

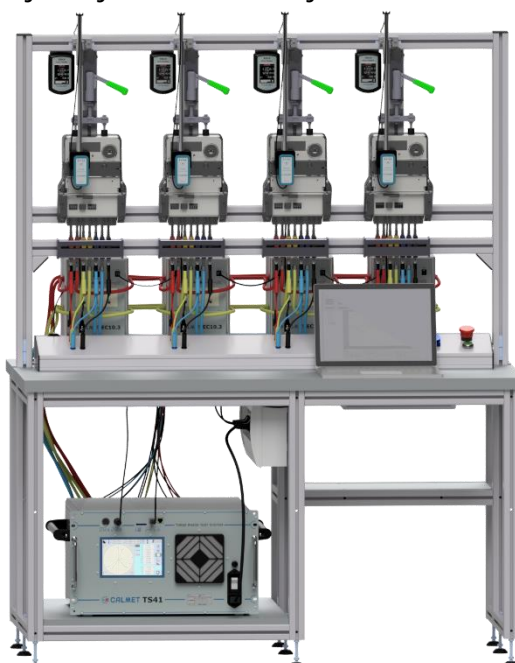
**Prosta w obsłudze i ekonomiczna stacja wzorcownicza może testować do 160 liczników w tygodniu (jedna zmiana).**

## 1. Ile czasu potrzeba na przetestowanie licznika energii?

Efektywność stacji wzorcowniczej liczników energii można zdefiniować poprzez ilość czasu potrzebną na potwierdzenie zgodności parametrów licznika energii (głównie dokładności) z normami. Odpowiedź na to proste pytanie jest skomplikowana ponieważ zależy ona od wielu czynników:

- rodzaju testu, który chcemy przeprowadzić;
- ilości punktów obciążenia, które chcemy przetestować;
- wartości mocy w punkcie obciążenia;
- stałej testowanego łącznika;
- dokładności licznika;
- rozdzielczości liczydła licznika;
- układu licznika: jedno lub trójfazowy.

Wymienione czynniki zostaną szczegółowo omówione poniżej, a następnie przeanalizowane na podstawie Calmet TB41 Trójfazowej stacji wzorcowniczej liczników energii (patrz rysunek poniżej).



## 2. Które testy są wymagane przez normy?

Zestawy norm ustanowionych przez IEC, ANSI, OIML, EN/MID, opisują procedury testowania liczników energii. Na przykład:

- **IEC 62052 - 11** Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej - Wymagania ogólne, badania i warunki badań – Część 11: Urządzenia do pomiarów;
- **IEC 62053 - 11** Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego) - Wymagania szczegółowe – Część 11: Liczniki elektromechaniczne energii czynnej (klas 0,5, 1 i 2);
- **IEC 62053 - 12** Electricity metering equipment (a.c.) - Particular requirements – Part 12: Electromechanical meters for reactive energy class 2 and 3;
- **IEC 62053 - 21** Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej - Wymagania szczegółowe – Część 21: Liczniki elektroniczne energii czynnej prądu przemiennego (klas 0,5, 1, i 2);
- **IEC 62053 - 22** Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej- Wymagania szczegółowe – Część 22: Liczniki elektroniczne energii czynnej prądu przemiennego (klas 0,1S, 0,2S i 0,5S);
- **IEC 62053 - 23** Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej - Wymagania szczegółowe – Część 23: Liczniki elektroniczne energii biernej (klas 2 i 3);

- **IEC 62053 - 24** Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej - Wymagania szczegółowe – Część 24: Liczniki elektroniczne energii biernej dla częstotliwości podstawowej (klas 0,5S, 1S, 1, 2 i 3);
- **EN 50470 -1** Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego) – Część 1: Wymagania ogólne, badania i warunki badań – Urządzenia do pomiarów (klas A, B i C);
- **EN 50470 -2** Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego) – Część 2: Wymagania szczegółowe – Liczniki elektromechaniczne energii czynnej (klas A i B);
- **EN 50470 -3** Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej – Część 3: Wymagania szczegółowe – Liczniki elektroniczne energii czynnej prądu przemiennego (klas A, B i C);
- **EN 62058-21** Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego) - Kontrola odbiorcza - Część 21: Wymagania szczegółowe dotyczące liczników elektromechanicznych energii czynnej (klas 0,5, 1 i 2 oraz klas A i B);
- **EN 62058-31** Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego) - Kontrola odbiorcza - Część 31: Wymagania szczegółowe dotyczące liczników elektronicznych energii czynnej (klas 0,2 S, 0,5 S, 1 i 2 oraz klas A, B i C);
- **OIML 46-1/-2** Active electrical energy meters. Part 1: Metrological and technical requirements Part 2: Metrological controls and performance tests;
- **ANSI C12.1** Electric Meters - Code For Electricity Metering.

Istnieją także normy dla urządzeń używanych w testowaniu liczników energii::

- **IEC 60736** Testing equipment for electrical energy meters;
- **IEC 62057-1** Test equipment, techniques and procedures for electrical energy meters-Part1: Stationary Meter Test Units;
- **IEC 62057- 2** Test equipment, techniques and procedures for electrical energy meters-Part2: Portable test equipment and test procedure for electricity meters and electricity meter installations.

Normy opisują metody testowania liczników energii i w zasadzie istnieją dwa typy testów:

- **test typu** - procedura, w której wykonuje się serię testów na jednym lub kilku licznikach tego samego typu o identycznych charakterystykach by zweryfikować, że licznik spełnia wymogi norm dla swojej klasy. Zwykle testuje się właściwości mechaniczne, klimatyczne, elektryczne oraz bezpieczeństwa. Podczas produkcji zatwierdzonego typu licznika testowana jest jego dokładność oraz bezpieczeństwo. Urządzenia firmy Calmet skupiają się na testach dokładności.
- **test akceptacyjny** - inspekcja akceptacyjna nowo wyprodukowanego lub dostarczonego do klienta licznika elektromechanicznego lub elektronicznego, podłączonego bezpośrednio lub operowanego za pomocą przekładnika, pod kątem czynnej i biernej energii. Ten test jest krótszy od testów typu.

Podczas procedury testowej należy sprawdzić:

- **bieg jałowy** – Uruchomiony licznik energii elektrycznej nie powinien zacząć liczyć energii na liczydłe bez podłączonego obciążenia;
- **prąd rozruchowy** – Najniższa wartość prądu ustanowiona przez producenta, przy której licznik energii elektrycznej powinien zarejestrować energię elektryczną przy jednostkowym współczynniku mocy oraz dla liczników wielofazowych przy symetrycznym obciążeniu;
- **dokładność** – Zależność dokładności od prądu obciążenia, współczynnika mocy oraz kierunku przepływu energii;
- **stała licznika lub rejestr licznika** – porównanie zarejestrowanej porcji energii testowanego licznika z zarejestrowaną energią licznika wzorcowego (test liczydła) lub porównanie przyrostu energii na liczydłe licznika energii z ilością impulsów lub obrotów rotora;

### 3. Test biegu jałowego

Test powinien być wykonany z licznikiem podłączonym do nominalnego źródła napięcia  $U_n$  lub  $U_n + 15\%$  i bez prądu obciążenia w obwodzie prądowym. Test polega na liczeniu impulsów (obrotów rotora) co najmniej przez wyliczony czas. Czas ten  $\Delta t$  w minutach może zostać wyliczony na podstawie wzorów przedstawionych poniżej. Nie więcej niż jeden impuls (obrót rotora) może zostać policzony w tym czasie. Użytkownicy nie chcą płacić za niezużyta energię.

$\Delta t \geq [\text{min}]$	Klasa dokładności				
	0.2 (D)	0.5 (C)	1 (B)	2 (A)	3
EN50470-3	-		$\frac{240 \times 10^3}{C \times m \times U_n \times 1.15 \times I_{st}}$		-
IEC62052-11	-		$\frac{240 \times 10^3}{C \times m \times U_n \times 1.1 \times I_{st}}$		-
IEC62053-21	-	-	$\frac{600 \times 10^6}{C \times m \times U_n \times 1.15 \times I_{max}}$	$\frac{480 \times 10^3}{C \times m \times U_n \times 1.15 \times I_{max}}$	-
IEC62053-22	$\frac{0.2S}{900 \times 10^6}$ $\frac{0.2S}{C \times m \times U_n \times 1.15 \times I_{max}}$	$\frac{0.5S}{600 \times 10^6}$ $\frac{0.5S}{C \times m \times U_n \times 1.15 \times I_{max}}$	-	-	-
IEC62053-23	-	-	-	$\frac{480 \times 10^6}{C \times m \times U_n \times 1.15 \times I_{max}}$	$\frac{300 \times 10^6}{C \times m \times U_n \times 1.15 \times I_{max}}$
IEC62053-24	-		$\frac{600 \times 10^6}{C \times m \times U_n \times 1.15 \times I_{max}}$	-	-

gdzie:

$\Delta t$  [min] – najkrótszy dopuszczalny czas testu;

C [imp/kWh] – stała licznika;

m – liczba elementów pomiarowych: 1 – dla licznika jednofazowego, 2 – dla trójfazowego licznika w układzie Aarona, 3 – dla trójfazowego czteroprzewodowego licznika;

$U_n$  [V] – napięcie nominalne;

$I_{st}$  [A] – prąd rozruchowy wg tabeli poniżej;

$I_{max}$  [A] – prąd maksymalny wg tabeli poniżej;

$I_{min}$  [A] – prąd minimalny wg tabeli poniżej;

Relacja między prądem rozruchowym ( $I_{st}$ ), prądem minimalnym ( $I_{min}$ ) oraz prądem maksymalnym ( $I_{max}$ ) a nominalnym prądem bazowym ( $I_n$ ) () oparta jest na odpowiednich normach opisanych w tabeli poniżej.

Połączenie	Bezpośrednie			Przekładnikowe		
	A	B	C	A	B	C
Dokładność						
$I_{st}$	0.5% $I_n$	0.4% $I_n$	0.4% $I_n$	0.3% $I_n$	0.2% $I_n$	0.1% $I_n$
$I_{min}$	5% $I_n$	5% $I_n$	3% $I_n$	2% $I_n$	1% $I_n$	1% $I_n$
$I_{max}$	500% $I_n$	500% $I_n$	500% $I_n$	20% $I_n$	20% $I_n$	20% $I_n$

Przykładowe wyliczenia czasu testu  $\Delta t$  biegu jałowego dla kilku typów liczników przedstawione są w tabeli poniżej (wartości zostały zaokrąglone do pełnych minut).

Typ licznika	Klasa	m	$U_n$ [V]	$I_n$ [A]	$I_{st}$ [A]	$I_{max}$ [A]	C [imp/kWh]	$\Delta t \sim$ [min]
A52 Pafal	2	1	230	10	0.05	40	375	<b>121</b>
12EA5 Pafal	1	1	230	5	0.02	60	6400	<b>6</b>
LEW323 Apator	B	3	230	5	0.25	80	640	<b>2</b>
MM20 DZG	1	3	230	5	0.01	6	10000	<b>13</b>
L&G550 Landis	B	3	230	5	0.25	120	500	<b>3</b>

#### 4. Test prądu rozruchowego

Test powinien być wykonany z licznikiem podłączonym do źródła napięcia  $U_n$ , płynącym prądem rozruchowym  $I_{st}$  w obwodzie prądowym, jednostkowym współczynnikiem mocy przy symetrycznym obciążeniu. Test polega na liczeniu impulsów (obrotów rotora) nie dłuższym niż wyliczony czas. Oczekiwany czas między dwoma impulsami (obrotami)  $\Delta t$  w sekundach może być obliczony za pomocą wzoru poniżej. Co najmniej dwa impulsy (jeden pełny obrót rotora) muszą być policzone w tym czasie (z powodu oczekiwanego błędu licznika zalecane jest by test był trzy razy dłuższy). Przedsiębiorstwo energetyczne chce mieć płacone za każde wykorzystanie energii.

$$\Delta t = \frac{3.6 \times 10^6}{m \times C \times U_n \times I_{st}} [\text{s}]$$

Przykładowe wyliczenia czasu testu  $\Delta t$  dla prądu rozruchowego dla kilku typów liczników przedstawione są w tabeli poniżej.

Typ licznika	Klasa	m	$U_n$ [V]	$I_n$ [A]	$I_{st}$ [A]	C [imp/kWh]	$\Delta t \sim$ [s]
A52 Pafal	2	1	230	10	0.05	375	<b>834.8</b>
12EA5 Pafal	1	1	230	5	0.02	6400	<b>122.3</b>
LEW323 Apator	B	3	230	5	0.25	640	<b>32.6</b>
MM20 DZG	1	3	230	5	0.01	10000	<b>2.1</b>
L&G550 Landis	B	3	230	5	0.25	500	<b>41.7</b>

Wniosek: przeprowadzenie testu prądu rozruchowego może zająć dużo czasu.

## 5. Test dokładności

Sprawdzanie zależności dokładności od wartości prądu obciążenia wymaga podjęcia decyzji co do wyboru rodzaju testu (test typu, test akceptacyjny), typu licznika energii, który chcemy przetestować, oraz odpowiedniej normy. Zestaw punktów obciążenia zależy będzie od typu połączenia licznika (jednofazowe, trójfazowe, cztero- lub trójprzewodowe, bezpośrednio lub przekładnikowe), konstrukcji licznika (elektroniczny, elektromechaniczny), limitów klasy dokładności licznika oraz norm, za pomocą których przeprowadzimy test. W rozdziałach poniżej wykorzystana zostanie minimalna liczba punktów obciążenia oraz wartość klas dokładności dla każdego typu testowanego licznika. Każdy punkt testowy składa się z wartości prądu, napięcia, współczynnika mocy (L - indukcyjny, C - pojemnościowy), testowanej fazy (L1, L2, L3 lub L123 - wszystkie trzy fazy), częstotliwości oraz wartość błędu.

### 5.1. Punkty obciążenia i wartości błędu testowanych liczników energii w teście akceptacyjnym

5.1.1. Punkty obciążenia dla **jednofazowych** liczników energii (**elektromechanicznych**) podłączonych bezpośrednio lub przekładnikowych wg normy IEC 62058-21.

ID	I	U	Obciążenie	Cosφ	f	Limit błędu dla klasy		
						2 (A)	1 (B)	0.5S (C)
1	$I_{min}$	$U_n$	L1	1	50Hz	2.5%	1.5%	1.0%
2	$I_n$			1		2.0%	1.0%	0.5%
3				0.5L		2.0%	1.0%	0.8%
4	$I_{max}$			1		2.0%	1.0%	0.5%

$I_{min}$  = 5%  $I_n$  dla liczników podłączonych bezpośrednio i 2%  $I_n$  dla liczników podłączonych do transformatora

5.1.2. Punkty obciążenia dla **jednofazowych** liczników energii (**elektronicznych**) podłączonych bezpośrednio lub przekładnikowych wg normy IEC 62058-31.

ID	I	U	Obciążenie	Cosφ	f	wartość błędu dla klasy			
						2 (A)	1 (B)	0.5S (C)	0.2S (D)
1	$I_{min}$	$U_n$	L1	1	50Hz	2.5%	1.5%	1.0%	0.4%
2	$I_n$			1		2.0%	1.0%	0.5%	0.2%
3				0.5L		2.0%	1.0%	0.6%	0.3%
4	$I_{max}$			1		2.0%	1.0%	0.5%	0.2%

$I_{min}$  = 5%  $I_n$  dla liczników podłączonych bezpośrednio i 2%  $I_n$  dla liczników przekładnikowych

5.1.3. Punkty obciążenia dla **trójfazowych** liczników energii (**elektromechanicznych**) podłączonych bezpośrednio lub przekładnikowych wg normy IEC 62058-21.

ID	I	U	Obciążenie	Cosφ	f	Limit błędu dla klasy		
						2 (A)	1 (B)	0.5S (C)
1	$I_{min}$	$U_n$	L123	1	50Hz	2.5%	1.5%	1.0%
2	$I_n$		L123	1		2.0%	1.0%	0.5%
3			L123	0.5L		2.0%	1.0%	0.8%
4			L1	1		3.0%	2.0%	1.5%
5			L2	1		3.0%	2.0%	1.5%
6	$I_{max}$		L123	1		2.0%	1.0%	0.5%

$I_{min}$  = 5%  $I_n$  dla liczników podłączonych bezpośrednio i 2%  $I_n$  dla liczników przekładnikowych

5.1.4. Punkty obciążenia dla **trójfazowych** liczników energii (**elektronicznych**) podłączonych bezpośrednio lub przekładnikowych wg normy IEC 62058-21.

ID	I	U	Obciążenie	Cosφ	f	Limit błędu dla klasy			
						2 (A)	1 (B)	0.5S (C)	0.2S (D)
1	$I_{min}$	$U_n$	L123	1	50Hz	2.5%	1.5%	1.0%	0.4%
2	$I_n$		L123	1		2.0%	1.0%	0.5%	0.2%
3			L123	0.5L		2.0%	1.0%	0.6%	0.3%
4			L1	1		3.0%	2.0%	0.6%	0.3%
5			L2	1		3.0%	2.0%	0.6%	0.3%
6	$I_{max}$		L123	1		2.0%	1.0%	0.5%	0.2%

$I_{min}$  = 5%  $I_n$  dla liczników podłączonych bezpośrednio i 2%  $I_n$  dla liczników przekładnikowych

## 5.2. Punkty obciążenia i limity błęd testowanych liczników energii w teście typu

5.2.1. Punkty obciążenia dla **jednofazowych** liczników energii (**elektronicznych**) podłączonych bezpośrednio wg normy EN 50470-3.

ID	I	U	Cosφ	f	Limit błędu dla klasy		
					2 (A)	1 (B)	0.5 (C)
1	$I_{min}$	$U_n$	1	50Hz	2.5%	1.5%	1.0%
2	$(I_n/10)$		1		2.0%	1.0%	0.5%
3			0.5L		2.0%	1.0%	0.5%
4			0.8C		2.0%	1.0%	0.5%
5			$I_n$		1	2.0%	1.0%
6	0.5L				2.0%	1.0%	0.5%
7	0.8C				2.0%	1.0%	0.5%
8	$I_{max}$		1		2.0%	1.0%	0.5%
9			0.5L		2.0%	1.0%	0.5%
10			0.8C		2.0%	1.0%	0.5%

$I_{min} = 5\% I_n$  dla liczników podłączonych bezpośrednio i  $2\% I_n$  dla liczników podłączonych do transformatora

5.2.2. Punkty obciążenia dla **jednofazowych** liczników energii **elektromechanicznych** podłączonych bezpośrednio wg normy EN 50470-2.

ID	I	U	Cosφ	f	Limit błędu dla klasy	
					2 (A)	1 (B)
1	$I_{min}$	$U_n$	1	50Hz	2.5%	1.5%
2	$I_n/10$		1		2.0%	1.0%
3			0.5L		2.0%	1.0%
4			0.8C		2.0%	1.0%
5			$I_n$		1	2.0%
6	0.5L				2.0%	1.0%
7	0.8C				2.0%	1.0%
8	$I_{max}$		1		2.0%	1.0%
9			0.5L		2.0%	1.0%
10			0.8C		2.0%	1.0%

$I_{min} = 5\% I_n$  dla liczników podłączonych bezpośrednio i  $2\% I_n$  dla liczników przekładnikowych

5.2.3. Punkty obciążenia dla **trójfazowych** liczników energii **elektromechanicznych** podłączonych bezpośrednio wg normy EN 50470-2.

ID	I	U	Obciążenie	Cosφ	f	Limit błędu dla klasy		
						2 (A)	1 (B)	
1	$I_{min}$	$U_n$	L123	1	50Hz	2.5%	1.5%	
2	$I_n/10$		L123	1		2.0%	1.0%	
3			L123	0.5L		2.0%	1.0%	
4			L123	0.8C		2.0%	1.0%	
5			$I_n/2$	L1		1	3.0%	2.0%
6	L2			1		3.0%	2.0%	
7	L3			1		3.0%	2.0%	
8	L1			0.5L		3.0%	2.0%	
9	L2			0.5L		3.0%	2.0%	
10	L3			0.5L		3.0%	2.0%	
11	$I_n$		L123	1		2.0%	1.0%	
12			L123	0.5L		2.0%	1.0%	
13			L123	0.8C		2.0%	1.0%	
14			L1	1		3.0%	2.0%	
15			L2	1		3.0%	2.0%	
16			L3	1		3.0%	2.0%	
17			L1	0.5L		3.0%	2.0%	
18			L2	0.5L		3.0%	2.0%	
19			L3	0.5L		3.0%	2.0%	
20			$I_{max}$	L123		1	2.0%	1.0%
21				L123		0.5L	2.0%	1.0%
22				L123		0.8C	2.0%	1.0%
23	L1			1		3.0%	2.0%	
24	L2			1		3.0%	2.0%	
25	L3			1		3.0%	2.0%	
26	L1			0.5L		3.0%	2.0%	
27	L2			0.5L		3.0%	2.0%	
28	L3		0.5L	3.0%		2.0%		

$I_{min} = 5\% I_n$  dla liczników podłączonych bezpośrednio i  $2\% I_n$  dla liczników przekładnikowych

5.2.4. Punkty obciążenia dla **trójfazowych** liczników energii **elektronicznych** podłączonych bezpośrednio wg normy EN 50470-3.

ID	I	U	Obciążenie	Cosφ	f	Limit błędu dla klasy	
						2 (A)	1 (B)
1	$I_{min}$	$U_n$	L123	1	50Hz	2.5%	1.5%
2	$I_n/10$		L123	1		2.0%	1.0%
3			L123	0.5L		2.0%	1.0%
4			L123	0.8C		2.0%	1.0%
5			L123	1		2.0%	1.0%
6	$I_n$		L123	0.5L		2.0%	1.0%
7			L123	0.8C		2.0%	1.0%
8			L1	1		3.0%	2.0%
9			L2	1		3.0%	2.0%
10			L3	1		3.0%	2.0%
11			L1	0.5L		3.0%	2.0%
12			L2	0.5L		3.0%	2.0%
13			L3	0.5L		3.0%	2.0%
14	$I_{max}$		L123	1		2.0%	1.0%
15			L123	0.5L		2.0%	1.0%
16			L123	0.8C		2.0%	1.0%
17			L1	1		3.0%	2.0%
18			L2	1		3.0%	2.0%
19			L3	1		3.0%	2.0%
20			L1	0.5L		3.0%	2.0%
21			L2	0.5L		3.0%	2.0%
22			L3	0.5L		3.0%	2.0%

$I_{min} = 5\% I_n$  dla liczników podłączonych bezpośrednio i  $2\% I_n$  dla liczników przekładnikowych

5.2.5. Punkty obciążenia dla **jednofazowych** liczników energii **elektromechanicznych** podłączonych bezpośrednio wg normy EN62053-11.

ID	I	U	Cosφ	f	Limit błędu dla klasy		
					2 (A)	1 (B)	0.5 (C)
1	$0.05I_n$	$U_n$	1	50Hz	2.5%	1.5%	1.0%
2	$0.1I_n$		1		2.0%	1.0%	0.5%
3			0.5L		2.5%	1.5%	1.3%
4			0.8C		-	1.5%	1.3%
5			1		2.0%	1.0%	0.5%
6	$0.5I_n$		0.5L		2.0%	1.0%	0.8%
7			0.5C		-	1.0%	0.8%
8			1		2.0%	1.0%	0.5%
9	$I_n$		0.5L		2.0%	1.0%	0.8%
10			0.8C		-	1.0%	0.8%
11	$I_{max}$		1		2.0%	1.0%	0.5%
12			0.5L		2.0%	1.0%	0.8%
13			0.8C		-	1.0%	0.8%

5.2.6. Punkty obciążenia dla **jednofazowych** liczników energii **elektronicznych** podłączonych bezpośrednio wg normy EN62053-22

ID	I	U	Cosφ	f	Limit błędu dla klasy	
					0,5S	0,2S
1	$0.02I_n$	$U_n$	1	50Hz	1.0%	0.4%
2			0.5L		1.0%	0.5%
3			0.8C		1.0%	0.5%
4	$0.1I_n$		1		0.5%	0.2%
5			0.5L		0.6%	0.3%
6			0.8C		0.6%	0.3%
7	$I_n$		1		0.5%	0.2%
8			0.5L		0.6%	0.3%
9			0.8C		0.6%	0.3%
10	$I_{max}$		1		0.5%	0.2%
11			0.5L		1.0%	0.5%
12			0.8C		1.0%	0.5%

5.2.7. Punkty obciążenia dla **trójfazowych** liczników energii **elektromechanicznych** podłączonych bezpośrednio wg normy EN62053-11

ID	I	U	Obciążenie	Cosφ	f	Limit błędu dla klasy		
						2 (A)	1 (B)	0.5 (C)
1	0.05I <sub>n</sub>	U <sub>n</sub>	L123	1	50Hz	2.5%	1.5%	1.0%
2			L123	1		2.0%	1.0%	0.5%
3	0.1I <sub>n</sub>		L123	0.5L		2.5%	1.5%	1.3%
4			L123	0.8C		-	1.5%	1.3%
5	0.5I <sub>n</sub>		L123	1		2.0%	1.0%	0.5%
6			L123	0.5L		2.0%	1.0%	0.8%
7			L123	0.8C		-	1.0%	0.8%
8			L1	0.5L		-	2.0%	1.5%
9			L2	0.5L		-	2.0%	1.5%
10			L3	0.5L		-	2.0%	1.5%
11	I <sub>n</sub>		L123	1		2.0%	1.0%	0.5%
12			L123	0.5L		2.0%	1.0%	0.8%
13			L123	0.8C		-	1.0%	0.8%
14			L1	0.5L		3.0%	2.0%	1.5%
15			L2	0.5L		3.0%	2.0%	1.5%
16			L3	0.5L		3.0%	2.0%	1.5%
17	I <sub>max</sub>		L123	1		2.0%	1.0%	0.5%
18			L123	0.5L		2.0%	1.0%	0.8%
19			L123	0.8C		-	1.0%	0.8%
20			L1	1		4.0%	-	-
21			L2	1		4.0%	-	-
22			L3	1		4.0%	-	-

5.2.8. Punkty obciążenia dla **trójfazowych** liczników energii **elektronicznych** podłączonych bezpośrednio wg normy EN EN62053-22

ID	I	U	Obciążenie	Cosφ	f	Limit błędu dla klasy	
						0,5S	0,2S
1	0.02I <sub>n</sub>	U <sub>n</sub>	L123	1	50Hz	1.0%	0.4%
2			L123	0.5L		1.0%	0.5%
3			L123	0.8C		1.0%	0.5%
4	0.1I <sub>n</sub>		L123	1		0.5%	0.2%
5			L123	0.5L		0.6%	0.3%
6			L123	0.8C		0.6%	0.3%
7	0.5I <sub>n</sub>		L1	1		0.6%	0.3%
8			L2	1		0.6%	0.3%
9			L3	1		0.6%	0.3%
10			L1	0.5L		1.0%	0.4%
11			L2	0.5L		1.0%	0.4%
12			L3	0.5L		1.0%	0.4%
13	I <sub>n</sub>		L123	1		0.5%	0.2%
14			L123	0.5L		1.0%	0.5%
15			L123	0.8C		1.0%	0.5%
16			L1	0.5L		1.0%	0.4%
17			L2	0.5L		1.0%	0.4%
18			L3	0.5L		1.0%	0.4%
19	I <sub>max</sub>		L123	1		0.5%	0.2%
20			L123	0.5L		1.0%	0.5%
21			L123	0.8C		1.0%	0.5%
22			L1	1		0.6%	0.3%
23			L2	1		0.6%	0.3%
24			L3	1		0.6%	0.3%

### 5.3. Ocena czasu potrzebnego do przeprowadzenia testu punktów obciążenia

Czas testu dla każdego punktu obciążeń składa się z liczby całkowitej przedziałów czasu między impulsami lub pełnym obrotem rotora. Czas pomiędzy impulsami ( $t$ ) zależy od dostarczonej do licznika mocy i stałej licznika i można go wyrazić za pomocą poniższego równania:

$$t = \frac{3600 \times 10^3}{m \times U_n \times I \times \cos\varphi \times C} \text{ [s]}$$

gdzie:

- $t$  [s] – czas między impulsami;
- $m$  – ilość elementów pomiarowych;
- $U_n$  [V] – nominalne napięcie;
- $I$  [A] – prąd obciążenia;
- $\cos\varphi$  – współczynnik mocy;
- $C$  [imp/kWh] – stała licznika

Przykładowe czasy między impulsami dla punktów obciążenia  $I_{\min}$ ,  $I_n$  oraz  $I_{\max}$  dla kilku liczników w  $\cos\varphi=1$  (przy założeniu, że błąd licznika jest równy zeru) przedstawione są w poniższej tabeli:

Typ licznika	C [imp/kWh]	$U_n$ [V]	$I_{\min}$ [A]	$P_{\min}$ [kW]	$t_{\min}$ [s]	$I_n$ [A]	$P_n$ [kW]	$t_n$ [s]	$I_{\max}$ [A]	$P_{\max}$ [kW]	$t_{\max}$ [s]
A52	375	230	0.5	0.115	<b>83.48</b>	10	2.3	<b>4.17</b>	40	9.2	<b>1.04</b>
12EA5	6400	230	0.25	0.0575	<b>9.78</b>	5	1.15	<b>0.49</b>	60	13.8	<b>0.04</b>
LEW323	640	230	0.25	0.1725	<b>32.61</b>	5	3.45	<b>1.63</b>	80	55.2	<b>0.10</b>
MM20	10000	230	0.1	0.069	<b>5.22</b>	5	3.45	<b>0.10</b>	6	4.14	<b>0.09</b>
L&G550	500	230	0.25	0.1725	<b>41.74</b>	5	3.45	<b>2.09</b>	120	82.8	<b>0.09</b>

Czasy między impulsami dla niskich obciążeń, zwłaszcza dla współczynnika mocy  $\cos\varphi < 1$  jest długi. Zwykle test wymaga policzenia co najmniej dwóch impulsów dla niskich obciążeń oraz większą liczbę impulsów dla wyższych obciążeń w czasie poniżej 10... 20 sekund. Typowa funkcjonalność stacji testowej pozwala na dwie metody testowania - poprzez zliczenie impulsów co wymaga wyliczenia tej liczby dla każdego punktu obciążeń lub poprzez wybranie stałego czasu testowania, np. 10 sekund. Stosując tą metody, impulsy są zbierane co 10 sekund lecz wymaga to co najmniej 2 impulsów, przez co czas trwania testu automatycznie się wydłuży. Pomiar punktu obciążeń powinny być wykonane co najmniej 3 razy (3 cykle) by otrzymać lepsze obliczenia niepewności i odchylenia standardowego.

Przykładowa ocena czasu potrzebnego do przeprowadzenia testu licznika L&G E550 ( $U_n=230V$ ,  $I_n=5A$ ,  $I_{st}=0.25A$ , klasy B,  $C=500\text{imp/kWh}$ ) wg normy EN50470-3 przedstawiona jest w tabeli poniżej. W tabeli wymienione są punkty obciążenia ( $U$ ,  $I$ ,  $\cos\varphi$ , połączenie), klasa dokładności, wyliczony czas między 2 impulsami. Następnie zakładamy, że testy potrzebuje co najmniej 2 impulsów by go wykonać. Należy równocześnie zauważyć, że początek testu nie jest zsynchronizowany z impulsami dlatego średnio dodajemy czas "0,5" między impulsami. Przy ustawieniu minimalnego czasu testu na 10 sekund dla niskich obciążeń, liczba impulsów wynosić będzie 2,5 impulsu natomiast w przypadku wyższych obciążeń wygenerowane zostanie więcej impulsów w czasie 10 sekund.



ID	I	U	Obciążenie	cos φ	f	Clas	Czas między 2 impulsami	Prawdziwa, oczekiwana liczba impulsów	Czas testu	Czas ustawienia wartości	Czas dla 1 cyklu	Czas dla 3 cykli		
						1 (B)							[s]	[s]
1	0,05In (0,25A)	Un	L123	1L	50Hz	1.5%	41,74	2,5	104,35	10	114,35	323,05		
2	0,1In (0,5A)	Un	L123	1L	50Hz	1.0%	20,87	2,5	52,18	10	62,18	166,53		
3		Un	L123	0,5L	50Hz	1.0%	41,74	2,5	104,35	10	114,35	323,05		
4		Un	L123	0,8C	50Hz	1.0%	26,09	2,5	65,23	10	75,23	205,68		
5	In (5A)	Un	L123	1L	50Hz	1.0%	2,09	5	10,45	10	20,45	41,35		
6		Un	L123	0,5L	50Hz	1.0%	4,18	3	12,54	10	22,54	47,62		
7		Un	L123	0,8C	50Hz	1.0%	2,61	4	10,44	10	20,44	41,32		
8		Un	L1	1L	50Hz	2%	6,27	2	12,54	10	22,54	47,62		
9		Un	L2	1L	50Hz	2%	6,27	2	12,54	10	22,54	47,62		
10		Un	L3	1L	50Hz	2%	6,27	2	12,54	10	22,54	47,62		
11		Un	L1	0,5L	50Hz	2%	12,54	2,5	31,35	10	41,35	104,05		
12		Un	L2	0,5L	50Hz	2%	12,54	2,5	31,35	10	41,35	104,05		
13		Un	L3	0,5L	50Hz	2%	12,54	2,5	31,35	10	41,35	104,05		
14		Imax (120A)	Un	L123	1L	50Hz	1.0%	0,09	112	10,08	10	20,08	40,24	
15	Un		L123	0,5L	50Hz	1.0%	0,18	56	10,08	10	20,08	40,24		
16	Un		L123	0,8C	50Hz	1.0%	0,11	91	10,01	10	20,01	40,03		
17	Un		L1	1L	50Hz	2%	0,27	38	10,26	10	20,26	40,78		
18	Un		L2	1L	50Hz	2%	0,27	38	10,26	10	20,26	40,78		
19	Un		L3	1L	50Hz	2%	0,27	38	10,26	10	20,26	40,78		
20	Un		L1	0,5L	50Hz	2%	0,54	19	10,26	10	20,26	40,78		
21	Un		L2	0,5L	50Hz	2%	0,54	19	10,26	10	20,26	40,78		
22	Un		L3	0,5L	50Hz	2%	0,54	19	10,26	10	20,26	40,78		
											<b>802,93</b>	<b>1968,79</b>		
											<b>Czas w hh:mm:ss</b>		<b>00:13:23</b>	<b>00:32:49</b>
23	Ist = (0,25A)	Un	L123	1L	50Hz			-	41,74	10	51,74			
24	0	Un	L123	1L	50Hz			-	145,18	10	155,18			
											<b>206,92</b>			
											<b>Czas podany w hh:mm:ss</b>		<b>00:03:27</b>	
											<b>Całkowity czas testu hh:mm:ss</b>		<b>00:36:16</b>	

Wyliczony czas testu dokładności wynosi 32 minuty i 49 sekund. Czas testu rozruchu i testu biegu jałowego wynosi 3 minuty i 27 sekund. Czas całkowity tych testów wynosi 36 minut i 16 sekund.

#### 5.4. Przykładowe testy dokładności liczników oraz długości testów

Wyliczony czas został sprawdzony w praktyce dla licznika energii L&G E550 ( $U_n=230V$ ,  $I_n=5A$ ,  $I_{st}=0.25A$ , klasa B,  $C=500imp/kWh$ ) wg normy EN50470-3 za pomocą czteropozycyjnej stacji wzorcowniczej liczników energii TB41. Wyniki testu przedstawione są na zdjęciu poniżej.

No	Point name	Date	Time	Limit	DUT1		DUT2		DUT3		DUT4	
					Σ [%]	εs [%]	OK	Σ [%]	εs [%]	OK	Σ [%]	εs [%]
1	0.05 lb L123 cos=1 L	2022-12-08	13:27:24	1.5000 %	0.0940	-	0.0801	-	0.1283	-	0.2200	-
2	0.1 lb L123 cos=1 L	2022-12-08	13:29:44	1.0000 %	0.1254	-	0.0580	-	0.1198	-	0.1914	-
3	0.1 lb L123 cos=0.5 L	2022-12-08	13:33:56	1.0000 %	0.3157	-	0.3169	-	0.4491	-	0.4126	-
4	0.1 lb L123 cos=0.8 C	2022-12-08	13:38:39	1.0000 %	0.0041	-	-0.0716	-	-0.0288	-	0.0848	-
5	1 lb L123 cos=1 L	2022-12-08	13:37:45	2.0000 %	0.0808	-	0.0312	-	0.0987	-	0.0344	-
6	1 lb L123 cos=0.5 L	2022-12-08	13:39:04	2.0000 %	0.2874	-	0.3087	-	0.3712	-	0.2954	-
7	1 lb L123 cos=0.8 C	2022-12-08	13:40:06	2.0000 %	-0.0086	-	-0.0930	-	-0.0334	-	-0.0863	-
8	1 lb L1 cos=1 L	2022-12-08	13:41:44	2.0000 %	0.1400	-	0.0297	-	0.1800	-	0.0436	-
9	1 lb L2 cos=1 L	2022-12-08	13:43:22	2.0000 %	0.0739	-	0.0165	-	0.0582	-	0.0667	-
10	1 lb L3 cos=1 L	2022-12-08	13:44:58	2.0000 %	0.0807	-	0.0559	-	0.0463	-	0.0045	-
11	1 lb L1 cos=0.5 L	2022-12-08	13:46:34	1.0000 %	0.3730	-	0.3318	-	0.4883	-	0.3382	-
12	1 lb L2 cos=0.5 L	2022-12-08	13:48:09	1.0000 %	0.2610	-	0.2437	-	0.3432	-	0.3341	-
13	1 lb L3 cos=0.5 L	2022-12-08	13:49:46	1.0000 %	0.2162	-	0.3141	-	0.2477	-	0.2169	-
14	lmax L123 cos=1 L	2022-12-08	13:50:45	2.0000 %	0.0658	-	-0.0040	-	0.0318	-	-0.1122	-
15	lmax L123 cos=0.5 L	2022-12-08	13:51:37	2.0000 %	0.2743	-	0.2671	-	0.2960	-	0.1154	-
16	lmax L123 cos=0.8 C	2022-12-08	13:52:29	2.0000 %	-0.0437	-	-0.1656	-	-0.1123	-	-0.2594	-
17	lmax L1 cos=1 L	2022-12-08	13:53:29	2.0000 %	0.1737	-	0.0557	-	0.2542	-	-0.0313	-
18	lmax L2 cos=1 L	2022-12-08	13:54:29	2.0000 %	0.2298	-	0.0570	-	0.0424	-	0.0201	-
19	lmax L3 cos=1 L	2022-12-08	13:55:29	2.0000 %	0.0178	-	0.1079	-	0.0818	-	-0.1144	-
20	lmax L1 cos=0.5 L	2022-12-08	13:56:29	1.0000 %	0.6505	-	0.6521	-	0.8613	-	0.5104	-
21	lmax L2 cos=0.5 L	2022-12-08	13:57:30	1.0000 %	0.5485	-	0.4714	-	0.4925	-	0.4367	-
22	lmax L3 cos=0.5 L	2022-12-08	13:58:30	1.0000 %	0.2398	-	0.5165	-	0.4420	-	0.1859	-

Test w czasie rzeczywistym (składający się z testu dokładności, testu prądu rozruchu oraz testu biegu jałowego) wyniósł 35 minut i 37 sekund co jest wartością zbliżoną do oceny czasu potrzebnego do przeprowadzenia testu punktów obciążenia..

## 6. Test stałej licznika lub rejestru licznika

Test rejestru, zwłaszcza dla liczników elektromechanicznych, potwierdza zgodność obrotów rotora z rejestrem licznika energii. Test polega na dostarczeniu określonej porcji energii do licznika tak by najmniej istotna pozycja w liczydło dokonała pełnego obrotu (lub zwiększyła się dziesięciokrotnie w wypadku liczników elektronicznych). Minimalna porcja energii zależy od rozdzielczości rejestru  $R$  [Wh] i jest równa  $10 \times R$ . Dla typowych liczników jest to wynik 100Wh w wypadku rejestru z 2 cyframi po znaku dziesiętnym, 1000Wh w wypadku rejestru z 1 cyfrą i 10000Wh dla rejestrów bez znaku dziesiętnego.

Przykłady przepływu energii  $E_{min}$  i czasu przepływu dla kilku typów liczników przy mocy nominalnej i maksymalnej podane są w tabeli poniżej:

Typ licznika	Rozdzielczość R [kWh]	$E_{min}$ [kWh]	$U_n$ [V]	$I_n$ [A]	$P_n$ [kW]	$t_{@I_n}$ [min:s]	$I_{max}$ [A]	$P_{max}$ [kW]	$t_{@I_{max}}$ [min:s]
A52	0.1	1	230	10	2.3	26:05	40	9.2	6:31
12EA5	0.1	1	230	5	1.15	52:10	60	13.8	4:21
LEW323	0.1	1	230	5	3.45	17:23	80	55.2	1:05
MM20	0.01	0.1	230	5	3.45	1:44	6	4.14	1:27
L&G550	0.01	0.1	230	5	3.45	1:44	120	82.8	0:05

Wynik jest poprawny jeżeli kolejna od lewej cyfra zmieni swoją wartość o 1. W praktyce test jest wykonywany poprzez zapisanie wartości rejestru przed rozpoczęciem testu  $E_{start}$ , następnie dostarczenie określonej porcji energii  $E_{reference} \gg E_{min}$  (lub dostarczaniu mocy przez pewien okres czasu) i zapisanie wartości rejestru po zakończeniu testu  $E_{stop}$ . Błąd  $\varepsilon$  może być wyliczony jako:

$$\varepsilon = \frac{(E_{stop} - E_{start}) - E_{reference}}{E_{reference}} \times 100\%$$

Test stałej licznika weryfikuje, czy różnica pomiędzy przepływem energii przedstawionym jako liczba impulsów (obrotów rotora) podzielonym przez stałą licznika i energię zarejestrowaną w przez liczydło licznika nie jest większa niż 1/10 klasy dokładności w testowanym punkcie obciążenia. Możemy wybrać dowolny punkt obciążenia w zakresie pomiędzy  $I_n/10$  ( $I_n/20$  dla liczników przekładnikowych) a

$I_{max}$ . Zalecane jest by użyć znacznej wielkości prądu obciążenia, by skrócić czas potrzebny na przeprowadzenie testu i zwiększyć jego dokładność. Długość testu uzależniona jest od rozdzielczości liczydła testowanego licznika by uzyskać wymaganą dokładność. Minimalny przepływ energii wyrażony jest przez poniższy wzór:

$$E_{min} = \frac{1000 \times R}{b} [Wh]$$

gdzie:

R – rozdzielczość licznika energii wyrażona w Wh;

b – klasa dokładności testowanego licznika wyrażona w %.

Przepływ energii wymaga by licznik był zaopatrywany w odpowiednią ilość mocy przez pewien okres czasu.

Przykład przepływu energii  $E_{min}$  oraz czasu przepływu dla kilku typów liczników przy mocy nominalnej i maksymalnej:

Typ licznika	Klasa b [%]	Rozdzielczość R [kWh]	$E_{min}$ [kWh]	$U_n$ [V]	$I_n$ [A]	$P_n$ [kW]	$t_n$ [h:min]	$I_{max}$ [A]	$P_{max}$ [kW]	$t_{max}$ [h:min]
A52	2	0.1	<b>50</b>	230	10	2.3	<b>21:45</b>	40	9.2	<b>5:26</b>
12EA5	1	0.1	<b>100</b>	230	5	1.15	<b>20:00</b>	60	13.8	<b>7:15</b>
LEW323	B (1)	0.1	<b>100</b>	230	5	3.45	<b>28:59</b>	80	55.2	<b>1:49</b>
MM20	1	0.01	<b>10</b>	230	5	3.45	<b>2:54</b>	6	4.14	<b>2:25</b>
L&G550	B (1)	0.01	<b>10</b>	230	5	3.45	<b>2:54</b>	120	82.8	<b>0:08</b>

Wniosek: Ten test zajmuje dużo czasu i może być skrócony przez odczyt stanu wewnętrznych rejestrów licznika za pomocą głowicy komunikacyjnej na podczerwień (albo każdej innej metody komunikacji). Zwykle wewnętrzne rejestry posiadają wyższą rozdzielczość (R) niż wyświetlacz licznika. Długość testu zależy również od norm użytych w zestawach punktów obciążeń. Testy akceptacji trwają krócej niż testy typu.

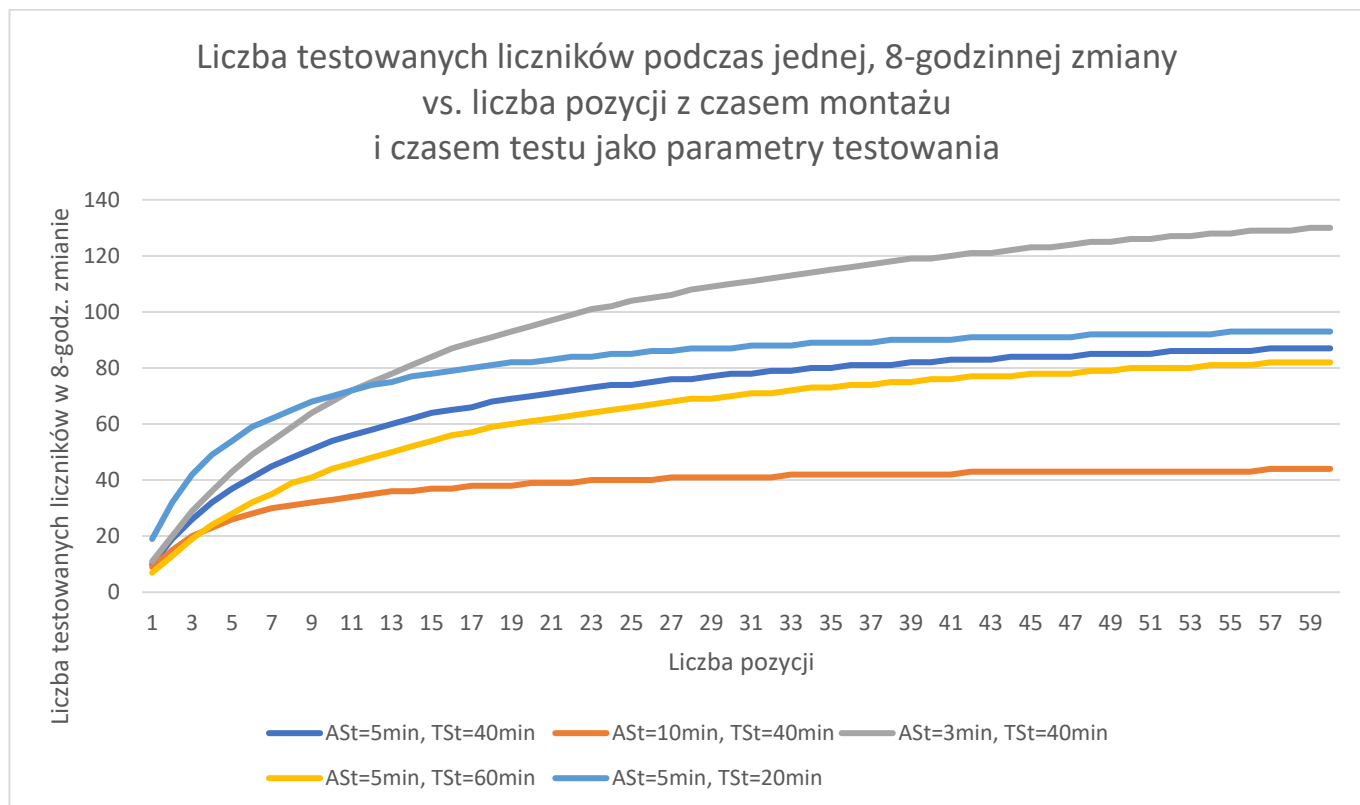
## 7. Liczba liczników testowanych podczas jednej, 8-godzinnej zmiany

Liczba liczników testowanych przez stację wzorcowniczą zależy od ilości pozycji na stacji, czasu montażu liczników, strojenia i testowania głowicy skanującej oraz czasu potrzebnego na przeprowadzenie testów dokładności, rozruchu, biegu jałowego oraz rejestru.

Całkowity czas testów dla przykładowych liczników znajdziemy w tabeli poniżej.

Typ licznika	C [imp/kWh]	$U_n$ [V]	$I_n$ [A]	Czas testu [hh:mm:ss]					
				Dokładność	Rozruch	Bieg jałowy	← Suma	Rejestr	Całkowity czas
A52	375	230	10	00:42:16	00:14:05	02:01:10	02:57:31	00:06:31	<b>03:04:02</b>
12EA5	6400	230	5	00:06:45	00:02:12	00:06:10	00:15:07	00:04:21	<b>00:19:28</b>
LEW323	640	230	5	00:28:36	00:00:43	00:02:10	00:31:29	00:01:05	<b>00:32:34</b>
MM20	10000	230	5	00:15:19	00:00:12	00:13:10	00:13:22	00:01:27	<b>00:14:49</b>
L&G550	500	230	5	00:32:49	00:00:52	00:02:35	00:36:16	00:00:05	<b>00:36:21</b>

Na ogół liczba testowanych liczników jest uzależniona od liczby pozycji na stacji wzorcowniczej, czasu montażu oraz podłączenia tych liczników do stacji oraz czasu samych testów, który uzależniony jest od wybranych norm jako parametrów testowania. Zależność ta przedstawiona jest na diagramie poniżej.



Gdzie:

- Zakładany czas zmiany wynosi 8 godzin;
- ASt – czas montażu licznika na jego pozycji na stacji oraz czas strojenia głowicy skanującej;
- TSt – Czas testów dokładności, rozruchu, biegu jałowego oraz rejestru wg wybranych norm.

Da się zaobserwować, że optymalną liczbą pozycji pod względem efektywności czasu podłączenia liczników i czasu testowania, jest liczba z zakresu od 3 do 15 pozycji.

## 8. Wnioski

Przedstawione kalkulacje dla oceny czasu testowania są zbliżone do wyników otrzymanych w prawdziwym teście z użyciem stacji wzorcowniczej. Testy zostały wykonane na czterech pozycjach stacji wzorcowniczej TB41. Zakładając że przeciętny czas testu wynosi ok. 40 minut i potrzebujemy dodatkowe 5 minut na każdy licznik, który podłączamy do szybkozłącza i głowicy skanującej, co daje nam wynik 60 minut dla 4 testowanych liczników (40 min + 4x5 min). To oznacza że w ciągu jednej, 8-godzinnej zmiany jesteśmy w stanie przetestować do 32 liczników, natomiast w ciągu tygodnia - do 160 liczników.

Czas testu uzależniony jest od liczby punktów testowych (oraz norm na których oparty jest test) oraz parametrów liczników - zwłaszcza stałej licznika. Najczęściej najwięcej czasu trzeba poświęcić testom prądu rozruchowego oraz biegu jałowego.

Wygląda na to, że jednym z ważniejszych czynników przy wyborze stacji wzorcowniczej nie jest ilość pozycji na samej stacji, ale liczba liczników, które musimy przetestować. Ilość pozycji w stacji i ilość liczników, które musimy przetestować, musi zostać zoptymalizowana. Dzięki temu możemy skorzystać z mniejszych stacji wzorcowniczych, które nie wymagają dużej przestrzeni oraz nie pobierają dużej ilości prądu. Jednofazowe zasilanie jest wystarczające w tym wypadku.