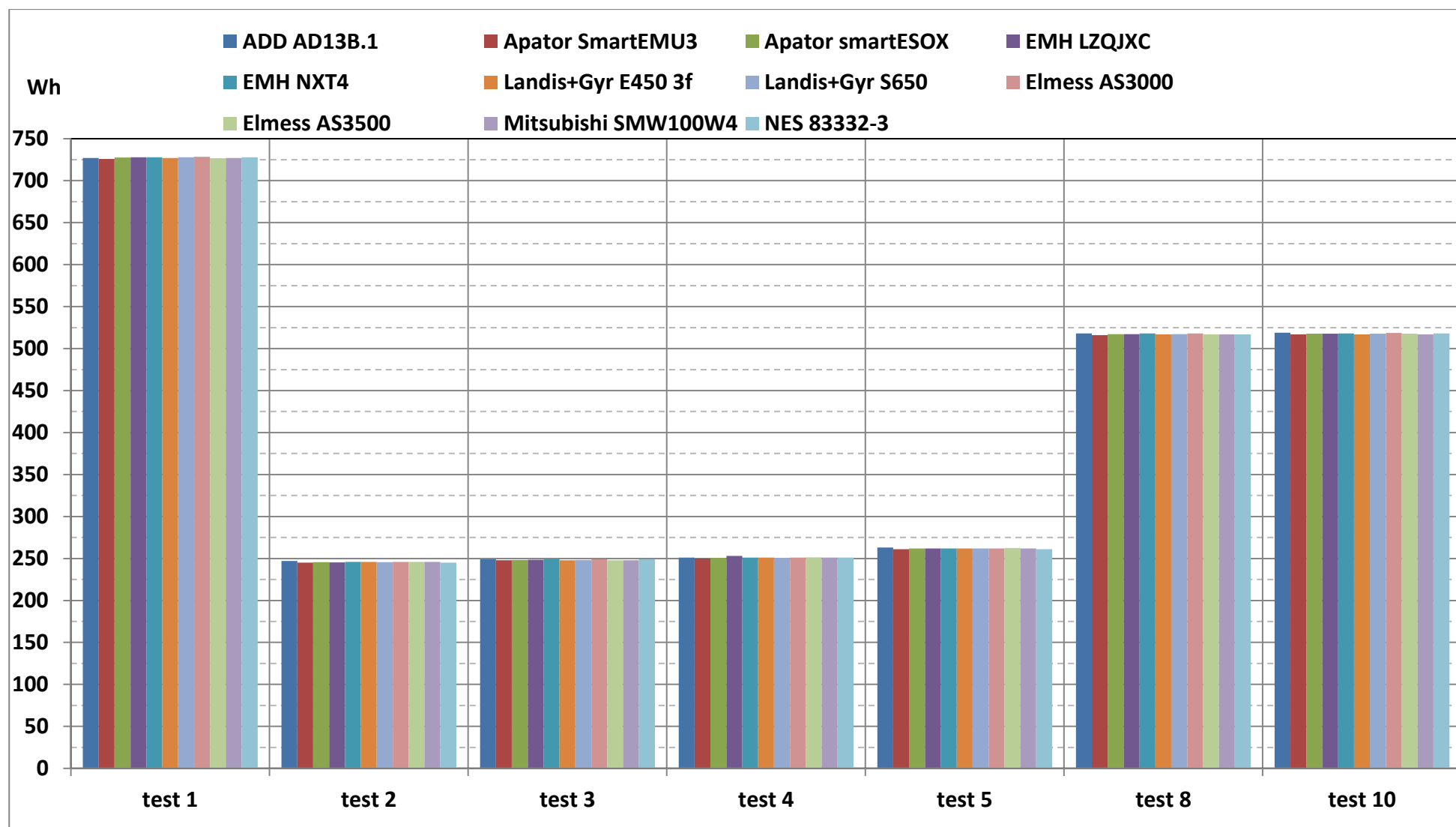
Zbiorcze przedstawienie wyników pomiaru energii czynnej sumarycznej E_{p_suma} dla liczników 3-fazowych – tabela,	rozd. 5.1
Wykres zbiorczy wyników pomiaru energii czynnej sumarycznej E_{p_suma} dla liczników 3-fazowych,	rozd. 5.2
Zbiorcze przedstawienie różnic bezwzględnych dla pomiarów energii czynnej sumarycznej E_{p_suma} dla liczników 3-fazowych – tabela,	rozd. 5.3
Wykres zbiorczy różnic bezwzględnych dla pomiarów energii czynnej sumarycznej E_{p_suma} dla liczników 3-fazowych,	rozd. 5.4
Zbiorcze przedstawienie różnic względnych dla pomiarów energii czynnej sumarycznej E_{p_suma} dla liczników 3-fazowych – tabela,	rozd. 5.5
Wykres zbiorczy różnic względnych dla pomiarów energii czynnej sumarycznej E_{p_suma} dla liczników 3-fazowych,	rozd. 5.6
Zbiorcze przedstawienie wyników pomiaru energii biernej sumarycznej E_{q_suma} dla liczników 3-fazowych – tabela,	rozd. 5.7
Wykres zbiorczy wyników pomiaru energii biernej sumarycznej E_{q_suma} dla liczników 3-fazowych,	rozd. 5.8
Zbiorcze przedstawienie różnic bezwzględnych dla pomiarów energii biernej sumarycznej E_{q_suma} dla liczników 3-fazowych – tabela,	rozd. 5.9
Wykres zbiorczy różnic bezwzględnych dla pomiarów energii biernej sumarycznej E_{q_suma} dla liczników 3-fazowych,	rozd. 5.10
Zbiorcze przedstawienie różnic względnych dla pomiarów energii biernej sumarycznej E_{q_suma} dla liczników 3-fazowych – tabela,	rozd. 5.11
Wykres zbiorczy różnic względnych dla pomiarów energii biernej sumarycznej E_{q_suma} dla liczników 3-fazowych,	rozd. 5.12
Zbiorcze przedstawienie wyników pomiaru energii czynnej E_{p_L1} dla liczników 1-fazowych (faza L1) – tabela,	rozd. 5.13

Wykres zbiorczy wyników pomiaru energii czynnej Ep_{L1} dla liczników 1-fazowych (faza L1),	rozd. 5.14
Zbiorcze przedstawienie różnic bezwzględnych dla pomiarów energii czynnej Ep_{L1} dla liczników 1-fazowych (faza L1) – tabela,	rozd. 5.15
Wykres zbiorczy różnic bezwzględnych dla pomiarów energii czynnej Ep_{L1} dla liczników 1-fazowych (faza L1),	rozd. 5.16
Zbiorcze przedstawienie różnic względnych dla pomiarów energii czynnej Ep_{L1} dla liczników 1-fazowych (faza L1) – tabela,	rozd. 5.17
Wykres zbiorczy różnic względnych dla pomiarów energii czynnej Ep_{L1} dla liczników 1-fazowych (faza L1),	rozd. 5.18

5.1 Zbiorcze przedstawienie wyników pomiaru energii czynnej sumarycznej E_{p_suma} dla liczników 3-fazowych

Licznik	Energia czynna sumaryczna E_{p_suma} [Wh]						
	Testy						
	1	2	3	4	5	8	10
ADD AD13B.1	727,00	247,00	249,00	251,00	263,00	518,00	519,00
Apator SmartEMU3 GPRS	726,00	245,00	248,00	250,00	261,00	516,00	517,00
Apator smartESOX	727,63	245,50	248,32	250,71	261,76	517,21	517,71
EMH LZQJXC	727,80	245,20	248,50	253,10	261,80	517,30	517,80
EMH NXT4	728,00	246,00	249,00	251,00	262,00	518,00	518,00
Landis+Gyr E450 3f	727,00	246,00	248,00	251,00	262,00	517,00	517,00
Landis+Gyr S650	727,90	245,50	248,30	250,80	261,80	517,20	517,80
Elmess AS3000	728,50	246,00	249,00	251,00	262,00	518,00	518,50
Elmess AS3500	726,60	246,00	247,90	251,40	262,50	516,90	517,80
Mitsubishi SMW100W4	727,00	246,00	248,00	251,00	262,00	517,00	517,00
NES 83332-3	728,00	245,00	249,00	251,00	261,00	517,00	518,00

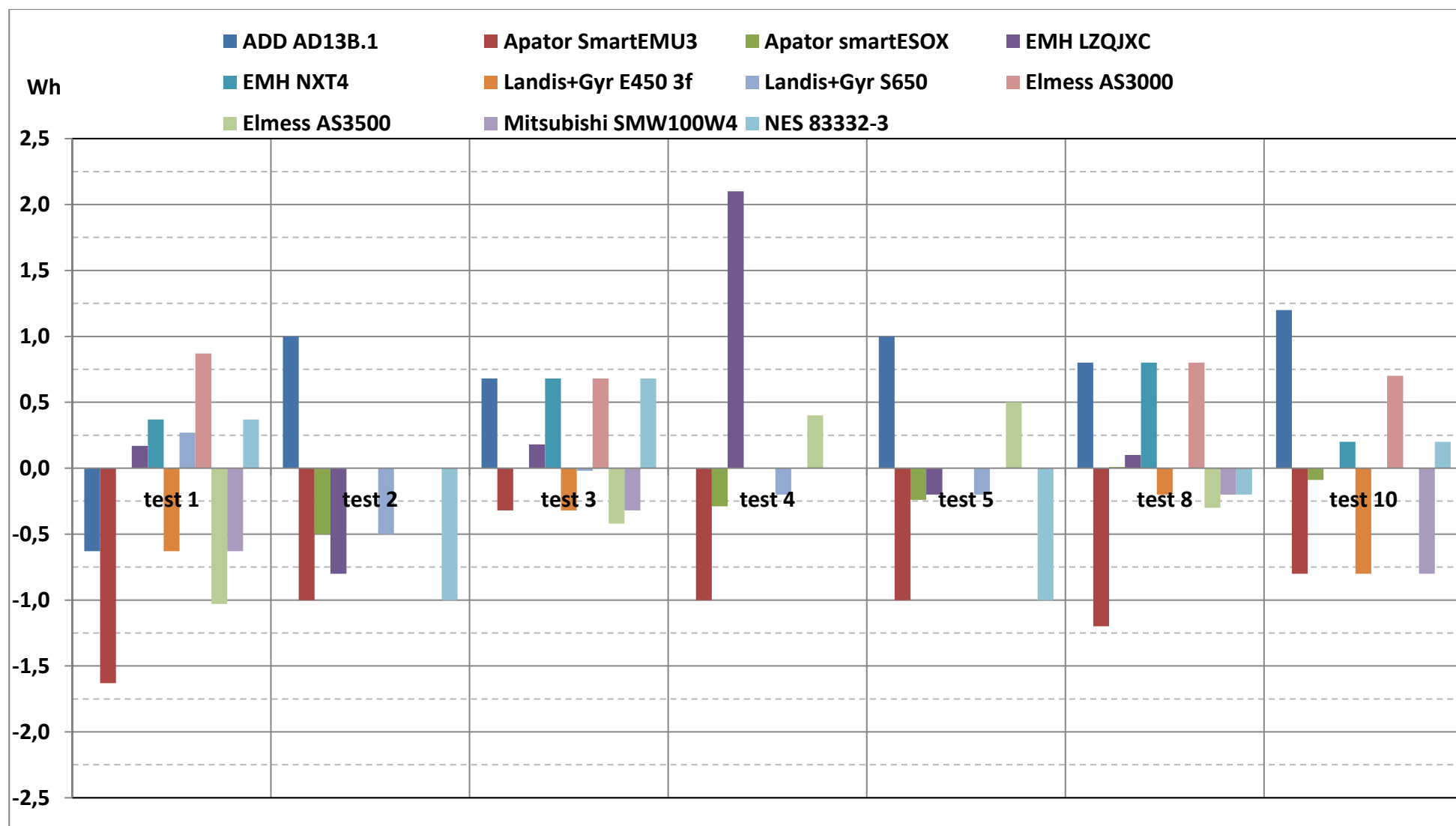
5.2 Wykres zbiorczy wyników pomiaru energii czynnej sumarycznej E_p _suma dla liczników 3-fazowych



5.3 Zbiorcze przedstawienie różnic bezwzględnych dla pomiarów energii czynnej sumarycznej Ep_suma dla liczników 3-fazowych

Licznik	test 1	test 2	test 3	test 4	test 5	test 8	test 10
	Różnice bezwzględne dla energii czynnej sumarycznej Ep_suma - liczniki 3-fazowe						
	Wh						
ADD AD13B.1	-0,63	1,00	0,68	0,00	1,00	0,80	1,20
Apator SmartEMU3 GPRS	-1,63	-1,00	-0,32	-1,00	-1,00	-1,20	-0,80
Apator smartESOX	0,00	-0,50	0,00	-0,29	-0,24	0,01	-0,09
EMH LZQJXC	0,17	-0,80	0,18	2,10	-0,20	0,10	0,00
EMH NXT4	0,37	0,00	0,68	0,00	0,00	0,80	0,20
Landis+Gyr E450 3f	-0,63	0,00	-0,32	0,00	0,00	-0,20	-0,80
Landis+Gyr S650	0,27	-0,50	-0,02	-0,20	-0,20	0,00	0,00
Elmess AS3000	0,87	0,00	0,68	0,00	0,00	0,80	0,70
Elmess AS3500	-1,03	0,00	-0,42	0,40	0,50	-0,30	0,00
Mitsubishi SMW100W4	-0,63	0,00	-0,32	0,00	0,00	-0,20	-0,80
NES 83332-3	0,37	-1,00	0,68	0,00	-1,00	-0,20	0,20

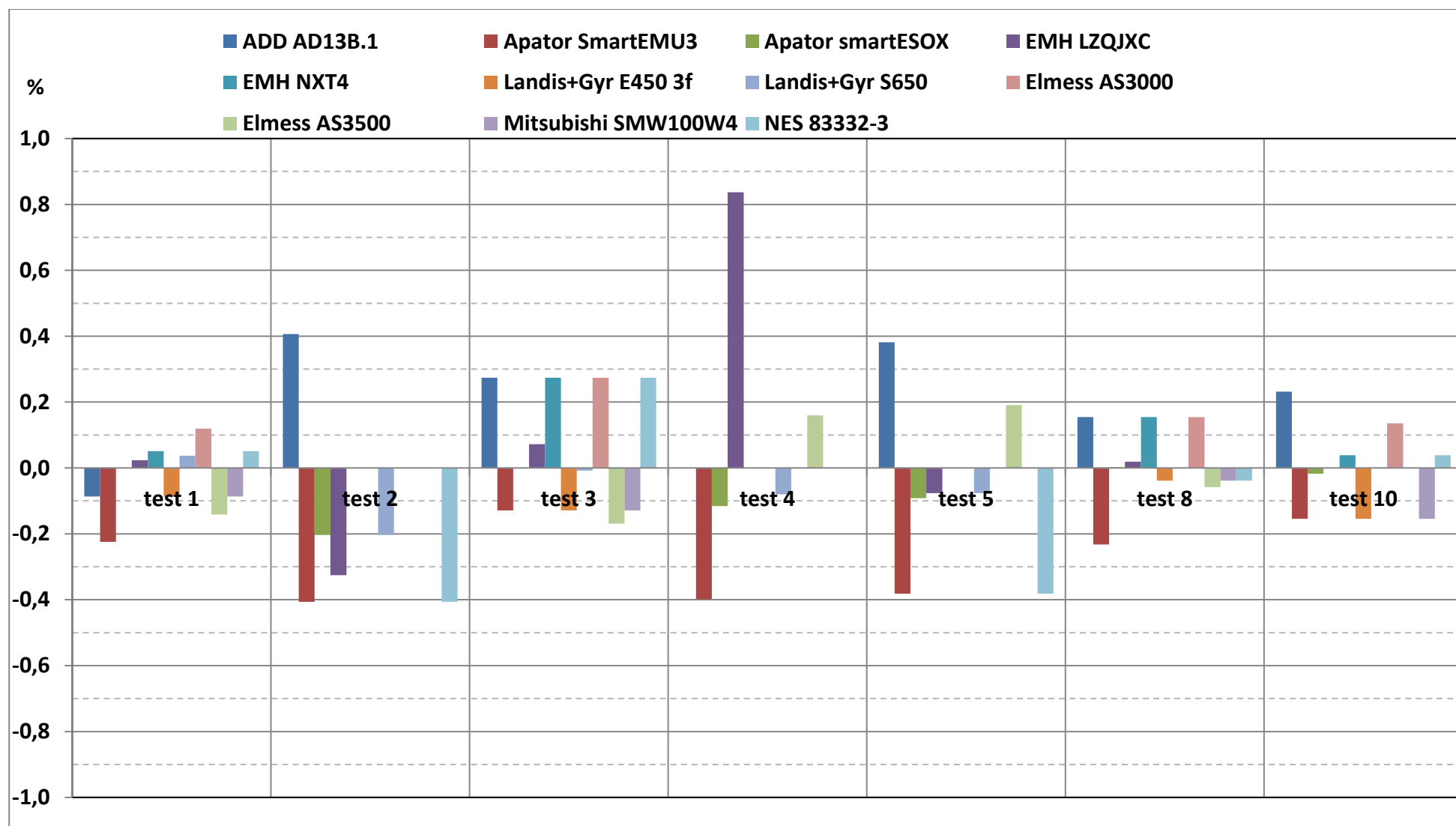
5.4 Wykres zbiorczy różnic bezwzględnych dla pomiarów energii czynnej sumarycznej E_p suma dla liczników 3-fazowych



5.5 Zbiorcze przedstawienie różnic względnych dla pomiarów energii czynnej sumarycznej E_p _suma dla liczników 3-fazowych

Licznik	test 1	test 2	test 3	test 4	test 5	test 8	test 10
	Różnice względne dla energii czynnej sumarycznej E_p _suma - liczniki 3-fazowe						
	%						
ADD AD13B.1	-0,09	0,41	0,27	0,00	0,38	0,15	0,23
Apator SmartEMU3 GPRS	-0,22	-0,41	-0,13	-0,40	-0,38	-0,23	-0,15
Apator smartESOX	0,00	-0,20	0,00	-0,12	-0,09	0,00	-0,02
EMH LZQJXC	0,02	-0,33	0,07	0,84	-0,08	0,02	0,00
EMH NXT4	0,05	0,00	0,27	0,00	0,00	0,15	0,04
Landis+Gyr E450 3f	-0,09	0,00	-0,13	0,00	0,00	-0,04	-0,15
Landis+Gyr S650	0,04	-0,20	-0,01	-0,08	-0,08	0,00	0,00
Elmess AS3000	0,12	0,00	0,27	0,00	0,00	0,15	0,14
Elmess AS3500	-0,14	0,00	-0,17	0,16	0,19	-0,06	0,00
Mitsubishi SMW100W4	-0,09	0,00	-0,13	0,00	0,00	-0,04	-0,15
NES 83332-3	0,05	-0,41	0,27	0,00	-0,38	-0,04	0,04

5.6 Wykres zbiorczy różnic względnych dla pomiarów energii czynnej sumarycznej E_p _suma dla liczników 3-fazowych

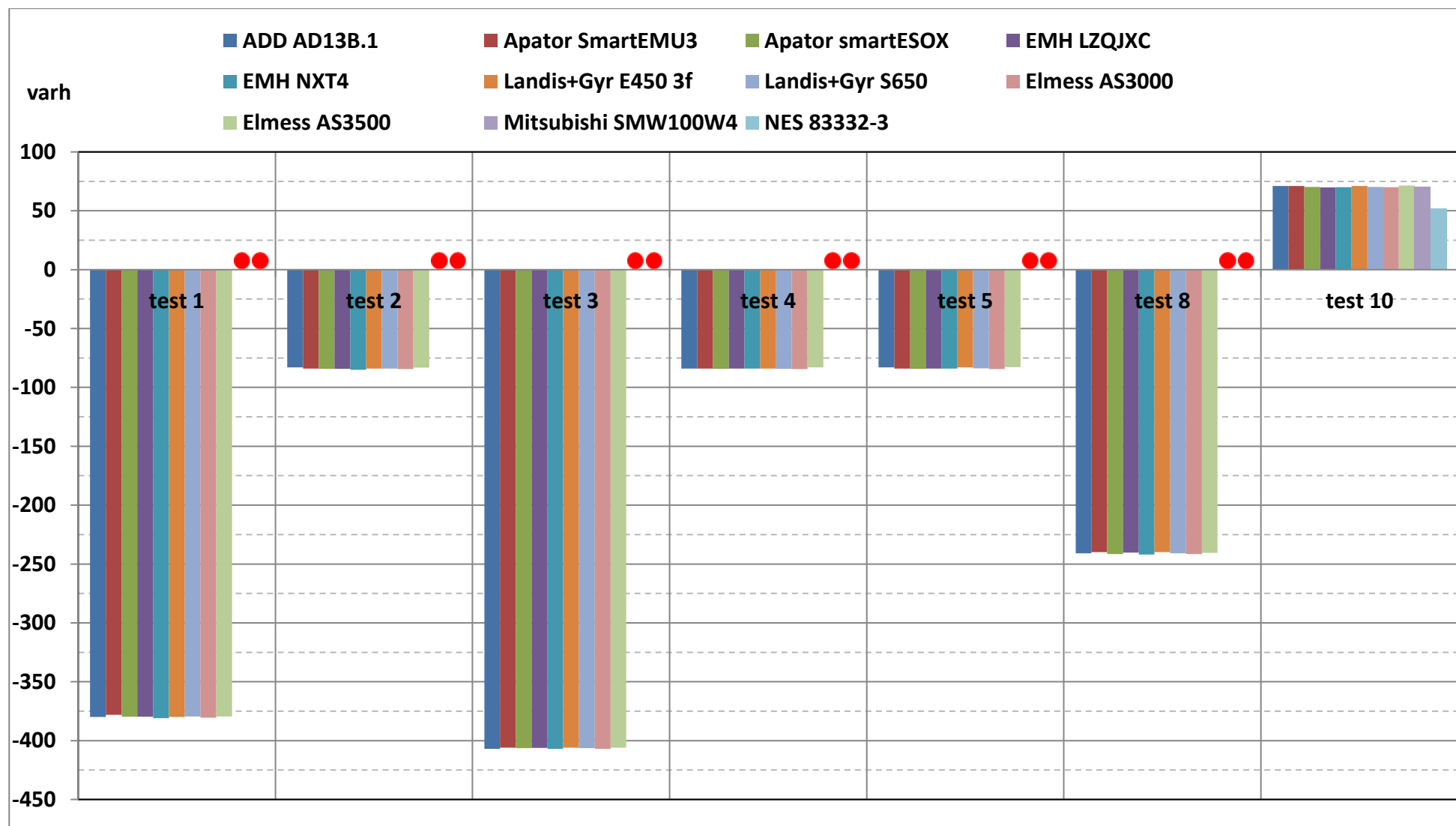


5.7 Zbiorcze przedstawienie wyników pomiaru energii biernej sumarycznej E_{q_suma} dla liczników 3-fazowych

Licznik	Energia bierna sumaryczna E_{q_suma} [varh]						
	Testy						
	1	2	3	4	5	8	10
ADD AD13B.1	-380,00	-83,00	-407,00	-84,00	-83,00	-241,00	71,00
Apator SmartEMU3 GPRS	-378,00	-84,00	-406,00	-84,00	-84,00	-240,00	71,00
Apator smartESOX	-379,77	-84,24	-406,34	-84,29	-84,12	-241,58	70,17
EMH LZQJXC	-379,70	-84,20	-406,10	-84,10	-84,00	-240,40	69,90
EMH NXT4	-381,00	-85,00	-407,00	-84,00	-84,00	-242,00	70,00
Landis+Gyr E450 3f	-380,00	-84,00	-406,00	-84,00	-83,00	-240,00	71,00
Landis+Gyr S650	-379,60	-84,10	-406,30	-84,20	-83,90	-240,90	70,20
Elmess AS3000	-380,50	-84,50	-407,00	-84,50	-84,50	-241,50	70,00
Elmess AS3500	-379,50	-83,10	-405,90	-83,00	-82,80	-240,50	71,50
Mitsubishi SMW100W4 ^(*)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	70,00
NES 83332-3 ^(*)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	52,00

* pomiar energii uwzględniający jedynie ćwiartki 1 i 2

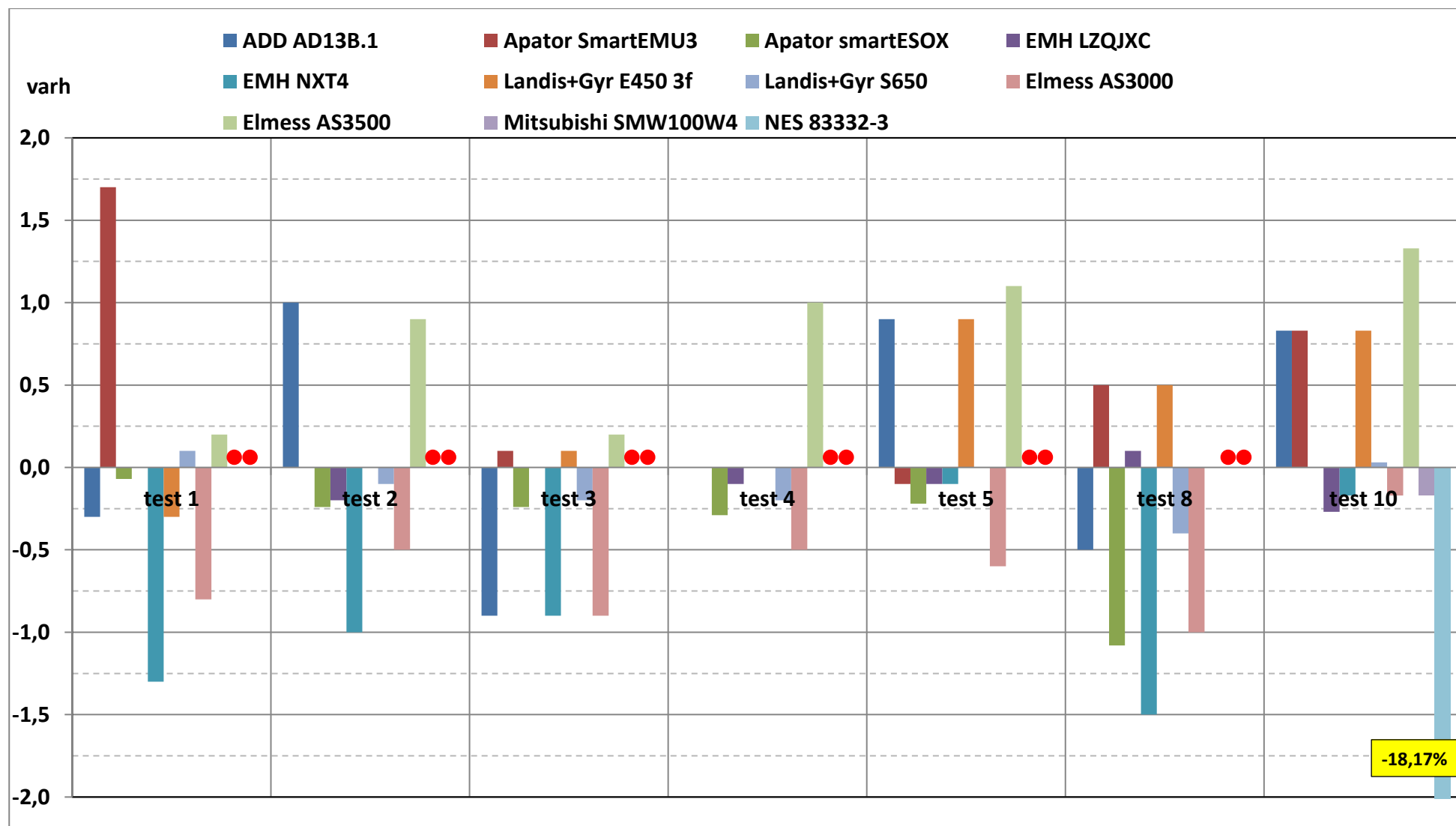
5.8 Wykres zbiorczy wyników pomiaru energii biernej sumarycznej E_q_suma dla liczników 3-fazowych



5.9 Zbiorcze przedstawienie różnic bezwzględnych dla pomiarów energii biernej sumarycznej E_q_suma dla liczników 3-fazowych

Licznik	test 1	test 2	test 3	test 4	test 5	test 8	test 10
	Różnice bezwzględne dla energii biernej sumarycznej E_q_suma - liczniki 3-fazowe						
	varh						
ADD AD13B.1	-0,30	1,00	-0,90	0,00	0,90	-0,50	0,83
Apator SmartEMU3 GPRS	1,70	0,00	0,10	0,00	-0,10	0,50	0,83
Apator smartESOX	-0,07	-0,24	-0,24	-0,29	-0,22	-1,08	0,00
EMH LZQJXC	0,00	-0,20	0,00	-0,10	-0,10	0,10	-0,27
EMH NXT4	-1,30	-1,00	-0,90	0,00	-0,10	-1,50	-0,17
Landis+Gyr E450 3f	-0,30	0,00	0,10	0,00	0,90	0,50	0,83
Landis+Gyr S650	0,10	-0,10	-0,20	-0,20	0,00	-0,40	0,03
Elmess AS3000	-0,80	-0,50	-0,90	-0,50	-0,60	-1,00	-0,17
Elmess AS3500	0,20	0,90	0,20	1,00	1,10	0,00	1,33
Mitsubishi SMW100W4	***	***	***	***	***	***	-0,17
NES 83332-3	***	***	***	***	***	***	-18,17

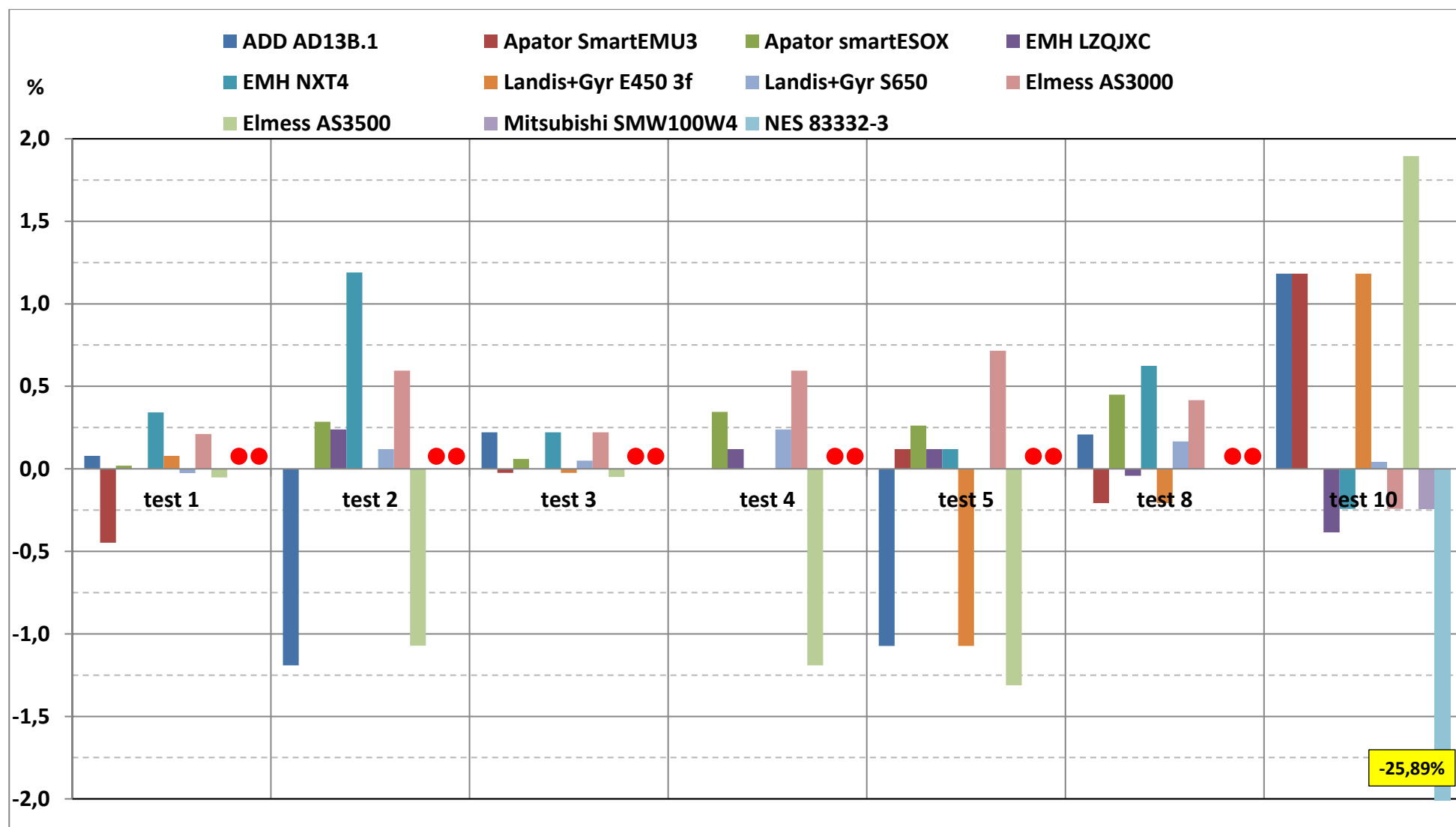
5.10 Wykres zbiorczy różnic bezwzględnych dla pomiarów energii biernej sumarycznej E_{q_suma} dla liczników 3-fazowych



5.11 Zbiorcze przedstawienie różnic względnych dla pomiarów energii biernej sumarycznej E_q_suma dla liczników 3-fazowych

Licznik	test 1	test 2	test 3	test 4	test 5	test 8	test 10
	Różnice względne dla energii biernej sumarycznej E_q_suma - liczniki 3-fazowe						
	%						
ADD AD13B.1	0,08	-1,19	0,22	0,00	-1,07	0,21	1,18
Apator SmartEMU3 GPRS	-0,45	0,00	-0,02	0,00	0,12	-0,21	1,18
Apator smartESOX	0,02	0,29	0,06	0,35	0,26	0,45	0,00
EMH LZQJXC	0,00	0,24	0,00	0,12	0,12	-0,04	-0,38
EMH NXT4	0,34	1,19	0,22	0,00	0,12	0,62	-0,24
Landis+Gyr E450 3f	0,08	0,00	-0,02	0,00	-1,07	-0,21	1,18
Landis+Gyr S650	-0,03	0,12	0,05	0,24	0,00	0,17	0,04
Elmess AS3000	0,21	0,60	0,22	0,60	0,72	0,42	-0,24
Elmess AS3500	-0,05	-1,07	-0,05	-1,19	-1,31	0,00	1,90
Mitsubishi SMW100W4	***	***	***	***	***	***	-0,24
NES 83332-3	***	***	***	***	***	***	-25,89

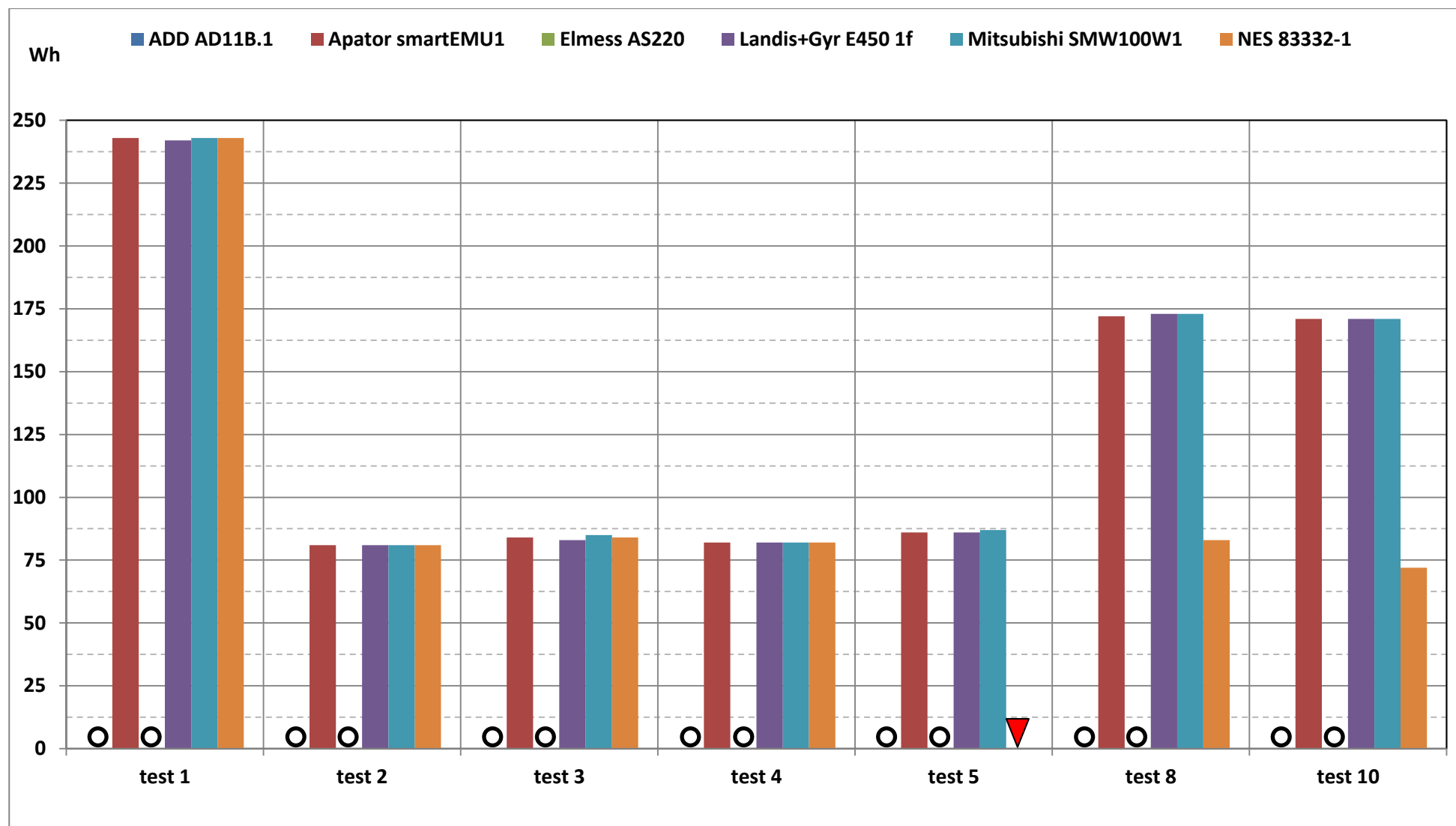
5.12 Wykres zbiorczy różnic względnych dla pomiarów energii biernej sumarycznej E_q_suma dla liczników 3-fazowych



5.13 Zbiorcze przedstawienie wyników pomiaru energii czynnej Ep_L1 dla liczników 1-fazowych (faza L1)

Licznik	Energia czynna Ep_L1 [Wh]						
	Test						
	1	2	3	4	5	8	10
ADD AD11B.1	brak pliku						
Apator smartEMU1 GPRS	243,00	81,00	84,00	82,00	86,00	172,00	171,00
Elmess AS220	brak pliku						
Landis+Gyr E450 1f	242,00	81,00	83,00	82,00	86,00	173,00	171,00
Mitsubishi SMW100W1	243,00	81,00	85,00	82,00	87,00	173,00	171,00
NES 83332-1	243,00	81,00	84,00	82,00	---	83,00	72,00

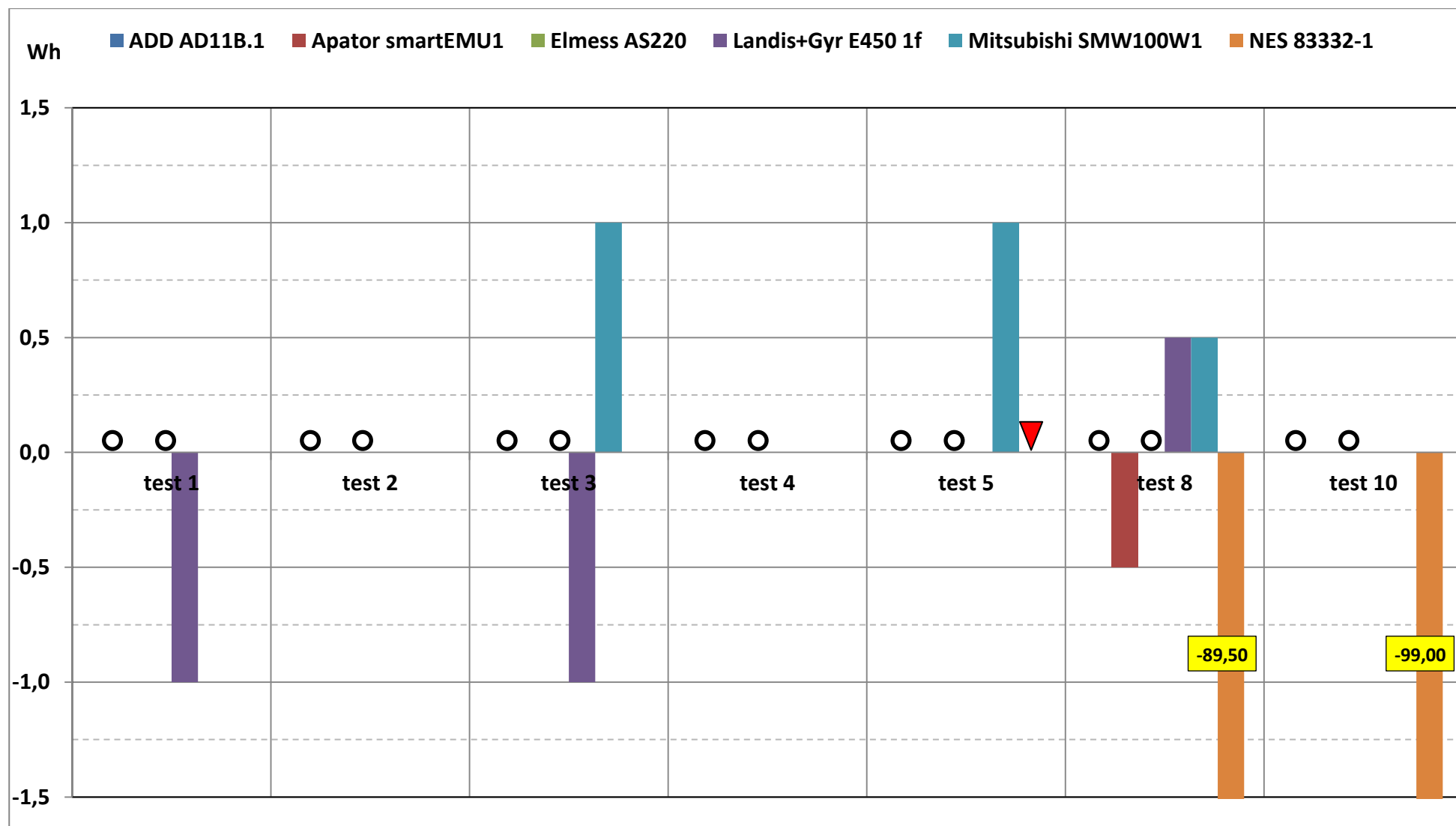
5.14 Wykres zbiorczy wyników pomiaru energii czynnej E_{p_L1} dla liczników 1-fazowych (faza L1)



5.15 Zbiorcze przedstawienie różnic bezwzględnych dla pomiarów energii czynnej E_{p_L1} dla liczników 1-fazowych (faza L1)

Licznik	test 1	test 2	test 3	test 4	test 5	test 8	test 10
	Różnice bezwzględne dla energii czynnej E_{p_L1} – liczniki 1-fazowe						
	varh						
ADD AD11B.1	brak pliku						
Apator smartEMU1 GPRS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,50	0,00
Elmess AS220	brak pliku						
Landis+Gyr E450 1f	-1,00	0,00	-1,00	0,00	0,00	0,50	0,00
Mitsubishi SMW100W1	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,50	0,00
NES 83332-1	0,00	0,00	0,00	0,00	---	-89,50	-99,00

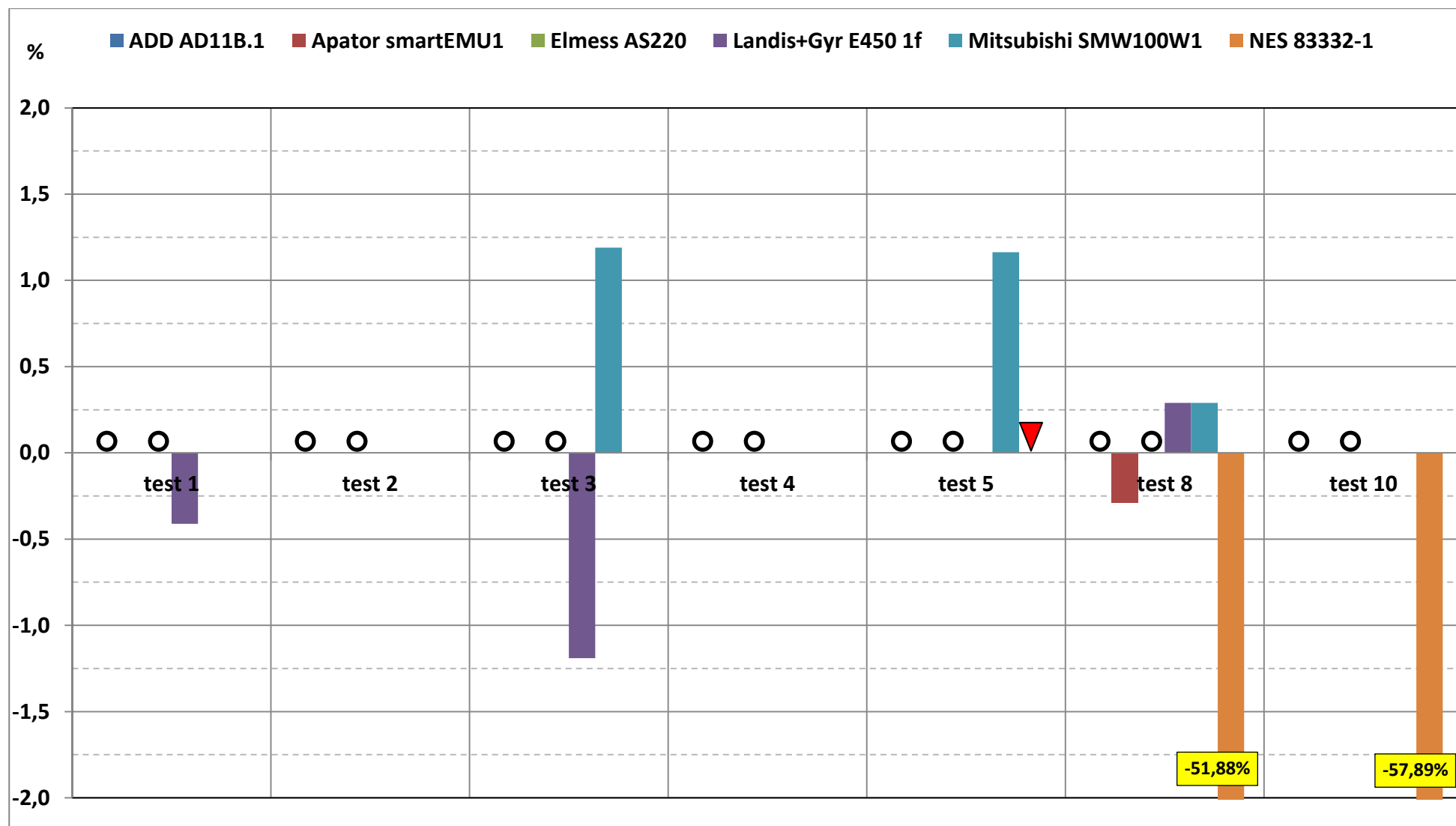
5.16 Wykres zbiorczy różnic bezwzględnych dla pomiarów energii czynnej E_{p_L1} dla liczników 1-fazowych (faza L1)



5.17 Zbiorcze przedstawienie różnic względnych dla pomiarów energii czynnej Ep_L1 dla liczników 1-fazowych (faza L1)

Licznik	test 1	test 2	test 3	test 4	test 5	test 8	test 10
	Różnice względne dla energii czynnej Ep_L1 – liczniki 1-fazowe						
	%						
ADD AD11B.1	brak pliku						
Apator smartEMU1 GPRS	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,29	0,00
Elmess AS220	brak pliku						
Landis+Gyr E450 1f	-0,41	0,00	-1,19	0,00	0,00	0,29	0,00
Mitsubishi SMW100W1	0,00	0,00	1,19	0,00	1,16	0,29	0,00
NES 83332-1	0,00	0,00	0,00	0,00	---	-51,88	-57,89

5.18 Wykres zbiorczy różnic względnych dla pomiarów energii czynnej E_{p_L1} dla liczników 1-fazowych (faza L1)



6 Ocena wyników badań porównawczych właściwości metrologicznych liczników

Przeprowadzone podczas Pikniku AMI testy liczników były oparte o jednakowe sygnały prądów i napięć dla wszystkich mierników. Liczniki zostały podzielone na dwie grupy: 1-fazowe i 3-fazowe. Dla obu grup przedstawiono wyniki w postaci tabel oraz wykresów. Analizy przedstawionych wyników zestawiono w postaci zbioru zaobserwowanych różnic.

Podsumowaniem analiz jest zestawienie rozrzutu wyników pomiarów dla poszczególnych testów oraz w odniesieniu do każdego licznika AMI. Należy zwrócić uwagę na sposób liczenia wartości średnich dla poszczególnych testów, są one estymatorami obciążonymi, co widać w tabelach 6.1 i 6.2. Przy wyznaczaniu wartości średnich uwzględniono wskazania wszystkich mierników, łącznie z wartościami „odstającymi”. Wartości niepewności pomiarowej dla takich obliczeń są więc duże. Inaczej wyglądają wyniki oparte o analizę mediany i odchylenia medianowego. Obliczenia medianowe są bardziej odporne od obliczeń średniej na występowanie wartości „odstających”. Analizę niepewności odnoszącą się do oceny przedziału wyników, w którym liczniki wskazują mierzone wartości, przedstawiono w tabeli 6.1 i 6.2.

Tabela 6.1. Ocena statystyczna wyników pomiarów energii czynnej E_p_suma dla liczników 3-fazowych

Test	Rozrzut [Wh]	Niepewność odniesiona do wartości średniej [%]	Odchylenie medianowe MAD [Wh]	Niepewność mediany [%]
1	2,50	0,34	0,32	0,017
2	2,00	0,81	0,80	0,12
3	1,10	0,44	0,00	0,00
4	3,10	1,23	0,46	0,07
5	2,00	0,76	0,38	0,055
8	2,00	0,39	0,016	0,0012
10	2,00	0,39	0,14	0,011

Tabela 6.2. Ocena statystyczna wyników pomiarów energii biernej E_q_suma dla liczników 3-fazowych

Test	Rozrzut [Wh]	Niepewność odniesiona do wartości średniej [%]	Odchylenie medianowe MAD [Wh]	Niepewność mediany [%]
1	3,00	0,79	0,00	0,00
2	2,00	2,40	0,22	0,10
3	1,10	0,27	0,064	0,006
4	1,50	1,80	0,46	0,21
5	1,70	2,10	0,19	0,086
8	2,00	0,83	1,10	0,17
10	19,5	28,3	0,00	0,00

Zerowa wartość odchylenia medianowego jest skutkiem jednakowych wyników pomiaru w danym teście dla przeważającej liczby liczników. Można zauważyć zgodność wyników pomiarów liczników w testach z przebiegami nieodkształconymi i w testach bez zmian wartości skutecznej napięcia, a więc w warunkach zbliżonych do występujących podczas pomiarów legalizacyjnych. Zestawienie wyników dla testów liczników jednofazowych nie jest prezentowane ze względu na małą liczbę danych, np. w niektórych testach dostępny jest tylko jeden wynik. Porównanie oszacowania niepewności wartości średniej i mediany wskazuje, że niepewność mediany jest zdecydowanie mniejsza, a zatem w grupie badanych liczników występował co najmniej jeden wyznaczający wartości odstające od pozostałych wyników pomiarów.

Zaprezentowane w poprzednich rozdziałach wyniki badań porównawczych pozwalają na następujące stwierdzenia podsumowujące:

❑ **dla energii czynnej sumarycznej E_p_suma – liczniki 3-fazowe**

- w każdym teście wszystkie liczniki 3-fazowe dokonały pomiaru energii czynnej sumarycznej E_p_suma ,
- różnica względna zmienia się od -0,41% do 0,84%,
- największy zakres zmian wystąpił w teście 4 i wynosi 1,24%,

❑ **dla energii biernej sumarycznej E_q_suma – liczniki 3-fazowe**

- nie wszystkie liczniki 3-fazowe dokonały pomiaru energii biernej sumarycznej w każdym teście,
- różnica względna zmienia się od -1,31% do 1,90% z wyłączeniem pomiaru wykonanego licznikiem NES 83332-3 w teście 10,
- największy zakres zmian wystąpił w teście 2 i wynosi 2,38% – z wyłączeniem jw.,

❑ **dla energii czynnej E_p_L1 – liczniki 1-fazowe**

- nie wszystkie liczniki 1-fazowe dokonały pomiaru energii czynnej w każdym teście,
- różnica względna zmienia się od -1,19% do 1,19% z wyłączeniem pomiaru wykonanego licznikiem NES 83332-3 w testach 8 i 10,
- największy zakres zmian wystąpił w teście 3 i wynosi 2,38% – z wyłączeniem jw.

CZĘŚĆ II – BADANIA PORÓWNAWCZE WŁAŚCIWOŚCI KOMUNIKACYJNYCH LICZNIKÓW

7 Opis eksperymentu i stanowiska pomiarowego

7.1 Opis stanowiska pomiarowego:

Stanowisko pomiarowe (Rys.7.1) zaprojektowano i wykonano w celu przeprowadzenia eksperymentu porównawczego właściwości komunikacyjnych liczników energii elektrycznej w ramach Pikniku AMI.

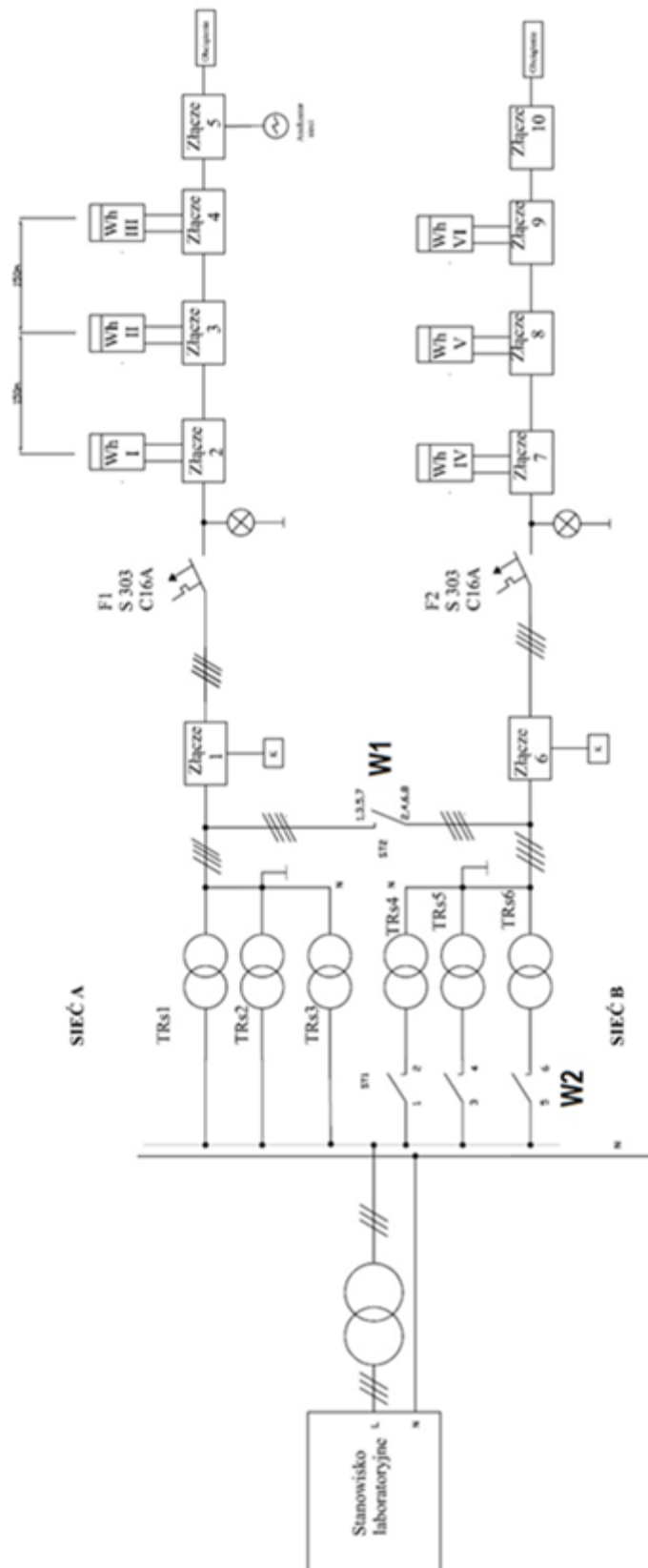


Rys. 7.1. Stanowisko pomiarowe w ramach eksperymentu porównawczego efektywności komunikacji liczników inteligentnych w ramach Pikniku AMI

W skład stanowiska pomiarowego wchodziły:

- odseparowane (transformatorem separacyjnym) dwa 3-fazowe obwody sieci niskiego napięcia o długości ok. 350 m każdy,
- analizator jakości zasilania,
- obciążenia:
 - 3-fazowy silnik o mocy 2,2 kW zasilany przez przemiennik częstotliwości,
 - źródła światła (LED, świetlówki kompaktowe, żarowe, sodowe),
 - komputerowe zasilacze impulsowe,
 - przenośna spawarka domowa.

Schemat stanowiska pomiarowego przedstawiony został na Rys. 7.2.



Rys. 7.2. Schemat stanowiska pomiarowego zaprojektowano i wykonano w celu przeprowadzenia eksperymentu porównawczego właściwości komunikacyjnych liczników energii elektrycznej w ramach Pikniku AMI

7.2 Opis metodyki przeprowadzenia eksperymentu oraz prezentacji wyników

W ramach przygotowań do Pikniku AMI zespół badawczy Politechniki Wrocławskiej przygotował i uzgodnił z Producentami dokumenty zawierające szczegółowy opis procedur testowych do badań komunikacyjnych wraz z harmonogramem badań.

Każdy z Uczestników II części eksperymentu porównawczego, który dotyczył badań właściwości komunikacyjnych, zobowiązał się do dostarczenia na Politechnikę Wrocławską systemu AMI składającego się z liczników 1-fazowych oraz 3-fazowych, koncentratorów, systemu odczytowego oraz dokumentacji technicznej urządzeń.

Przedstawiciel każdego z Producentów liczników/urządzeń sam wykonał montaż liczników, na specjalnie do tego przygotowanych stanowiskach pomiarowych, sparametryzował liczniki według otrzymanych wymagań oraz sprawdził poprawność działania systemu, co potwierdził w protokole z badań.

Na zakończenie badań Producenci liczników pobrali z koncentratorów wyniki, które generowały się podczas testów i przekazali je protokolarnie dla zespołu badawczego Politechniki Wrocławskiej. Po sporządzeniu raportu z badań Producenci liczników mieli wgląd w opracowany raport, potwierdzili poprawność danych i wnieśli do niego swoje uwagi.

Eksperyment porównawczy właściwości komunikacyjnych liczników inteligentnych w ramach Pikniku AMI dla każdego zestawu urządzeń składał się z pięciu testów, a mianowicie:

- krok a)** instalacja urządzeń (koncentratory, liczniki, system odczytowy) dokonana przez Pracowników danego producenta, konfiguracja systemu odczytowego, zmiana konfiguracji poprzez zamianę położenia dwóch wybranych liczników pomiędzy sieciami A i B,
- krok b)** rejestracja pracy systemu bez obciążenia,
- krok c)** badanie wpływu wybranych obciążeń na skuteczność transmisji (odbiorcy zainstalowane w sieci A, wyłącznik W1 otwarty),
 - 3-fazowy silnik o mocy 2,2 kW zasilany poprzez przemiennik częstotliwości,
 - źródła światła (LED, świetlówki kompaktowe, żarowe, sodowe),
 - komputerowe zasilacze impulsowe,
 - przenośna spawarka domowa.
- krok d)** sprawdzenie technologii pod kątem odporności na Crosstalk poprzez sprawdzenie jak uruchomienie drugiego koncentratora przy sprzężeniu 2-ch sieci nN. (wyłącznik W1 zamknięty) wpływa na wydajność technologii:
 - sieć A i sieć B bez obciążeń,
 - sieć A obciążona źródłami światła, sieć B bez obciążeń,
 - sieć A obciążona źródłami światła, sieć B obciążona silnikiem,

Po teście d następował demontaż urządzeń pomiarowych w sieci B i instalacja urządzeń przez Pracowników następnego Producenta.

krok e) badanie wpływu wzajemnego oddziaływania różnych technologii na siebie - (wyłącznik W1 zamknięty) - sieć A i sieć B bez obciążeń.

Po zakończeniu testu e następowało uzupełnienie urządzeń w sieci A przez Producenta, który poprzednio w sieci B zainstalował zestaw liczników, a następnie powtórzenie procedury badawczej (wg Testów b-e).

Dla właściwej interpretacji uzyskanych w trakcie eksperymentów wyników konieczne było poczynienie dwóch zastrzeżeń:

- organizatorzy stworzyli dla każdego zestawu AMI takie same warunki laboratoryjne (sieć do badań wyodrębniona, odseparowana transformatorami separacyjnymi, wykorzystanie tej samej makiety badawczej, niezmiennosc położenia kabli zasilających i sterujących, sprzęt badany podłączony zgodnie z jego wymaganiami funkcjonalnymi oraz projektem makiety), jednak z uwagi na niejednoczesność badań (badania odbywały się w różnych dniach) warunki eksperymentów mogły w niewielkim stopniu różnić się dla różnych zestawów. Zdaniem autorów czynnik ten miał niewielki wpływ na wynik końcowy eksperymentu, jednak nie można wykluczyć pewnego wpływu na wyniki badań skuteczności transmisji,
- wykorzystywane podczas eksperymentu aplikacje „web-owe” do zarządzania koncentratorami i licznikami w technologiach OSGP oraz PRIME znacznie się różnią pod względem funkcjonalności oraz algorytmów generowania raportów, np.:
 - w technologii PRIME liczniki mierzyły i przysyłały dane pomiarowe do systemu odczytowego z gradacją minutową, podczas gdy liczniki wykonane w technologii OSGP mierzyły z gradacją minutową, lecz transmisja danych z liczników do koncentratorów odbywała się co 2 minuty (przedstawiciel NES oświadczył, że ze względów technicznych przysyłanie danych, co 1 minutę jest niemożliwe),
 - system OSGP generował raporty w okresach 45-minutowych, podczas gdy system PRIME prezentował raporty w okresach 60-minutowych,

Opisane wyżej różnice w komunikacji i sposobie prezentacji błędów uniemożliwiają badania stricte porównawcze. Tym samym zaprezentowane wyniki należy zasadniczo interpretować dla każdej technologii osobno.

Przeprowadzony eksperyment ma wyłącznie charakter badań porównawczych dla utworzonych, powtarzalnych warunków środowiska pomiarowego, dającego możliwości między innymi wpływu wybranych obciążeń na skuteczność transmisji. Wyboru odbiorników dokonano ze względu na występowanie w ich konstrukcji elementów energoelektronicznych, mogących potencjalnie wpływać na skuteczność transmisji. Należy podkreślić, iż są to odbiorniki dostępne na rynku i używane powszechnie przez odbiorców energii elektrycznej. Zatem eksperyment należy traktować wyłącznie w charakterze badań użytkowych, porównawczych, przeprowadzonych w powtarzalnych uwarunkowaniach środowiska pomiarowego. Badania te nie stanowią badań normatywnych w klasycznym ujęciu badań odporności urządzeń na zaburzenia kompatybilności elektromagnetycznej.

7.3 Oprogramowanie oraz urządzenia pomiarowe użyte do badań

1. Aplikacja „web-owa” do zarządzania koncentratorami i licznikami w technologii OSGP (a web-based user interface application to manage devices and gateways) działająca w czasie rzeczywistym bezpośrednio na koncentratorze danych NES.
 - Producent: Networked Energy Services (NES)
 - Typ: NES Element Manager
 - Wersja: 4.0, nazywana w dalszej treści opracowania “aplikacją NES” lub „NES Element Manager”
2. Aplikacja “web-owa” do zarządzania koncentratorami i licznikami w technologii PRIME działająca w czasie rzeczywistym bezpośrednio na koncentratorze danych ADD.
 - Producent: ADD Production
 - Typ: ADDAX Software for local or remote parameterization using PC
 - Wersja: n/n, nazywana w dalszej treści opracowania “aplikacją ADDAX” lub „ADDAX Software”.
3. Analizator jakości zasilania
 - Producent: SONEL
 - Typ: PQM-701
 - Wersja: FW1.16HWc
 - Numer seryjny: 960191
 - Oprogramowanie: SONEL Analiza 2.6.5

7.4 Terminy przeprowadzenia badań

- | | |
|-----------------|--|
| • Apator | - 14-16 grudnia 2015 r.; 07 stycznia i 16 lutego 2016 r. |
| • Mitsubishi | - 22-26 stycznia 2016 r. |
| • NES | - 8-16 lutego 2016 r. |
| • T-Matic (ADD) | - 07-14 stycznia 2016 r.; 8 lutego 2016 r. |

8 Informacje o badanych urządzeniach

8.1 Wymagania wobec dostawców urządzeń

W ramach przygotowań do Pikniku AMI zespół badawczy Politechniki Wrocławskiej przygotował i uzgodnił z Producentami dokumenty zawierające szczegółowy opis procedur testowych do badań komunikacyjnych wraz z harmonogramem badań.

Każdy z Uczestników zaplanowanego przez Politechnikę Wrocławską eksperymentu porównawczego właściwości komunikacyjnych liczników w ramach Pikniku AMI zobowiązał się do:

- udostępnienia zespołowi Politechniki Wrocławskiej:
 - 4 sztuk liczników 3-fazowych,
 - 2 sztuk liczników 1-fazowych,
 - 2 koncentratorów PLC,
 - komputera z zainstalowanym systemem odczytowym,
 - dokumentacji (karta katalogowa, instrukcja obsługi, dokumentacja techniczna),
- wskazania Przedstawiciela Producenta (imię, nazwisko, telefon, e-mail) kompetentnego do odpowiadania na zapytania techniczne zespołu badawczego,
- montażu i uruchomienia przez Przedstawiciela Producenta systemu AMI na stanowisku pomiarowym na Wydziale Elektrycznym Politechniki Wrocławskiej.

8.2 Zestawy dostarczone przez Uczestników eksperymentu

Tabela 8.1. Zestawienie urządzeń dostarczonych przez Uczestników eksperymentu

Urządzenie	Networked Energy Services	Apator	Mitsubishi	T-Matic / ADD
Licznik 3-fazowy	NES 83332-3IVAD	smartEMU3 z modułem OSGP	SMW100-W4	AD13B.1 z modułem PRIME
Licznik 1-fazowy	NES 83332-1IAAD	smartEMU1 z modułem OSGP	SMW100-W1	AD11B.1 z modułem PRIME
Koncentrator	Distributed Control Node 3000-STAR model 70400	-	-	DCM8A.3-1-1

Liczniki firm Apator i Mitsubishi zostały podłączone do koncentratora danych dostarczonego przez firmę NES. Zarządzanie pracą systemu odbywało się za pomocą komputera z dostępem do aplikacji NES Element Manager działającej w czasie rzeczywistym bezpośrednio na koncentratorze danych NES.

9 Analiza wyników badań części komunikacyjnej

9.1 Kryteria przyjęte do oceny skuteczności transmisji danych

Uzyskane wyniki badań sklasyfikowano w kategoriach utraty funkcjonalności lub obniżenia jakości działania badanych systemów AMI, w odniesieniu do działania systemów w warunkach referencyjnych określonych w teście b (praca systemu bez obciążenia).

Przyjęto dwie kategorie utraty / obniżenia jakości działania systemu:

- a) czasowa utrata funkcjonalności systemu AMI albo obniżenie jakości działania, które ustąpiły po zakończeniu zaburzeń; badany system AMI po ustąpieniu zakłóceń przetworzył i zapisał poprawne dane dotyczące komunikacji licznik-koncentrator w zakończonym teście badawczym;
- b) utrata, opisanych w przekazanej przez Producenta dokumentacji technicznej, funkcjonalności systemu AMI z powodu trwałej przerwy w transmisji.

Jako parametry charakteryzujące poprawne działanie systemu przyjęto:

- działanie badanego systemu zgodne dokumentacją techniczną z przekazaną przez Producenta;
- brak raportów utraty połączenia pomiędzy licznikami, a koncentratorom;
- brak raportów „licznik niedostępny” – w nomenklaturze „NES System Software” „FAILEDATTEMPTS”, zaś w nomenklaturze ADDAX Software skorygowaną wartość liczbową parametru „ERROREXCHANGESSECONDS”.

9.2 Ocena skuteczności transmisji danych ze względu na odległość od źródła zakłóceń

W większości przeprowadzonych testów statystyki dotyczące komunikacji koncentratora ze wszystkimi licznikami (złącze 2, złącze 3, złącze 4) zostały wygenerowane zaraz po zakończeniu testu. Wyniki badań zaprezentowano w tabeli 9.1.

Szczególny przypadek stanowi wynik testu c6.2, w którym stwierdzono brak transmisji pomiędzy koncentratorom a licznikami zainstalowanymi we wszystkich złączach. W teście c6.2. zespół badawczy intencjonalnie dążył do zaniku transmisji w wyniku stworzenia krytycznych warunków pracy systemu AMI, tym nie mniej statystyki dotyczące wszystkich liczników w tym teście pojawiły się zaraz po ustąpieniu zaburzeń i ponownym zalogowaniu się liczników do koncentratora.

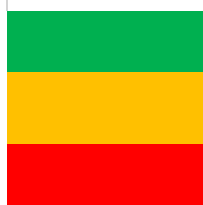
Tabela 9.1. Prezentacja przypadków gdy badany system AMI nie przetworzył i nie zapisał poprawnych danych dotyczących komunikacji licznik-koncentrator w danym teście badawczym

technologia OSGP

Producent	Test b	Test c1	Test c2	Test c3	Test c4.1	Test c4.2	Test c4.3	Test c5	Test c6.1	Test c6.2	Test d1	Test d2	Test d3	Test e
APATOR						zl2, zl3	zl2, zl3, zl4			zl2, zl3, zl4	nie objęte badaniem	nie objęte badaniem	nie objęte badaniem	nie objęte badaniem
Mitsubishi Electric										zl2, zl3, zl4				
Networked Energy Services (NES)										zl2, zl3, zl4				

technologia PRIME

Producent	Test b	Test c1	Test c2	Test c3	Test c4.1	Test c4.2	Test c4.3	Test c5	Test c6.1	Test c6.2	Test d1	Test d2	Test d3	Test e
ADD		zl4	zl4	zl4	zl4		zl3	zl3	zl4	zl2, zl3, zl4		zl4		



statystyki licznika dostępne zaraz po zakończeniu kroku badawczego

statystyki licznika pojawiły się dopiero po jego ponownym zalogowaniu do systemu

statystyki licznika nie pojawiły się nawet po jego ponownym zalogowaniu do systemu

Wyjątkiem od wyżej opisanych prawidłowości jest zachowanie systemu z licznikami Apator, w przypadku, których stwierdzono błędy w testach c4.2 i c4.3, co można przypisać błędnemu działaniu systemu AMI w tych testach.

W powyższym ujęciu liczniki pracujące w technologii OSGP zasadniczo prezentowały stabilne działanie, pomimo obecności zaburzeń generowanych przez:

- 3-fazowy silnik o mocy 2,2 kW zasilany poprzez przemiennik częstotliwości,
- źródła światła (LED, świetlówki kompaktowe, żarowe, lampa sodowa),
- komputerowe zasilacze impulsowe,
- przenośną spawarkę domową pracującą na biegu jałowym.

Liczniki 3-fazowe pracujące w technologii PRIME zainstalowane w złączach 2 i 3 przy obecności tych samych zaburzeń prezentowały podobnie stabilne działanie, jak liczniki OSGP. Natomiast działaniu licznika 1-fazowego zainstalowanego w złączu 4 towarzyszyła duża liczba logicznych zdarzeń świadczących o czasowej utracie funkcjonalności systemu PRIME; badany system po ustąpieniu zakłóceń w 4 przypadkach przetworzył i zapisał poprawne dane dotyczące komunikacji licznik-koncentrator, zaś w 4 przypadkach doszło do trwałej przerwy w transmisji.

Już po zakończeniu badań Przedstawiciel T-Matic oświadczył, że dostarczony Politechnice Wrocławskiej licznik uległ uszkodzeniu podczas badań metrologicznych przeprowadzanych przez Akademię Górniczo-Hutniczą. Niemożliwe zatem jest określenie post factum, czy zaobserwowane w trakcie eksperymentu przerwy w transmisji wynikały z uszkodzenia modułu metrologicznego badanego licznika, wad transmisji pomiędzy modułem metrologicznym, a modułem komunikacyjnym licznika, czy też leżały po stronie komunikacji licznika z koncentratorom.

9.3 Interpretacja wyników świadczących o poprawności działania systemu

Ponieważ większość zarejestrowanych błędów bez względu na rodzaj komunikacji dotyczyła liczników 1-fazowych, to w dalszej kolejności omówiono wyniki dotyczące liczników umieszczonych w złączu 4. Wyniki badań zaprezentowano w tabelach 9.2 - 9.4.

W Metodocy badań przyjęto i uzgodniono z Dostawcami następujące liczbowe kryteria oceny wyników eksperymentu:

- a. liczba logicznych zdarzeń świadczących o stabilności połączenia: **licznik dostępny**
 - dla technologii PRIME przyjęto wartość liczbową parametru „SuccessExchanges” zaraportowaną w danym teście badawczym przez aplikację „ADDAX Software for local or remote parameterization using PC”
 - dla technologii OSGP wartość liczbową parametru „SUCCESSFULATTEMPTS” zaraportowaną w danym teście badawczym przez aplikację NES Element Manager;
- b. liczba logicznych zdarzeń świadczących o braku stabilności połączenia: **licznik niedostępny**
 - dla technologii PRIME przyjęto wartość liczbową ilorazu wartości parametru „ERROREXCHANGESSECONDS” zaraportowanej w danym teście badawczym przez aplikację ADDAX Software oraz liczby 180 zaokrągloną w dół,
 - dla technologii OSGP przyjęto wartość liczbową parametru „FAILEDATTEMPTS” zaraportowaną przez aplikację „NES Element Manager”w każdym z przeprowadzanych pomiarów;
- c. skuteczność transmisji – dla obu technologii przyjęto wartość liczbową ilorazu wartości „licznik dostępny” oraz sumy wartości „licznik dostępny” i „licznik niedostępny” dla danego licznika w każdym z przeprowadzonych testów, wyrażona w procentach.

W tabeli 9.2 zaprezentowano wyniki badań w postaci zestawienia liczby zarejestrowanych logicznych zdarzeń świadczących o poprawnej transmisji pomiędzy koncentratorami i licznikami 1-fazowymi zainstalowanymi w złączu 4.

Tabela 9.2. Prezentacja wyników badań dla kryterium „Poprawne działanie badanego systemu”*

technologia OSGP

Producent	Test b	Test c1	Test c2	Test c3	Test c4.1	Test c4.2	Test c4.3	Test c5	Test c6.1	Test c6.2	Test d1	Test d2	Test d3	Test e
APATOR	1277	866	1356	1536	250	20	b.d.	678	376	419	nie objęte badaniem	nie objęte badaniem	nie objęte badaniem	nie objęte badaniem
Mitsubishi Electric	261	189	347	420	122	200	273	516	108	114				
Networked Energy Services (NES)	346	503	672	358	669	833	980	510	198	220				

technologia PRIME

Producent	Test b	Test c1	Test c2	Test c3	Test c4.1	Test c4.2	Test c4.3	Test c5	Test c6.1	Test c6.2	Test d1	Test d2	Test d3	Test e
ADD	83	b.d.	b.d.	b.d.	b.d.	480	48	125	14	161	378 (437)	b.d. (24)	112 (50)	44



normalne działanie systemu - brak raportowanych błędów w transmisji

chwilowa utrata funkcji lub obniżenie jakości systemu AMI

utrata funkcji systemu z powodu trwałej przerwy w transmisji

* dane liczbowe dla liczników jednofazowych zainstalowanych w złączu zl4 (dla testu d1-d3 w nawiasie podana liczba dot. licznika jednofazowego zainstalowanego w złączu zl9).

Pierwszy wniosek wypływa z analizy liczby wygenerowanych przez system OSGP logicznych zdarzeń „SUCCESSFULATTEMPTS” trakcie testu b. Wbrew oczekiwaniom zarejestrowana liczba logicznych zdarzeń świadczących o poprawności transmisji licznik-koncentrator była inna dla każdego z badanych liczników, a co bardziej zastanawiające zarejestrowane wartości „SUCCESSFULATTEMPTS” znacznie się różniły (Apator – 1277; Mitsubishi – 261, NES – 346). Szczególnie dziwi znacząca różnica pomiędzy liczbą stanów „licznik dostępny” zareportowanych przez liczniki Apator i NES, które były wyposażone w ten sam moduł komunikacyjny OSGP.

Drugi wniosek wypływa z porównania statystyk skutecznych połączeń w testach c-e w odniesieniu do pracy systemu OSGP w warunkach referencyjnych (jak w teście b).

Przyjmując założenie oparte jedynie na odczytach liczników OSGP Mitsubishi i NES, że referencyjna liczba stanów „licznik dostępny” dla licznika jednofazowego zainstalowanego w złączu zl4 zawiera się w przedziale 261-346, nie zaobserwowano prawidłowości świadczącej o tym, że w kolejnych testach, wskutek pogorszenia się warunków transmisji, poprawne wygenerowanie przewidzianych w dokumentacji raportów wymagało istotnie większej liczby połączeń, aniżeli w teście b „praca systemu bez obciążenia”. Natomiast w kilku testach (w szczególności testy c6.1 oraz c6.2) zarejestrowano mniejszą ilość połączeń, niż w teście b.

Podsumowując poczynione obserwacje należy zarekomendować zarówno Producentom, jak i operatorom systemów dystrybucyjnych kontynuację zapoczątkowanych omawianym eksperymentem badań porównawczych liczników różnych producentów, a w szczególności zaimplementowanych protokołów transmisji danych i korekcji błędów.

Wobec oświadczenia przedstawiciela Producenta systemu ADD o dostarczeniu do badań uszkodzonego licznika odstąpiono od interpretacji zarejestrowanych danych liczbowych dotyczących technologii PRIME.

9.4 Interpretacja wyników świadczących o błędach w działaniu systemu

W tabeli 9.3 zestawienia liczby zarejestrowanych błędów w transmisji pomiędzy koncentratorami i licznikami 1-fazowymi zainstalowanymi w złączu 4.

Tabela 9.3. Liczba błędów w transmisji zarejestrowanych przez aplikacje do zarządzania koncentratorami i licznikami AMI

Producent	Test b	Test c1	Test c2	Test c3	Test c4.1	Test c4.2	Test c4.3	Test c5	Test c6.1	Test c6.2	Test d1	Test d2	Test d3	Test e
APATOR	6	0	1	1	0	0	b.d.	0	0	0	nie objęte badaniem	nie objęte badaniem	nie objęte badaniem	nie objęte badaniem
Mitsubishi Electric	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2				
Networked Energy Services (NES)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2				23

technologia PRIME

Producent	Test b	Test c1	Test c2	Test c3	Test c4.1	Test c4.2	Test c4.3	Test c5	Test c6.1	Test c6.2	Test d1	Test d2	Test d3	Test e
ADD	0	b.d.	b.d.	b.d.	0	1	1	1	0	2	0 (4)	b.d. (1)	0 (2)	1



brak raportowanych błędów w transmisji

błędy, chwilowa utrata funkcji albo obniżenie jakości działania systemu AMI

statystyki licznika nie pojawiły się nawet po jego ponownym zalogowaniu do systemu

Uwaga: dane liczbowe dla liczników jednofazowych zainstalowanych w złączu z14 (dla testu d1-d3; w nawiasie - podana liczba dot. licznika jednofazowego zainstalowanego w złączu z19).

W trakcie eksperymentu stwierdzono, że aplikacja NES Element Manager nie prezentowała liczbowych „FAILEDATTEMPTS”, nawet, gdy raporty graficzne tej aplikacji prezentowały brak licznika w systemie (licznik niezalogowany). Za całkowicie niewiarygodną należy uznać liczbę 2 (dwóch) błędów w transmisji zarejestrowanych przez aplikacje NES Element Manager w trakcie kroku c6.2, w którym nastąpiła całkowita przerwa w transmisji wywołana w wyniku zaburzeń generowanych przez spawarkę.

Wobec oświadczenia przedstawiciela Producenta systemu ADD o dostarczeniu do badań uszkodzonego licznika niezrozumiałym jest fakt tak małej liczby logicznych zdarzeń świadczących o braku stabilności połączenia odnotowanej przez aplikację ADDAX Software.

Podsumowując poczynione obserwacje w zakresie raportowanych błędów w transmisji danych, należy zarekomendować Producentom zwrócenie uwagi na wskazane problemy w interpretacji raportów generowanych przez GUI (graphical user interface) koncentratora.

W tabeli 9.4 zaprezentowano wyniki obserwacji poczynionych w testach d1 – d3 (Sprawdzenie technologii pod kątem odporności na Crosstalk).

Tabela 9.4. Skuteczności transmisji PRIME vs. liczba połączeń licznik-koncentrator w testu

Licznik	lokalizacja	Licznik dostępny	Licznik niedostępny	Skuteczność [%]
ADD2 329	sieć A	42	1	97,67
ADD3 346		40	0	100
ADD4 401		378	0	100
ADD7 339	sieć B	434	1	99,77
ADD8 349		437	4	99,09
ADD9 402		437	4	99,09

Na podstawie obserwacji aplikacji ADDAX nie odnotowano przypadku, aby którykolwiek z liczników ADD z sieci A zalogował się do koncentratora w sieci B oraz nie odnotowano przypadku, aby którykolwiek z liczników ADD z sieci B zalogował się do koncentratora zainstalowanego w sieci A.

Jednocześnie uszkodzony licznik 1-fazowy (ADD4 401) wykazywał zbliżoną liczbę poprawnych połączeń z koncentratorem, jak liczniki zainstalowane w sieci B w złączach 7,8 i 9. Co więcej aplikacja ADDAX Software nie odnotowała ani jednego błędnego połączenia tego licznika z koncentratorem. Jednocześnie koncentrator w sieci B zarejestrował błędy w komunikacji ze wszystkimi licznikami.

Wyniki tego testu badawczego wskazują na potrzebę przeprowadzenia dodatkowych badań wpływu obecności dodatkowego koncentratora (koncentratorów) w danej sieci nN na efektywność transmisji danych.

W ramach eksperymentu nie wykonano testów odporności na Crosstalk technologii OSGP z uwagi na oświadczenie producentów, że liczniki są programowo przypisane do jednego koncentratora.

W trakcie obserwacji w trakcie testu e – „Sprawdzenie technologii pod kątem interoperacyjności” stwierdzono wzajemne oddziaływanie obu technologii PLC na siebie. Szczególną uwagę zwraca liczba 23 błędów w komunikacji OSGP zarejestrowanych w tym teście (patrz tabela 9.3). Takiej liczby błędów aplikacja NES Element Manager nie zarejestrowała nawet w przypadkach całkowitej utraty komunikacji liczników z koncentratorem w wyniku zaburzeń generowanych przez spawarkę. Interpretując tą liczbę, jako miarę szczególnie trudnych warunków transmisji danych pomiarowych, można postawić hipotezę, że większa liczba urządzeń AMI obu technologii pracujących jednocześnie na tej samej sieci elektroenergetycznej, może się znacząco zakłócać.

10 Ocena wyników badań porównawczych właściwości komunikacyjnych liczników

W eksperymencie porównawczym właściwości komunikacyjnych testowano 24 inteligentne liczniki energii elektrycznej udostępnionych przez czterech Producentów.

Należy tutaj podkreślić duży udział Producentów liczników w tych badaniach. Mieli oni za zadanie:

- zainstalować liczniki i koncentratory na specjalnie do tego przygotowanych stanowiskach badawczych,
- sparametryzować liczniki wg otrzymanych wymagań,
- sprawdzić poprawność pracy systemu AMI (co każdorazowo potwierdzano na protokołach z badań),
- reagować na zapytania ze strony zespołu badawczego i czynnie rozwiązywać problemy pojawiające się podczas Testów,
- po przeprowadzonych badaniach odczytać wyniki z koncentratorów i przekazać je protokołarnie zespołowi badawczemu,
- potwierdzić wyniki badań zamieszczone w raporcie,
- odnieść się do wyników oraz wnieść swoje komentarze i uwagi do raportu.

W większości przeprowadzonych testów statystyki dotyczące komunikacji koncentratora ze wszystkimi licznikami zainstalowanymi w dwóch obwodach elektrycznych o długości 350 m każdy, zostały wygenerowane zaraz po zakończeniu testu. Większość zaobserwowanych błędów w transmisji bez względu na rodzaj komunikacji (PRIME oraz OSGP) dotyczyła liczników 1-fazowych umieszczonych w złączu 4 na końcu obwodu elektrycznego, natomiast liczniki 3-fazowe zainstalowane w złączach 2 i 3 zasadniczo prezentowały stabilne działanie, pomimo obecności zaburzeń generowanych przez: silnik, źródła światła (LED, świetlówki kompaktowe, żarowe, lampa sodowa), komputerowe zasilacze impulsowe, a nawet spawarkę domową pracującą na biegu jałowym.

Przeprowadzony eksperyment pozwolił na porównanie działania systemów pomiarowych opartych o liczniki różnych producentów oraz uzyskanie wielu informacji dotyczących raportowania parametrów transmisji danych pomiędzy licznikami, a koncentratorami danych w warunkach zaburzonych przebiegów napięć i prądów. W tym miejscu należy podkreślić, że badania te miały charakter czysto użytkowy, porównawczy i nie należy ich klasyfikować jako badania odporności.

11 Podsumowanie raportu

Piknik AMI stał się – zgodnie z intencją organizatorów – szerokim forum dyskusji dotyczącej zagadnień współczesnej elektroenergetyki. W eksperymencie porównawczym testowano siedemnaście inteligentnych liczników energii elektrycznej udostępnionych przez siedem firm.

Przeprowadzony w ramach wydarzenia eksperyment pomiarowy pozwolił na porównanie liczników oraz uzyskanie wielu informacji dotyczących pomiarów energii czynnej i biernej oraz możliwości komunikacyjnych liczników w warunkach zaburzonych przebiegów napięć i prądów.

Niniejszy raport jest przeznaczony szczególnie dla specjalistów w dziedzinie szeroko rozumianych pomiarów w sieciach elektroenergetycznych i jest głosem w toczonej w tym środowisku dyskusji. Autorzy ograniczyli do minimum komentarze do prezentowanych danych, pozostawiając ich interpretację i formułowanie wniosków czytelnikom tekstu. W ocenie autorów prezentowane wyniki eksperymentu mogą być punktem wyjścia do dalszych rozważań dla pracowników wyższych uczelni technicznych, producentów liczników, a także dostawców i użytkowników energii elektrycznej.

W szczególności rekomendowane jest przeprowadzenie badań wzajemnego oddziaływania na siebie wewnętrznych modułów licznika: pomiarowego oraz komunikacyjnego. Poznanie istoty zachodzących w tym procesie zjawisk pozwoli na zagwarantowanie bezpieczeństwa pracy modułu pomiarowego z jednej strony, a także na zagwarantowanie pełnej dostępności oraz integralności danych pomiarowych przekazywanych przez moduł komunikacyjny licznika do koncentratora danych.

12 Bibliografia

- [1] Xavier Carcelle „Power Line Communications in Practice” ARTECH HOUSE, Boston-London, 2006.
- [2] M. Zimmermann, K. Dostert, An analysis of the broadband noise scenario in powerline networks, International Symposium on Powerline Communications and its Applications (ISPLC2000), Limerick, Ireland, April 5–7, 2000
- [3] H. C. Ferreira et al., “Power line communications: An overview,” Proc. IEEE 4th AFRICON, vol. 2, pp. 558-563, Stellenbosch, South Africa, Sept. 1996.
- [4] Dubravko Sabolić, Vanja Varda, Alen Bažant “PLC Signal Propagation Modeling”, International Conference Power and Energy Systems, Rhodes, Greece, 2004
- [5] Element Manager 4 User's Guide(1)
- [6] ADDAX Software for local or remote parameterization using PC User's Guide
- [7] Specyfikacja i instrukcja obsługi licznika ECHELON 83332-3IVAD produkcji Networked Energy Services
- [8] Specyfikacja i instrukcja obsługi licznika ECHELON 83332-1IAAD produkcji Networked Energy Services
- [9] Specyfikacja i instrukcja obsługi koncentratora danych Echelon
- [10] Specyfikacja i instrukcja obsługi licznika smartEMU1 produkcji Apator SA
- [11] Specyfikacja i instrukcja obsługi licznika smartEMU3 produkcji Apator SA
- [12] Specyfikacja i instrukcja obsługi licznika AD11B.1 produkcji ADD Production
- [13] Specyfikacja i instrukcja obsługi licznika AD13B.1 produkcji ADD Production
- [14] Specyfikacja i instrukcja obsługi licznika SMW100-W1 produkcji Mitsubishi Electronics
- [15] Specyfikacja i instrukcja obsługi licznika SMW100-W4 produkcji Mitsubishi Electronics
- [16] Specyfikacja i instrukcja obsługi rezystora spawalniczego FAMOR rd5015b

CZĘŚĆ III – ZAŁĄCZNIKI

13 Załącznik 1 – Protokół komisji nadzorującej Piknik AMI

13.1 Protokoły części metrologicznej

Piknik AMI

eksperymentalne badania porównawcze liczników energii elektrycznej
19 listopada 2015 r.



Kraków, 19 listopada 2015

PROTOKÓŁ Z PRZEPROWADZENIA EKSPERYMENTU POMIAROWEGO

Komisja w składzie:

1. dr hab. inż. Paweł Zydroń, prof. AGH, Akademia Górniczo-Hutnicza – Przewodniczący
2. dr hab. inż. Lech Borowik, prof. PCz, Politechnika Częstochowska
3. dr hab. inż. Andrzej Cichoń, prof. PO, Politechnika Opolska
4. dr inż. Artur Skórkowski, Politechnika Śląska

- potwierdza, że eksperyment pomiarowy został wykonany zgodnie z założeniami,
- potwierdza, że niżej podpisani uczestnicy eksperymentu przekazali na ręce komisji po dwie kopie wyników pomiarowych na dwóch oddzielnych nośnikach elektronicznych,
- potwierdza, że jedna kopia zebranych wyników pozostała na AGH na potrzeby analizy danych pomiarowych oraz przygotowania raportu z eksperymentu pomiarowego, natomiast druga kopia wyników przekazana została w depozyt do prof. Lecha Borowika, PCz

Lista uczestników eksperymentu pomiarowego

L.p.	Firma	Licznik	UWAGI	Podpis
1	ELMESS	AS220 AS3000 AS3500	licznik A220 zle wykonano dotg. : posrnie	
2	EMH	LZQJ-XC przekładn. NXT4 przekładn.		Borowik
3	Landis+Gyr	S650 przekładn. E450 1f E450 3f		

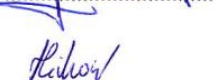
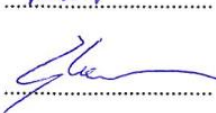
Piknik AMI

eksperymentalne badania porównawcze liczników energii elektrycznej
19 listopada 2015 r.

**PIKNIK
AMI**

4	Mitsubishi	SMW100W1 SMW100W4		Zosylen Zosylen
5	NES	83332-1xxx 83332-3xxx 83532-3xxx przekładn.	fuak	Bab Babj
6	ADD	AD11B.1 AD13B.1	Po zakończeniu eksperymentu zidentyfikowano, że licznik AD 11B.1 uległ uszkodzeniu w czasie transportu i testów, co spowodowało brak możliwości odczytania z niego danych pomiarowych.	Podobnie
7	APATOR	smartEMU1 GPRS smartEMU3 GPRS smartESOX przekładn.		Pozzile

Podpisy członków komisji:

1. 
2. 
3. 
4. 

ZAŁĄCZNIK A

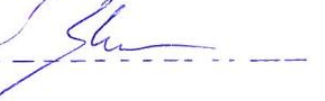
Załącznik do protokołu z „Eksperymentalnego badania porównawczego liczników energii elektrycznej”

FIRMA	Licznik	Nr licznika	Nr plomby konfiguracji	Nr plomby pokrywy
ADD	AD11B.1	118 43401	brak technicznej możliwości	 A02263022
	AD13B.1	118 43 339	brak technicznej możliwości	 A02263001
APATOR	smartEMU1 GPRS	87000071	 A02263024	 A02263023
	smartEMU3 GPRS	88000170	 A02263004	 A02263005
	smartESOX przekładn.	58001466	 A02263002	 A02263003
ELMESS	AS220	2203507550015	—	 A02263025
	AS3000	30000520753515	 A02263006	 A02263007
	AS3500	0350005207081140	 A02263009	 A02263008
EMH	LZQJ-XC przekładn.	537 9842	 A02263011	 A02263010
	NXT4 przekładn.	53 36524	 A02263013	 A02263012

Landis+Gyr	S650 przekładn.	51276757	 A02263015	 A02263014
	E450 1f	16456961	 A02263027	 A02263026
	E450 3f	17437890	 A02263017	 A02263016
Mitsubishi	SMW100W1	102 1500000070	 A02263029	 A02263028
	SMW100W4	102 1500000005	 A02263019	 A02263018
NES	83332-1xxx	ELON078150	 A02263031	 A02263030
	83332-3xxx	ELON036327	 A02263021	 A02263020
	83532-3xxx przekładn.			

Podpisy członków komisji:

1. 
 2. 
 3. 
 4. 

5. 
 6. 

13.2 Protokoły części komunikacyjnej

Piknik AMI

eksperymentalne badania porównawcze liczników energii elektrycznej

**PIKNIK
AMI**

PROTOKÓŁ PRZEKAZANIA URZĄDZEŃ

w celu przeprowadzenia eksperymentu skuteczności transmisji PLC
w wydzielonej sieci niskiego napięcia
przeprowadzanego w ramach PIKNIKU AMI 2015

Strona przekazująca:

Pan Piotr Wądołowski reprezentujący firmę **T-matic Systems SA** z siedzibą w Warszawie 01-217 przy ul. Kolejowa 5/7,

Strona przyjmująca:

1. dr inż. Marcin Habrych

2. mgr inż. Marek Wąsowski

reprezentujący Katedrę Energoelektryki **Politechniki Wrocławskiej** z siedzibą we Wrocławiu 50-370 przy ulicy Wybrzeże Wyspiańskiego 27.

1. Przedmiot przekazania:

Lp.	Producent	rodzaj urządzenia / model / nazwa	numer seryjny	Ilość szt/kpl	Uwagi
1	ADD Production	Licznik 3-fazowy smartEMU3 z modulem OSGP	11843339 11843346 11843329 11843349	4	
2	ADD Production	Licznik 1-fazowy smartEMU1 z modulem OSGP	11843402 11843401	2	
3	ADD Production	Koncentrator	11820847 11820833	2	
4		komputer z zainstalowanym systemem odczytowym	-		Nie przekazano
5		karty katalogowe	pdf		
6		dokumentacja użytkownika	pdf		
7		Inne:			Nie dotyczy

Organizatorzy



Piknik AMI

eksperymentalne badania porównawcze liczników energii elektrycznej



2. Strona przekazująca oświadcza, że dostarczony zestaw AMI składający się z: 4 sztuk liczników 3-fazowych, 2 sztuk liczników 1-fazowych, 2 sztuk koncentratorów oraz komputera z zainstalowanym systemem odczytowym został skonfigurowany tak, aby było możliwe odczytywanie z interwałem 1-minutowym ze wszystkich liczników następujących danych (definiowanych zgodnie ze znaczeniem kodów OBIS):
 - 0.0.0 - numer fabryczny licznika
 - 0.9.1 - aktualny czas zegara (gg:mm:ss - godzina, minuta sekunda)
 - 0.9.2 - aktualna data (rr-mm-dd – rok, miesiąc, dzień)
 - 1.5.0 - średnia pobrana moc czynna A+ w ostatnim okresie pomiaru
 - 2.5.0 - średnia pobrana moc czynna A- w ostatnim okresie pomiaru
 - 3.5.0 - średnia pobrana moc bierna B+ w ostatnim okresie pomiaru
 - 4.5.0 - średnia pobrana moc bierna B- w ostatnim okresie pomiaru
 - 1.8.0 - rejestr pobranej energii czynnej A+
 - 2.8.0 - rejestr oddanej energii czynnej A-
 - 3.8.0 - rejestr pobranej energii biernej R+
 - 4.8.0 - rejestr oddanej energii biernej R-
 oraz zapisów dziennika zdarzeń (w tym informacje o braku połączenia z koncentratorami) w postaci tekstowej. Kolejność danych jest dowolna.
3. Strona przekazująca przyjmuje do wiadomości, że zgodnie z przyjętą Metodką badań odpowiedzialność za prawidłową instalację, konfigurację dostarczonego zestawu AMI oraz odczyt zarejestrowanych w trakcie eksperymentu danych ponoszą uczestnicy eksperymentu dostarczający urządzenia do testów.
4. Po zakończeniu eksperymentu Strona przekazująca zobowiązuje się przekazać organizatorom na nośnikach elektronicznych dwie kopie wyników rejestracji danych w postaci pliku csv lub txt (dla każdego licznika osobno), który będzie zawierał dane, o których mowa w punkcie 2. Jedna kopia wyników rejestracji zostanie zabezpieczona przez Komisję w opieczetowanej kopercie opatrzonej pieczęciami i podpisami zarówno Strony Przekazującej, jak i Przyjmującej. Druga kopia zostanie przekazana zespołowi opracowującemu wyniki eksperymentu.
5. Niedostarczenie wyników dyskwalifikuje dany Zestaw AMI, co zostanie odnotowane w raporcie końcowym z eksperymentu.
6. Strona przyjmująca potwierdza otrzymanie Zestawu AMI opisanego w punkcie 1 oraz zobowiązuje się do jego zwrotu po zakończeniu eksperymentu, jednak nie później, niż do dnia 20 stycznia 2016r.
7. Protokół sporządzono w dwóch (2) egzemplarzach, po jednym dla każdej ze stron.

Strona przekazująca:

1.

2. _____

Strona przyjmująca:

1.

2.

Organizatorzy



Piknik AMI

eksperymentalne badania porównawcze liczników energii elektrycznej

**PIKNIK
AMI**

PROTOKÓŁ PRZEKAZANIA URZĄDZEŃ

w celu przeprowadzenia eksperymentu skuteczności transmisji PLC
w wydzielonej sieci niskiego napięcia
przeprowadzanego w ramach PIKNIKU AMI 2015

Strona przekazująca:

Pan Jarosław BABŚ reprezentujący firmę **Networked Energy Services Sp. zo.o.** z siedzibą w Gdańsku 80-309 przy ul. Grunwaldzkiej 411

Strona przyjmująca:

1. **dr inż. Marcin Habrych**
2. **dr inż. Grzegorz Wiśniewski** *mgr inż. Marek Wąsowski*
reprezentujący Katedrę Energoelektryki **Politechniki Wrocławskiej** z siedzibą we Wrocławiu 50-370 przy ulicy Wybrzeże Wyspiańskiego 27.

1. Przedmiot przekazania:

Lp.	Producent	rodzaj urządzenia / model / nazwa	numer seryjny	Ilość szt/kpl	Uwagi
1	Networked Energy Services (d.Echelon)	Licznik 3-fazowy ECHELON 83332-3IVAD	ELON 035132 ELON 035283 ELON 036327 ELON 035104	4	—
2	Networked Energy Services (d.Echelon)	Licznik 1-fazowy ECHELON 83332-1IAAD	ELON078190 ELON078150	2	—
3	Networked Energy Services (d.Echelon)	Koncentrator ECHELON	LJ 05550729 LJ 05550886	2	—
4	ChiliGreen Mobilitas	komputer z zainstalowanym systemem odczytowym	7151-0222-6020	1	—
5		karty katalogowe			—
6		dokumentacja użytkownika	<i>pliki</i>	1	—
7	EDIMAX	Inne: <i>Router</i> <i>EDIMAX</i>		1	—

Organizatorzy



Piknik AMI

eksperymentalne badania porównawcze liczników energii elektrycznej



2. Strona przekazująca oświadcza, że dostarczony zestaw AMI składający się z: 4 sztuk liczników 3-fazowych, 2 sztuk liczników 1-fazowych, 2 sztuk koncentratorów oraz komputera z zainstalowanym systemem odczytowym został skonfigurowany tak, aby było możliwe odczytywanie z interwałem 1-minutowym ze wszystkich liczników następujących danych (definiowanych zgodnie ze znaczeniem kodów OBIS):
 - 0.0.0 - numer fabryczny licznika
 - 0.9.1 - aktualny czas zegara (gg:mm:ss - godzina, minuta sekunda)
 - 0.9.2 - aktualna data (rr-mm-dd - rok, miesiąc, dzień)
 - 1.5.0 - średnia pobrana moc czynna A+ w ostatnim okresie pomiaru
 - 2.5.0 - średnia pobrana moc czynna A- w ostatnim okresie pomiaru
 - 3.5.0 - średnia pobrana moc bierna B+ w ostatnim okresie pomiaru
 - 4.5.0 - średnia pobrana moc bierna B- w ostatnim okresie pomiaru
 - 1.8.0 - rejestr pobranej energii czynnej A+
 - 2.8.0 - rejestr oddanej energii czynnej A-
 - 3.8.0 - rejestr pobranej energii biernej R+
 - 4.8.0 - rejestr oddanej energii biernej R-
 oraz zapisów dziennika zdarzeń (w tym informacje o braku połączenia z koncentratorami) w postaci tekstowej. Kolejność danych jest dowolna.
3. Strona przekazująca przyjmuje do wiadomości, że zgodnie z przyjętą Metodą badań odpowiedzialność za prawidłową instalację, konfigurację dostarczonego zestawu AMI oraz odczyt zarejestrowanych w trakcie eksperymentu danych ponoszą uczestnicy eksperymentu dostarczający urządzenia do testów.
4. Po zakończeniu eksperymentu Strona przekazująca zobowiązuje się przekazać organizatorom na nośnikach elektronicznych dwie kopie wyników rejestracji danych w postaci pliku csv lub txt (dla każdego licznika osobno), który będzie zawierał dane, o których mowa w punkcie 2. Jedna kopia wyników rejestracji zostanie zabezpieczona przez Komisję w opieczętowanej kopercie opatrzonej pieczęciami i podpisami zarówno Strony Przekazującej, jak i Przyjmującej. Druga kopia zostanie przekazana zespołowi opracowującemu wyniki eksperymentu.
5. Niedostarczenie wyników dyskwalifikuje dany Zestaw AMI, co zostanie odnotowane w raporcie końcowym z eksperymentu.
6. Strona przyjmująca potwierdza otrzymanie Zestawu AMI opisanego w punkcie 1 oraz zobowiązuje się do jego zwrotu po zakończeniu eksperymentu, jednak nie później, niż do dnia 12 stycznia 2016r.
7. Protokół sporządzono w dwóch (2) egzemplarzach, po jednym dla każdej ze stron.

Strona przekazująca:

1.

2.

Strona przyjmująca:

1.

2.

Organizatorzy



PROTOKÓŁ PRZEKAZANIA URZĄDZEŃ

w celu przeprowadzenia eksperymentu skuteczności transmisji PLC
w wydzielonej sieci niskiego napięcia
przeprowadzanego w ramach PIKNIKU AMI 2015

Strona przekazująca:

Pan Grzegorz Zadykiewicz reprezentujący firmę **Mitsubishi Electric Europe B.V. (Sp. z o.o.)** z siedzibą w Warszawie 02-232, Łopuszańska 38C.

Strona przyjmująca:

- dr inż. Marcin Habrych
- mgr inż. Marek Wąsowski

reprezentujący Katedrę Energoelektryki **Politechniki Wrocławskiej** z siedzibą we Wrocławiu 50-370 przy ulicy Wybrzeże Wyspiańskiego 27.

- **Przedmiot przekazania:**

Lp.	Producent	rodzaj urządzenia / model / nazwa	numer seryjny	Ilość szt/kp l	Uwagi
1	Mitsubishi Electric	Licznik 3-fazowy SHW A20-W4 z modulem OSGP	B02100000008 B02100000005 B02100000007 B02100000009	4	
2	Mitsubishi Electric	Licznik 1-fazowy SHW A20-W1 z modulem OSGP	A021500000070 A021500000068	2	
3	—	Koncentrator	—	2	dostarczony przez NES
4	—	komputer z zainstalowanym systemem odczytowym	—	1	dostarczony przez NES
5	Mitsubishi Electric	karty katalogowe			zestawienie dostarczone w pdf
6	Mitsubishi Electric	dokumentacja użytkownika			zestawienie dostarczone w pdf
7	—	Inne:	—	—	—

Strona przekazująca oświadcza, że dostarczony zestaw AMI składający się z: 4 sztuk liczników 3-fazowych, 2 sztuk liczników 1-fazowych, 2 sztuk koncentratorów oraz komputera z zainstalowanym systemem odczytowym został skonfigurowany tak, aby było możliwe odczytywanie z interwałem 1-minutowym ze wszystkich liczników następujących danych (definiowanych zgodnie ze znaczeniem kodów OBIS):

- 0.0.0 - numer fabryczny licznika
- 0.9.1 - aktualny czas zegara (gg:mm:ss - godzina, minuta sekunda)

- 3.5.0 - średnia pobrana moc bierna B+ w ostatnim okresie pomiaru
- 4.5.0 - średnia pobrana moc bierna B- w ostatnim okresie pomiaru
- 1.8.0 - rejestr pobranej energii czynnej A+
- 2.8.0 - rejestr oddanej energii czynnej A-
- 3.8.0 - rejestr pobranej energii biernej R+
- 4.8.0 - rejestr oddanej energii biernej R-

oraz zapisów dziennika zdarzeń (w tym informacje o braku połączenia z koncentratorem) w postaci tekstowej. Kolejność danych jest dowolna.

- Strona przekazująca przyjmuje do wiadomości, że zgodnie z przyjętą Metodą badań odpowiedzialność za prawidłową instalację, konfigurację dostarczonego zestawu AMI oraz odczyt zarejestrowanych w trakcie eksperymentu danych ponoszą uczestnicy eksperymentu dostarczający urządzenia do testów.
- Po zakończeniu eksperymentu Strona przekazująca zobowiązuje się przekazać organizatorom na nośnikach elektronicznych dwie kopie wyników rejestracji danych w postaci pliku csv lub txt (dla każdego licznika osobno), który będzie zawierał dane, o których mowa w punkcie 2. Jedna kopia wyników rejestracji zostanie zabezpieczona przez Komisję w opieczetowanej kopercie opatrzonej pieczęciami i podpisami zarówno Strony Przekazującej, jak i Przyjmującej. Druga kopia zostanie przekazana zespołowi opracowującemu wyniki eksperymentu.
- Niedostarczenie wyników dyskwalifikuje dany Zestaw AMI, co zostanie odnotowane w raporcie końcowym z eksperymentu.
- Strona przyjmująca potwierdza otrzymanie Zestawu AMI opisanego w punkcie 1 oraz zobowiązuje się do jego zwrotu po zakończeniu eksperymentu, jednak nie później, niż do dnia 12 stycznia 2016r.
- Protokół sporządzono w dwóch (2) egzemplarzach, po jednym dla każdej ze stron.

Strona przekazująca:


•
•
•
•

Strona przyjmująca:




Piknik AMI

eksperymentalne badania porównawcze liczników energii elektrycznej

**PIKNIK
AMI**

PROTOKÓŁ PRZEKAZANIA URZĄDZEŃ

w celu przeprowadzenia eksperymentu skuteczności transmisji PLC

w wydzielonej sieci niskiego napięcia

przeprowadzanego w ramach PIKNIKU AMI 2015

Strona przekazująca:

Pan Artur Bratkowski reprezentujący firmę **Apator SA** z siedzibą w Toruniu 87-100 przy ul. Gdańskiej 4A/C4

Strona przyjmująca:

1. dr inż. **Grzegorz Wiśniewski**

2. mgr inż. **Marek Wąsowski**

reprezentujący Katedrę Energoelektryki **Politechniki Wrocławskiej** z siedzibą we Wrocławiu 50-370 przy ulicy Wybrzeże Wyspiańskiego 27.

1. Przedmiot przekazania:

Lp.	Producent	rodzaj urządzenia / model / nazwa	numer seryjny	Ilość szt/kpl	Uwagi
1	Apator SA	Licznik 3-fazowy smartEMU3 z modulem OSGP	A311586019452 A311586017491 A311586014768 A311586016108	4	
2	Apator SA)	Licznik 1-fazowy smartEMU1 z modulem OSGP	A111585038056 A111585018136	2	
3		Koncentrator	—	2	—
4		komputer z zainstalowanym systemem odczytowym	—	1	—
5		karty katalogowe	—		—
6		dokumentacja użytkownika	—		—
7		Inne: <i>poze 516 zestawie dostarczone el. mont.</i>			

Organizatorzy



Piknik AMI

eksperymentalne badania porównawcze liczników energii elektrycznej



2. Strona przekazująca oświadcza, że dostarczony zestaw AMI składający się z: 4 sztuk liczników 3-fazowych, 2 sztuk liczników 1-fazowych, 2 sztuk koncentratorów oraz komputera z zainstalowanym systemem odczytowym został skonfigurowany tak, aby było możliwe odczytywanie z interwałem 1-minutowym ze wszystkich liczników następujących danych (definiowanych zgodnie ze znaczeniem kodów OBIS):
 - 0.0.0 - numer fabryczny licznika
 - 0.9.1 - aktualny czas zegara (gg:mm:ss - godzina, minuta sekunda)
 - 0.9.2 - aktualna data (rr-mm-dd – rok, miesiąc, dzień)
 - 1.5.0 - średnia pobrana moc czynna A+ w ostatnim okresie pomiaru
 - 2.5.0 - średnia pobrana moc czynna A- w ostatnim okresie pomiaru
 - 3.5.0 - średnia pobrana moc bierna B+ w ostatnim okresie pomiaru
 - 4.5.0 - średnia pobrana moc bierna B- w ostatnim okresie pomiaru
 - 1.8.0 - rejestr pobranej energii czynnej A+
 - 2.8.0 - rejestr oddanej energii czynnej A-
 - 3.8.0 - rejestr pobranej energii biernej R+
 - 4.8.0 - rejestr oddanej energii biernej R-
 oraz zapisów dziennika zdarzeń (w tym informacje o braku połączenia z koncentrATOREM) w postaci tekstowej. Kolejność danych jest dowolna.
3. Strona przekazująca przyjmuje do wiadomości, że zgodnie z przyjętą Metodologią badań odpowiedzialność za prawidłową instalację, konfigurację dostarczonego zestawu AMI oraz odczyt zarejestrowanych w trakcie eksperymentu danych ponoszą uczestnicy eksperymentu dostarczający urządzenia do testów.
4. Po zakończeniu eksperymentu Strona przekazująca zobowiązuje się przekazać organizatorom na nośnikach elektronicznych dwie kopie wyników rejestracji danych w postaci pliku csv lub txt (dla każdego licznika osobno), który będzie zawierał dane, o których mowa w punkcie 2. Jedna kopia wyników rejestracji zostanie zabezpieczona przez Komisję w opieczetowanej kopercie opatrzonej pieczęciami i podpisami zarówno Strony Przekazującej, jak i Przyjmującej. Druga kopia zostanie przekazana zespołowi opracowującemu wyniki eksperymentu.
5. Niedostarczenie wyników dyskwalifikuje dany Zestaw AMI, co zostanie odnotowane w raporcie końcowym z eksperymentu.
6. Strona przyjmująca potwierdza otrzymanie Zestawu AMI opisanego w punkcie 1 oraz zobowiązuje się do jego zwrotu po zakończeniu eksperymentu, jednak nie później, niż do dnia 12 stycznia 2016r.
7. Protokół sporządzono w dwóch (2) egzemplarzach, po jednym dla każdej ze stron.

Strona przekazująca:

1. *2. ul. Antyma Pomatlowski*
Emil Grynol

2.

Strona przyjmująca:

1. *[Signature]*

2. *[Signature]*

Wzagażenie umówiono dn.
11.03.2016r.

Odebrał:

Emil Grynol
Aptador. S. A.

Organizatorzy



14 Załącznik 2 – Karty katalogowe liczników

Karty katalogowe testowanych siedemnastu inteligentnych liczników energii elektrycznej zamieszczono na www.piknikami.pl