



Gazomierze miechowe. Stabilność metrologiczna

Diaphragm gas meters. Metrological stability

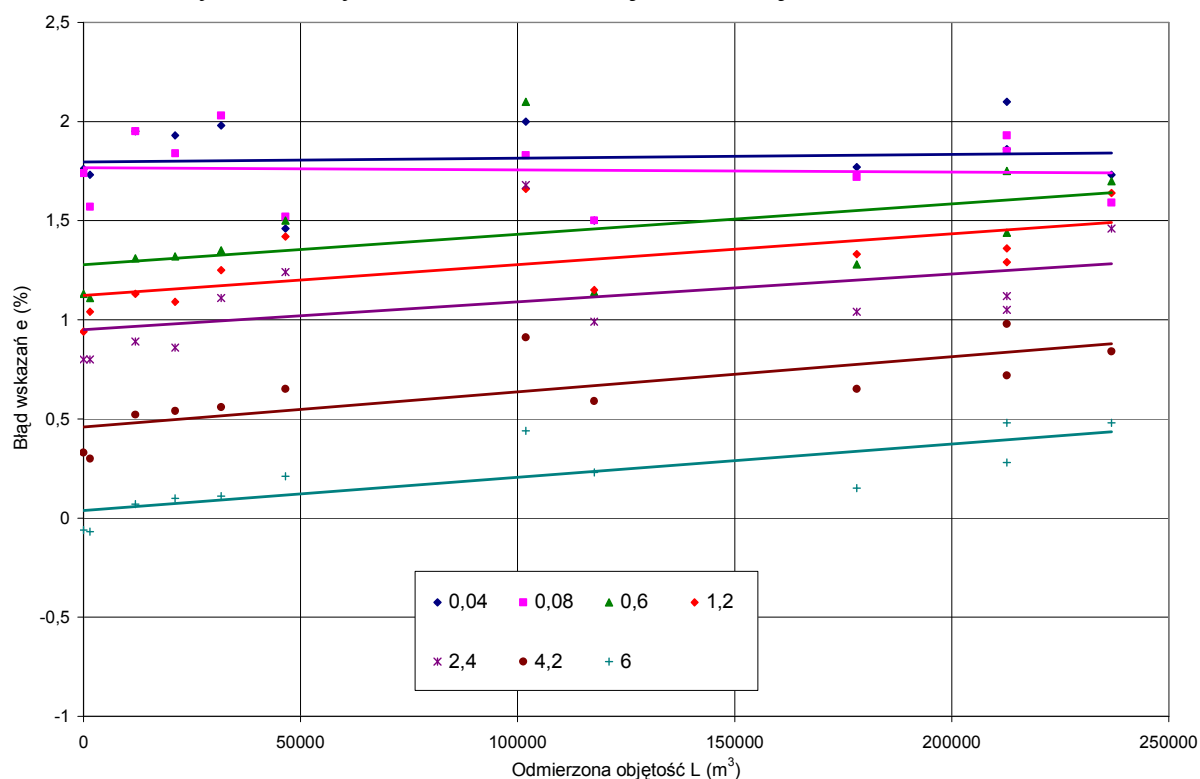
Józef Dopke, APATOR METRIX S.A., Tczew

Słowa kluczowe: gazomierz, gazomierz miechowy, błąd wskazań, dopuszczalny błąd graniczny, stabilność błędu wskazań, objętość cykliczna, szybkobieżność, okres ważności dowodu legalizacji, legalizacji pierwotna, trwałość.

Streszczenie: Omówiono podstawowe właściwości metrologiczne mieszkaniowych gazomierzy miechowych w użytkowaniu. Podano kryteria stabilności błędu wskazań gazomierzy miechowych takie jak szybkobieżność, zakres temperatury gazu i otoczenia. Przedstawiono wyniki badań stabilności mieszkaniowych gazomierzy miechowych G1,6, G2,5, G4, G6 i G10 o różnej objętości cyklicznej obecnych na europejskim rynku. Podano dopuszczalne błędy graniczne podczas legalizacji i w użytkowaniu oraz okresy ważności dowodu legalizacji obowiązujące w wybranych krajach.

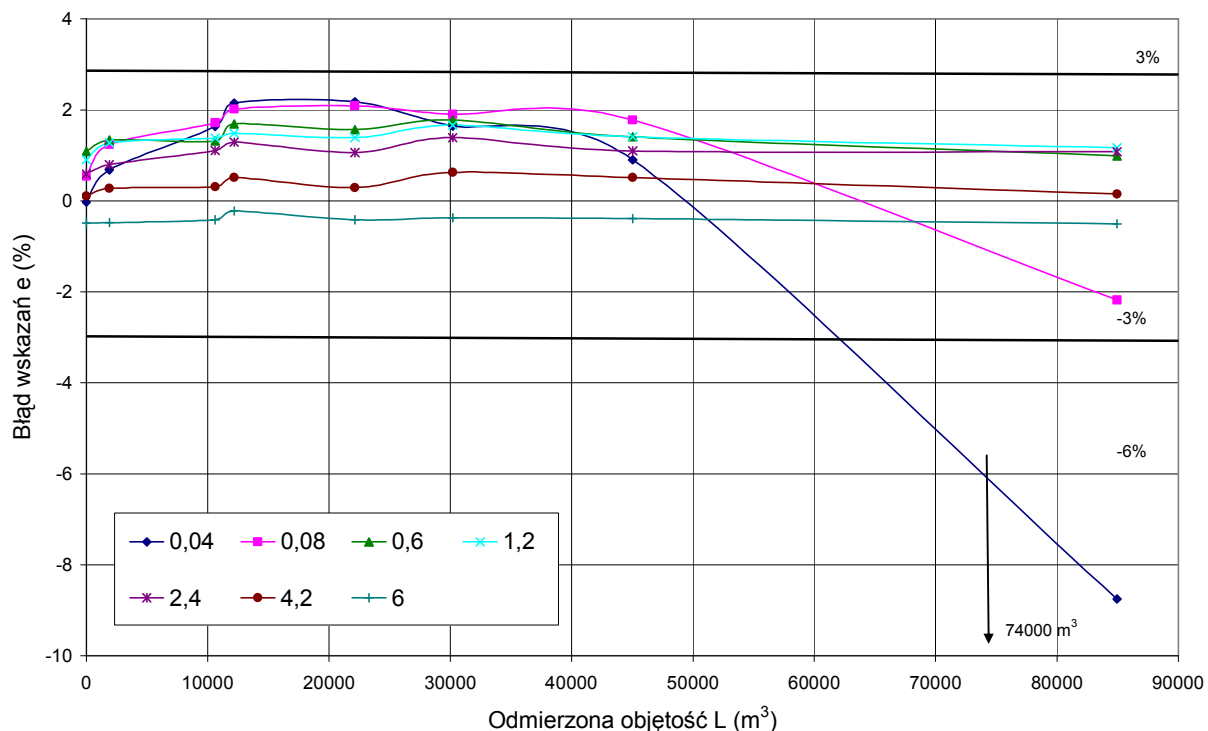
Stabilność metrologiczna gazomierzy miechowych

Stabilność metrologiczna, nazywana również w przepisach trwałością, jest zdolnością gazomierza do odmierzania objętości gazu z jak najmniej zmieniającym się błędem wskazań w czasie jego użytkowania w instalacji w okresie ważności dowodu legalizacji. Na rys. 1 przedstawiono gazomierz G4 o dużej stabilności metrologicznej. W przedziale odmierzonej objętości od 0 do 200 tys. m³ błędy wskazań nie zmieniają się więcej niż o 0,5%.



Rys. 1. Błędy wskazań gazomierza G4 nr 097533 1999 o objętości cyklicznej 2,2 dm³ dla obciążeń: 0,04; 0,08; 0,6; 1,2; 2,4; 4,2 i 6 m³/h w funkcji odmierzonej objętości L.

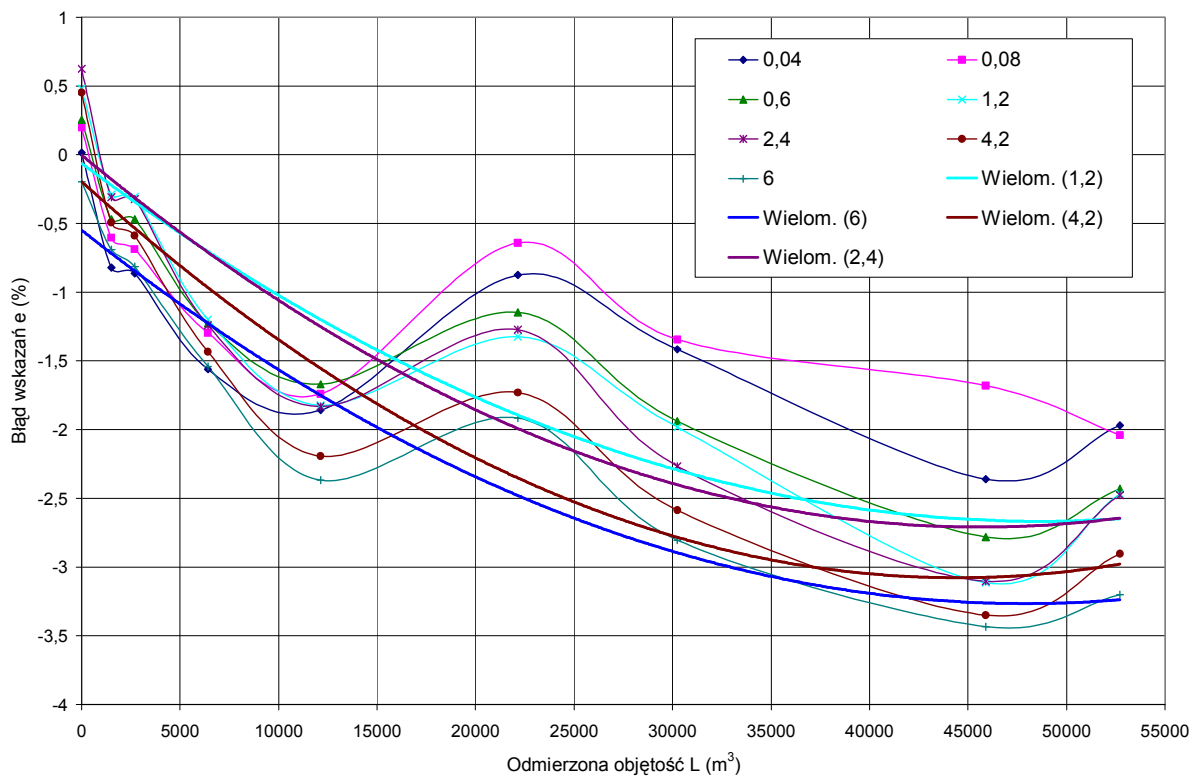
Na rys. 2 przedstawiono wyniki badań stabilności metrologicznej gazomierza G4, którego błąd wskazań przy $Q_{\min}=0,04 \text{ m}^3/\text{h}$ przekracza dolną granicę -6% dopuszczalnego błędu w użytkowaniu ustanowioną w przepisach nadzoru metrologicznego w całej Europie. To przekroczenie występuje po odmierzeniu objętości 74 tys. m^3 . W Polsce obowiązuje 15-letni okres ważności dowodu legalizacji. Ten gazomierz musiałby odmierzać więcej niż 4933 m^3/rok gazu, aby przekroczył wymagania metrologiczne w użytkowaniu w okresie ważności dowodu legalizacji obowiązujące w Polsce



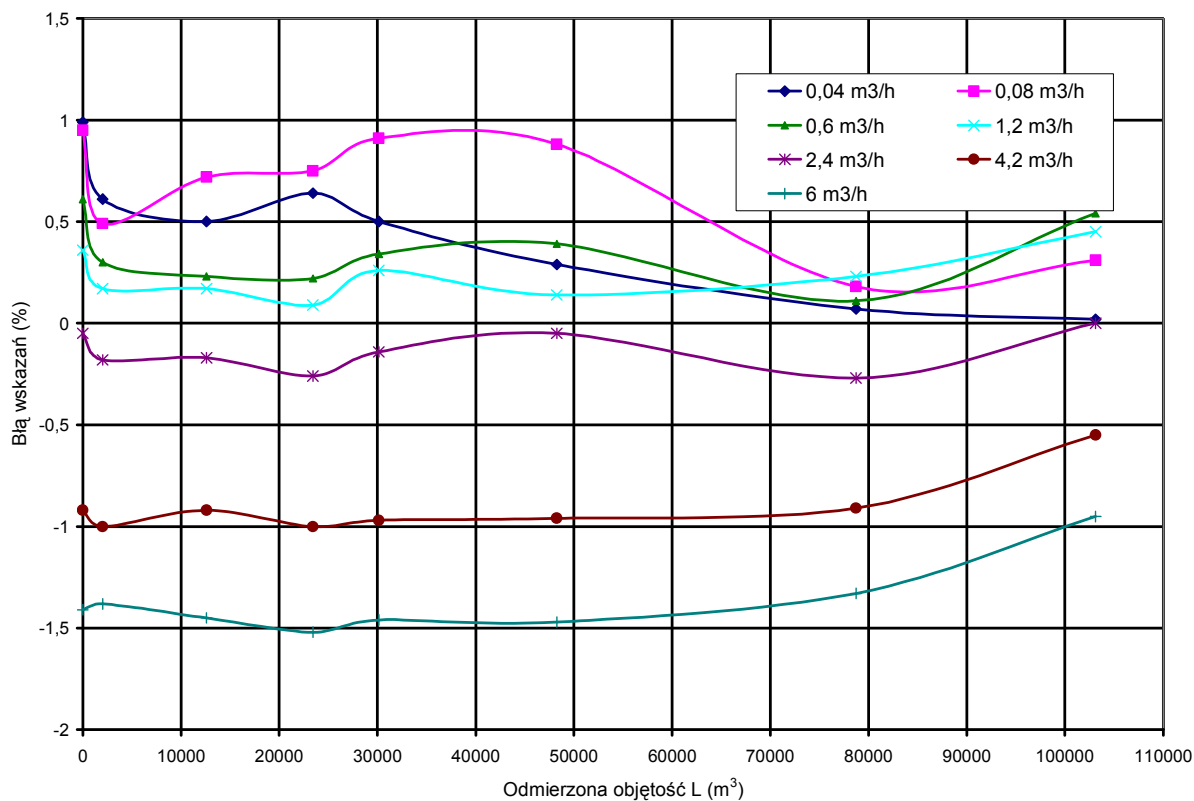
Rys. 2. Błędy wskazań gazomierza G4 nr 107857 2001 o objętości cyklicznej $2,2 \text{ dm}^3$ dla obciążeń: 0,04; 0,08; 0,6; 1,2; 2,4; 4,2 i $6 \text{ m}^3/\text{h}$ w funkcji odmierzonej objętości L.

Na rys. 3 podano błędy wskazań w funkcji odmierzonej objętości dla siedmiu obciążeń w przypadku gazomierza o małej stabilności metrologicznej. Dolna granica dopuszczalnego błędu wskazań w użytkowaniu -3% (obowiązuje w Polsce, Danii, Ukrainie i Łotwie) została przekroczona przez błąd wskazań gazomierza G4 po odmierzeniu 33 tys. m^3 dla obciążenia $6 \text{ m}^3/\text{h}$, po odmierzeniu 37 tys. m^3 dla obciążenia $4,2 \text{ m}^3/\text{h}$ i po odmierzeniu 43 tys. m^3 dla obciążenia $2,4 \text{ m}^3/\text{h}$. W Niemczech, Austrii, Holandii i Szwajcarii, gdzie dopuszczalny błąd graniczny w użytkowaniu wynosi dla tych obciążeń $\pm 4\%$, błąd wskazań gazomierza nie przekroczy wymagań w użytkowaniu aż do czasu odmierzenia 55 tys. m^3 .

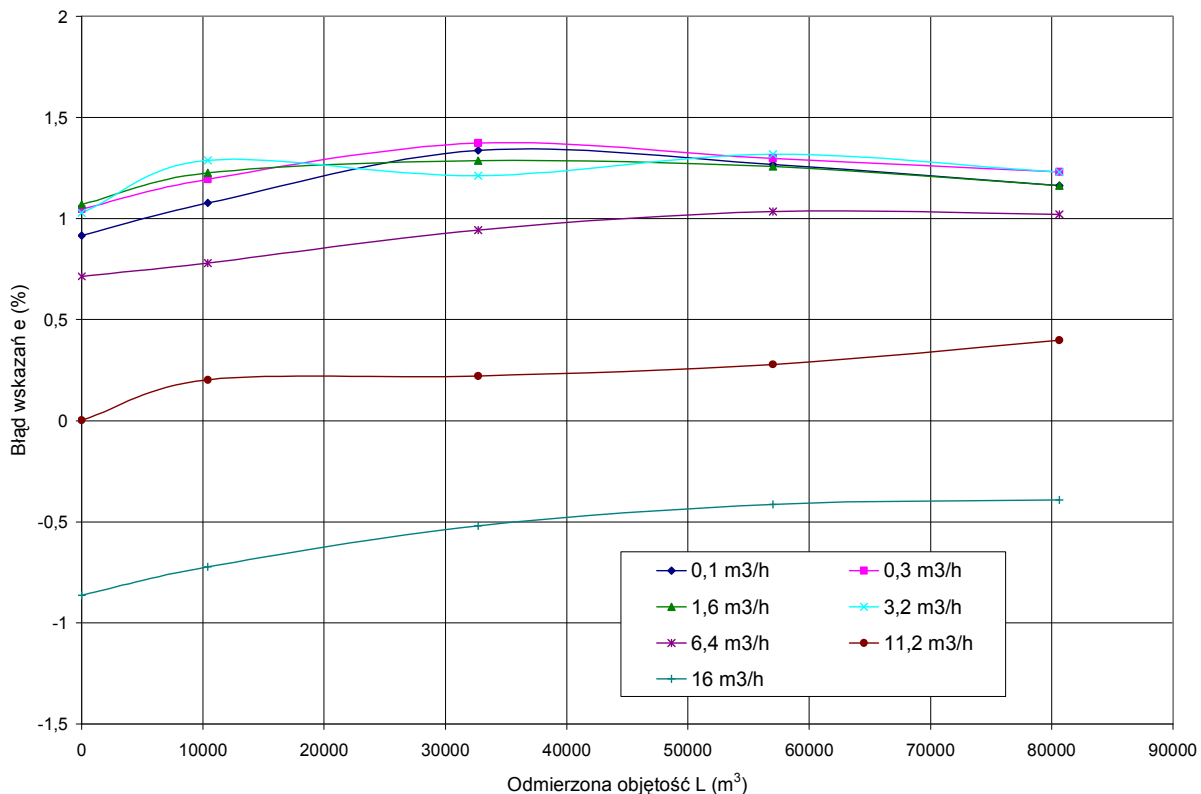
Istnieją gazomierze o dużej stabilności metrologicznej (rys. 4, 5) zarówno o objętości cyklicznej mniejszej jak i większej od zalecanej minimalnej objętości cyklicznej w dyrektywie [1-4, 8].



Rys. 3. Błędy wskazań dla obciążeń: 0,04; 0,08; 0,6; 1,2; 2,4; 4,2 i 6 m³/h w funkcji odmierzanej objętości L gazomierza G4 nr 272130 2001 o objętości cyklicznej 1,2 dm³.



Rys. 4. Błędy wskazań dla obciążeń: 0,04; 0,08; 0,6; 1,2; 2,4; 4,2 i 6 m³/h w funkcji odmierzanej objętości L gazomierza G4 nr 2287800 2002 o objętości cyklicznej 1,2 dm³.



Rys. 5. Błędy wskazań dla obciążeń: 0,1; 0,3; 1,6; 3,2; 6,4; 11,2 i 16 m³/h w funkcji odmierzanej objętości L gazomierza G10 nr 001465 2004 o objętości cyklicznej 5 dm³.

Na mocy postanowień przejściowych MID 2004/22/EC [12] państwa członkowskie powinny zezwalać na wprowadzanie do obrotu handlowego i użytkowania gazomierze mechaniczne, które spełniają przepisy stosowane przed 30.10.2006 r. aż do utraty ważności zatwierdzenia typu przez te gazomierze przez okres maksymalnie 10 lat licząc od 30.10.2006 r. Gazomierze o zatwierdzonym typie przed dniem 30.10.2006 r. wg dyrektywy 71/318/EEC [1-4], nie będą mogły być wprowadzone do obrotu handlowego i (pierwszego) użytkowania po 30.10.2016 r. W Polsce znajdują się lub będą się znajdować w eksploatacji gazomierze mechaniczne o zatwierdzonym typie wg polskich przepisów obowiązujących przed 22.04.2004 r. [7] aż do 22.04.2014 r., wg dyrektywy 71/318/EEC aż do 30.10.2016 r. oraz o ocenie zgodności wykonanej wg MID 2004/22/EC.

Gazomierze różnych typów znajdujące się w użytkowaniu muszą spełniać przepisy jakie obowiązywały podczas zatwierdzenia ich typu lub oceny zgodności oraz podczas ich pierwszej legalizacji. Dlatego omawiając stabilność metrologiczną różnych gazomierzy należy omówić również starsze przepisy, które obowiązywały w Polsce.

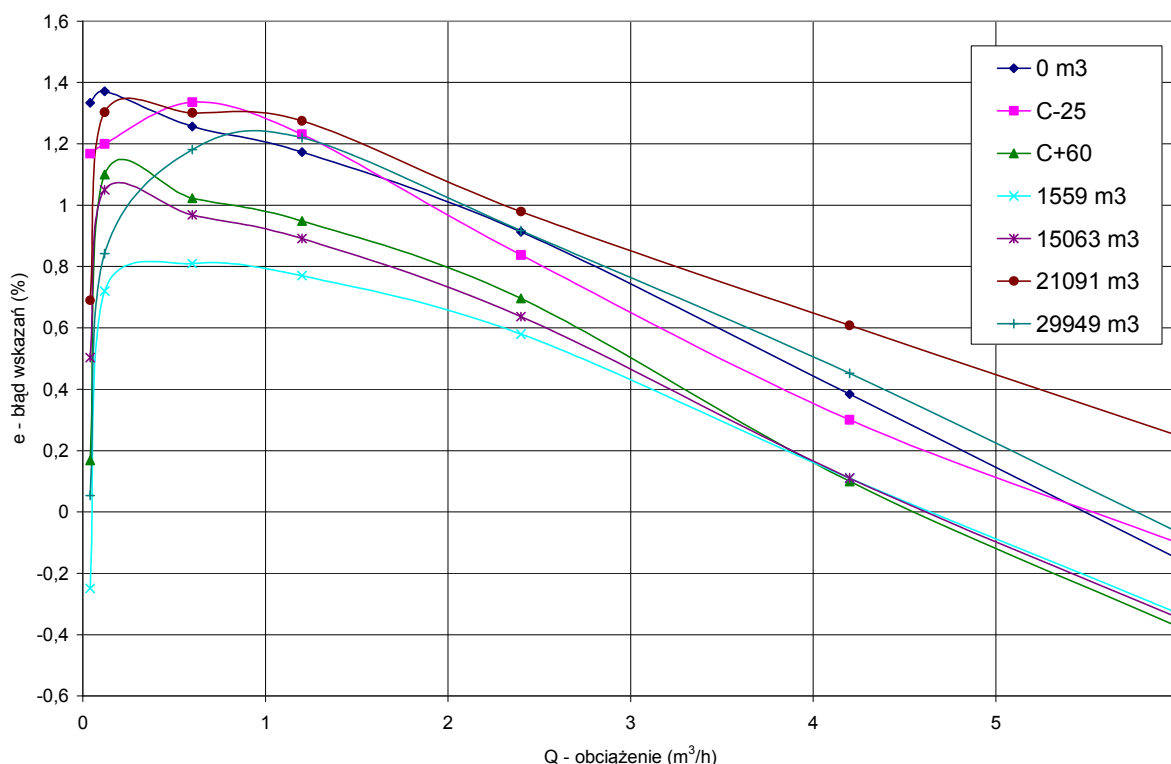
Badanie stabilności (trwałości) metrologicznej zgodnie z przepisami (tabela 1) polega na próbie pracy ciągłej przez okres 2000 h (OIML R31:1995 [10], PN [9], dyrektywa 71/318/EEC [1-4], CL5 [14]) lub 5000 h (PN-EN 1359 [5, 6]) przy maksymalnym obciążeniu. Jedynie dyrektywa 71/318/EEC dopuszcza pracę przez 1000 h, jeżeli objętość cykliczna gazomierza jest równa lub większa od zalecanej minimalnej objętości cyklicznej. Dokument CL5 ustanowił sprawdzanie błędów wskazań po 250, 500, 1000 i 2000 h pracy. W przypadku EN1359:1998 błąd wskazań ocenia się przed włączeniem do pracy i po odmierzeniu objętości równej 0,05V_t, 0,4V_t, 0,7V_t i V_t, gdzie V_t=5000 h*Q_{max}. I tak, np. dla gazomierza wielkości G4 bada się błąd wskazań po odmierzeniu objętości około 1500, 12000, 21000 i 30000 m³.

Tabela 1. Wielkość objętości odmierzona przez mieszkaniowe gazomierze miechowe podczas badań stabilności błędów wskazań według różnych przepisów. V - nominalna objętość cykliczna, V_{min} - zalecana objętość cykliczna wg dyrektywy 71/318/EEC [1-4].

Wielkość gazomierza	V_{min}	71/318/EEC [1-4] dla $V \geq V_{min}$	71/318/EEC [1-4] dla $V < V_{min}$	CL5 [9]	OIML [10], [11] PN-M-54832-2:1992 [9]	PN-EN 1359 [5, 6]
----	dm^3	m^3	m^3	m^3	m^3	m^3
G1,6	0,7	2500	5000	5000	5000	12500
G2,5	1,2	4000	8000	8000	8000	20000
G4	2	6000	12000	12000	12000	30000
G6	3,5	10000	20000	20000	20000	50000
G10	5,0	16000	32000	32000	32000	80000

Najistotniejszym wymaganiem starych przepisów jest, aby wartości błędów wskazań w czasie i po próbie nie różniły się od wyznaczonych przed próbą o więcej niż:

- 1% dla OIML R31:1995 [10] oraz PN-M-54832-2:1992 [9] dla obciążeń od $0,1Q_{max}$ do Q_{max} (tabela 2),
- 1,5% dla 71/318/EEC [1-4] i CL5 [14] dla obciążeń od Q_{min} do Q_{max} (tabela 2),
- 2% dla PN-EN 1359 [5, 6] dla obciążeń od $0,1Q_{max}$ do Q_{max} (rys. 1-6, tabela 3-8).



Rys. 6. Krzywe błędów wskazań gazomierza G4 nr 017565 2005 o objętości cyklicznej $2,2 dm^3$, początkowe, po narażeniach w temperaturze transportu i magazynowania $-25^{\circ}C$ i $60^{\circ}C$ i po odmierzeniu objętości 1559, 15063, 21091, 29949 m^3 .

Tabela 2. Zmiany błędu wskazań gazomierzy miechowych różnych producentów po 2000 h pracy przy maksymalnym obciążeniu wg OIML R31:1995, a dla gazomierzy o objętości cyklicznej mniejszej od zalecanej w dyrektywie 71/318/EEC również według tej dyrektywy.

Gazomierz.	Objętość cykliczna V	Zmiana błędu wskazań $\Delta e(2000Q_{\max})=e(2000Q_{\max})-e(0 \text{ m}^3)$ w % dla obciążenia Q						
		Q _{min}	2Q _{min}	0,1Q _{max}	0,2Q _{max}	0,4Q _{max}	0,7Q _{max}	Q _{max}
---	dm ³							
G1,6 nr 010428 2003	0,82	-2,17	-1,50	-0,82	-0,81	-1,04	-0,98	-1,07
G1,6 nr 000687 2002	0,82	-0,63	-0,64	-0,71	-0,74	-0,63	-0,56	-0,48
G1,6 nr 000688 2002	0,82	-0,04	0,08	-0,21	-0,17	-0,25	-0,38	-0,55
G1,6 nr 000689 2002	0,82	0,47	0,39	0,26	0,29	0,08	-0,05	-0,35
G1,6 nr 000690 2002	0,82	-0,62	-0,31	-0,40	-0,39	-0,35	-0,50	-0,59
G1,6 nr 000691 2002	0,82	-0,36	-0,56	-0,60	-0,61	-0,47	-0,43	-0,55
G1,6 nr 000138 2002	0,82	-0,77	-0,68	-0,05	0,00	0,23	0,20	-0,01
G1,6 nr 000327 2002	0,82	-1,25	-0,64	-0,10	-0,4	-0,12	-0,18	-0,29
G1,6 nr 000300 2002	0,82	-1,58	-0,81	-0,74	-0,82	-1,10	-1,16	-1,30
G1,6 nr 30706 2002	1,2	0,13	0,83	0,45	0,42	0,51	0,82	0,84
G1,6 nr 90707 2002	1,2	-0,21	0,43	0,37	0,41	0,44	0,61	0,89
G1,6 nr 18565 2001	1,2	-2,71	-1,69	-2,08	-2,03	-2,34	-2,33	-2,23
G2,5 nr 000003 2003	1,2	-12,6	-7,06	-1,65	-1,33	-1,17	-1,09	-1,54
G4 nr 0517242 1999	1,2	-2,09	-1,87	-2,13	-2,00	-2,15	-2,55	-2,59
G4 nr 5327130 2001	1,2	-1,87	-1,94	-1,93	-2,30	-2,46	-2,65	-2,17
G4 nr 1016367 2003	1,2	-3,03	-2,85	-2,63	-2,60	-3,18	-2,68	-2,56
G4 nr 3397410 2006	1,2	-0,76	-0,90	-0,22	-0,56	-0,62	-0,84	-0,88
G4 nr 3397485 2006	1,2	-1,19	-1,16	-0,40	-0,64	-0,54	-0,57	-0,10
G4 075977 2002	1,2	0,21	0,10	0,18	0,20	0,33	0,45	0,48
G4 075978 2002	1,2	0,38	-0,47	0,64	0,53	0,33	0,83	0,74
G4 2287800 2002	1,2	-0,49	-0,24	-0,38	-0,19	-0,12	0,00	-0,05
G4 2184833 2001	1,2	0,39	0,36	-0,17	-0,01	-0,15	0,08	0,05
G4 nr 018643 2001	1,2	-1,98	-1,76	-1,99	-2,12	-2,29	-2,23	-1,21
G4 nr 018647 2001	1,2	-1,96	-1,74	-1,78	-2,18	-2,55	-2,56	-2,48
G4 nr 272459 1999	1,2	-3,73	-3,46	-3,26	-2,76	-2,18	-1,85	-1,08
G4 nr 110161 1999	1,2	-0,35	-0,54	-0,96	-0,96	-1,03	-1,12	-0,75
G4 nr 000001 2003	1,2	-1,24	-1,25	-0,97	-0,90	-1,92	-2,08	-2,33
G4 nr 000004 2003	1,2	-1,11	-0,73	-0,73	-0,83	-0,86	-1,06	-1,31
G4 nr 000005 2003	1,2	-0,65	-0,66	-0,54	-0,52	-0,65	-0,49	-0,72
G4 nr 000006 2003	1,2	-0,36	-0,50	-0,21	-0,55	-0,12	-0,86	-1,19
G4 nr 000007 2003	1,2	-0,27	-0,17	-0,28	-0,36	-0,43	-1,06	-1,29
G4 nr 000008 2003	1,2	-0,43	-0,20	-0,25	-0,34	-0,40	-0,53	-0,67
G4 nr 000009 2003	1,2	-89,6	-28,9	-6,45	-3,67	-2,22	-1,64	-2,04
G4 nr 000010 2003	1,2	-0,89	-0,76	-0,63	-0,58	-0,48	-0,69	-1,13
G4 nr 000011 2003	1,2	-59,5	-13,3	-3,16	-1,96	-1,42	-1,39	-1,67
G4 nr 4076 2007	1,2	-0,83	-1	-0,67	-0,81	-0,89	-1,45	-2,10
G4 nr 4077-2007	1,2	-1,12	-1,18	-1,24	-1,47	-1,34	-1,66	-1,75
G4 nr 4078 2007	1,2	-1,14	-1,47	-1,54	-1,86	-1,88	-1,71	-1,84
G4 nr 4079 2007	1,2	-1,33	-1,36	-0,95	-0,88	-0,95	-0,90	-0,77
G4 nr 4080 2007	1,2	-1,08	-1,03	-0,73	-0,79	-0,80	-0,66	-0,76
G4 nr 4081 2007	1,2	-1,25	-1,30	-1,07	-1,27	-1,28	-1,30	-1,45
G4 nr 4083 2007	1,2	-1,37	-1,34	-0,78	-0,75	-0,84	-0,82	-0,90
G4 nr 4084 2007	1,2	-1,38	-1,39	-1,09	-1,26	-1,34	-1,79	-1,75
G4 2178359 2002	2,0	-1,28	-1,27	-0,15	-0,42	-0,12	-0,00	0,06
G4 2178358 2002	2,0	-1,03	-0,81	-0,42	-0,53	-0,23	-0,27	-0,03
G4 nr 003397410 2006	2,0	-0,76	-0,90	-0,22	-0,56	-0,62	-0,85	-0,88
G4 nr 003397485 2006	2,0	-1,19	-1,16	-0,40	-0,64	-0,54	-0,57	-0,10
G4 nr 092873 2001	2,2	0,64	0,47	-0,20	0,03	0,16	0,40	0,66
G4 nr 092882 2001	2,2	0,20	0,63	-0,03	0,26	0,19	0,36	0,08
G4 nr 107857 2001	2,2	2,18	1,49	0,60	0,59	0,70	0,40	0,28
G4 nr 109430 2001	2,2	0,85	0,67	-0,14	-0,17	-0,13	0,30	0,34
G4 nr 109427 2001	2,2	1,28	0,66	0,06	0,11	0,25	-0,06	-0,09

Tabela 2 c.d. Zmiany błędu wskazań gazomierzy miechowych różnych producentów po 2000 h pracy przy maksymalnym obciążeniu wg OIML R31:1995, a dla gazomierzy o objętości cyklicznej mniejszej od zalecanej w dyrektywie 71/318/EEC również według tej dyrektywy.

Gazomierz.	Objętość cykliczna V dm ³	Zmiana błędu wskazań $\Delta e(2000Q_{\max})=e(2000Q_{\max})-e(0 \text{ m}^3)$ w % dla obciążenia Q						
		Q _{min}	2Q _{min}	0,1Q _{max}	0,2Q _{max}	0,4Q _{max}	0,7Q _{max}	Q _{max}
---	---							
G4 nr 005046 2004	2,2	-0,07	-0,08	0,05	-0,25	-0,06	0,14	0,17
G4 nr 005423 2004	2,2	-1,48	-0,76	-0,03	-0,15	-0,05	-0,25	0,26
G4 nr 001704 2004	2,2	0,20	-0,13	-0,16	-0,10	-0,13	0,00	0,25
G4 nr 001411 2004	2,2	-0,37	-0,18	-0,04	-0,25	-0,15	0,14	0,24
G4 nr 001716 2004	2,2	-0,34	-0,05	-0,05	-0,16	-0,19	0,17	0,25
G4 nr 090262 2006	2,2	0,93	1,32	0,60	0,39	0,36	0,28	0,32
G4 nr 090264 2006	2,2	0,40	0,25	-0,16	-0,23	-0,28	0,01	-0,17
G4 nr 090265 2006	2,2	-0,41	0,31	0,17	-0,01	-0,22	-0,25	-0,14
G4 nr 090267 2006	2,2	0,36	0,28	0,10	0,09	0,09	-0,02	-0,03
G4 nr 090268 2006	2,2	0,68	0,52	0,06	-0,04	-0,08	-0,09	-0,04
G4 nr 090269 2006	2,2	0,60	0,58	0,39	-0,03	-0,03	-0,22	-0,29
G6 nr 006509 2007	2,2	-0,93	-0,79	-0,30	-0,21	-0,05	-0,10	-0,03
G6 nr 006510 2007	2,2	-1,37	-0,80	-0,66	-0,44	-0,26	-0,15	0,08
G6 nr 006511 2007	2,2	-1,17	-0,66	-0,36	-0,31	-0,07	0,05	0,42
G6 nr 011726 1998	5	-0,30	0,06	0,05	0,06	0,03	-0,12	-0,07
G6 nr 010943 1998	5	-0,28	-0,89	-0,89	-0,77	-0,59	-0,47	-0,24
G6 nr 010536 1998	5	-0,11	-0,07	0,07	0,13	0,22	0,14	0,18
G6 nr 011712 1998	5	-0,47	-0,12	0,09	0,14	0,25	0,17	0,17
G6 nr 011729 1998	5	0,43	0,44	0,39	0,39	0,29	0,12	0,17
G6 nr 012870 1998	5	-0,18	-0,40	-0,13	-0,046	0,08	-0,08	-0,13
G6 nr 012872 1998	5	0,04	-0,25	-0,25	-0,22	-0,18	-0,11	-0,04
G6 nr 012873 1998	5	0,08	-0,29	-0,11	-0,23	-0,24	-0,13	-0,13
G6 nr 012877 1998	5	0,33	0,23	-0,12	-0,13	-0,12	-0,11	-0,16
G6 nr 012878 1998	5	-0,66	-0,37	-0,48	-0,08	0,17	0,46	0,42
G6 nr 003307 2000	5	0,41	0,746	0,52	0,30	0,49	0,48	0,44
G6 nr 003316 2000	5	0,01	0,20	0,47	0,18	0,41	0,48	0,46
G6 nr 003276 2000	5	0,465	0,63	0,51	0,45	0,52	0,44	0,38
G6 nr 003280 2000	5	0,16	0,26	0,29	0,11	0,35	0,46	0,501
G10 nr 000003 1996	5	-0,11	0,37	0,17	0,22	0,31	0,03	0,16
G10 nr 000004 1996	5	-1,99	-1,14	-0,26	-0,26	-0,21	-0,31	-0,19
G10 nr 000005 1996	5	-1,26	-0,70	-0,12	-0,21	-0,07	-0,05	-0,46
G10 nr 001464 2004	5	0,43	0,43	0,03	0,20	0,27	0,11	0,24
G10 nr 001465 2004	5	0,42	0,33	0,42	0,18	0,23	0,22	0,34
G10 nr 001466 2004	5	0,65	0,29	0,04	0,29	0,21	0,24	0,47
G10 nr 001467 2004	5	-1,29	-0,59	-0,08	0,13	0,12	0,07	0,42
G10 nr 001693 2004	5	0,59	0,55	0,10	0,09	0,34	0,59	0,47
G10 nr 001481 2004	5	-1,78	-0,43	0,21	0,12	0,23	0,44	0,30
G10 nr 002466 2005	5	0,17	0,40	-0,01	0,02	-0,09	-0,11	0,01
G10 nr 002467 2005	5	-0,29	-0,43	-0,01	0,09	0,02	-0,43	0,07
G10 nr 005463 2005	5	-6,90	-1,70	0,20	0,21	0,11	0,08	0,09
G10 nr 003088 2007	5	-1,64	-0,77	-0,49	-0,51	-0,26	-0,29	-0,16
G10 nr 003089 2007	5	-1,19	-0,28	-0,58	-0,18	-0,27	-0,15	-0,09
G10 nr 003090 2007	5	-1,18	-0,54	-0,46	-0,04	-0,17	-0,02	-0,14
G10 nr 17286714 2003	6	-1,90	-1,07	-1,17	-0,91	-0,53	-0,63	-1,00
G25 nr 16398697 2001	12	-2,71	-2,66	-2,69	-2,34	-2,28	-2,54	-3,03
G25 nr 003967 1996	20	-0,85	-0,47	-1,09	-0,9	-1,13	-0,9	-1,13
G25 nr 000368 2000	20	-1,05	-1,59	-0,99	-0,68	-0,90	-0,82	-0,86
G25 nr 000369 2000	20	-0,75	-1,05	-0,56	-1,11	-1,11	-0,08	0,11
G25 nr 000370 2000	20	-0,41	-0,55	-0,12	-0,35	-0,40	0,08	-0,55
G65 nr 000004 1994	65	-1,15	-0,44	-0,30	-0,40	-0,25	-0,24	-0,18
G65 nr 000009 1994	65	1,51	1,12	0,68	0,81	0,43	0,25	0,07
G65 nr 000011 1994	65	-0,41	-0,42	0,14	0,11	0,09	0,02	0,03

Tabela 3. Gazomierz G1,6 nr 030706 2002 o objętości cyklicznej 1,2 dm³. Błędy wskazań pomierzone w sprawdzeniu pierwotnym $e(0 \text{ m}^3)$ i po odmierzaniu objętości $L - e(L)$ oraz uśrednione błędy wskazań dla obciążeń od 0,25 do 2,5 m³/h.

Objętość L m ³	Błąd wskazań gazomierza e(L) w %							Uśredniony błąd $\bar{e}(L)$ %
	Obciążenie gazomierza Q w m ³ /h							
	0,016	0,032	0,25	0,5	1	1,75	2,5	0,25-2,5 m ³ /h
0	0,50	0,43	0,19	0,23	0,20	0,04	0,04	0,140
898	0,09	0,49	0,20	0,31	0,48	0,41	0,40	0,360
5003	0,63	1,26	0,64	0,65	0,70	0,86	0,88	0,746
6533	1,03	1,15	0,66	0,66	0,58	0,66	0,9	0,692
8763	1,08	1,11	0,65	0,54	0,56	0,64	0,7	0,618
8770	1,07	1,01	0,62	0,51	0,53	0,69	0,67	0,604
12863	0,81	0,52	0,28	0,35	0,62	0,75	0,76	0,552
14200	-0,01	0,30	-0,30	-0,19	-0,08	0,13	0,13	-0,062
18781	-0,05	0,17	-0,37	-0,35	-0,14	-0,20	0,01	-0,210
35562	-0,83	-0,67	-0,33	-0,15	-0,13	-0,28	-0,36	-0,250

Tabela 4. Gazomierz G2,5 nr 017409 2003 o objętości cyklicznej 0,82 dm³. Błędy wskazań pomierzone w sprawdzeniu pierwotnym $e(0 \text{ m}^3)$ i po odmierzaniu objętości $L - e(L)$ oraz uśrednione błędy wskazań dla obciążeń od 0,4 do 4 m³/h.

Objętość L m ³	Błąd wskazań gazomierza e(L) w %							Uśredniony błąd $\bar{e}(L)$ %
	Obciążenie gazomierza Q w m ³ /h							
	0,025	0,075	0,4	0,8	1,6	2,8	4	0,4-4 m ³ /h
0	-0,17	-0,09	0,1	0,56	0,8	0,7	0,3	0,492
2623	-0,1	0,01	0,05	0,48	0,65	0,55	0,52	0,450
5391	-0,55	-0,34	-0,24	0,39	0,57	0,45	0,15	0,264
10722	-0,27	-0,19	0,23	0,62	0,85	0,33	0,47	0,50
10726	-0,57	-0,48	0,1	0,54	0,8	0,74	0,42	0,52
22180	-1,13	-0,76	-0,41	0,03	0,13	-0,25	-0,49	-0,198

Tabela 5. Gazomierz G4 nr 003271 2005 o objętości cyklicznej 2,2 dm³. Błędy wskazań pomierzone w sprawdzeniu pierwotnym $e(0 \text{ m}^3)$ i po odmierzaniu objętości $L - e(L)$ oraz uśrednione błędy wskazań dla obciążeń od 0,6 do 6 m³/h.

Objętość L m ³	Błąd wskazań gazomierza e(L) w %							Uśredniony $\bar{e}(L)$ %
	Obciążenie gazomierza Q w m ³ /h							
	0,04	0,12	0,6	1,2	2,4	4,2	6	0,6-6 m ³ /h
0	0,82	0,58	0,75	0,73	0,618	-0,13	-0,87	0,2178
12566	-0,50	0,08	0,78	0,58	0,47	-0,20	-0,94	0,1388
21876	0,42	0,43	0,48	0,52	0,107	-0,285	-0,98	-0,039
30417	0,73	0,75	0,93	0,932	0,686	-0,138	-0,83	0,3172
30421	0,92	0,75	1,185	1,043	0,711	-0,15	-0,91	0,3766
58319	0,98	1,04	1,13	1,02	0,99	-0,06	-0,81	0,4526
90372	-2,01	1,31	1,25	1,31	1,09	0,14	-0,67	0,6224

Tabela 6. Wyniki sprawdzenia stabilności błęd wskazań gazomierza G4 nr 21906502 2005 o objętości cyklicznej 2 dm³ oraz uśredniony błąd dla obciążeń od 0,1Q_{max} do Q_{max}.

Objętość L m ³	Błąd wskazań gazomierza e(L) w %							Uśredniony błąd $\bar{e}(L)$ %
	Obciążenie gazomierza Q w m ³ /h							
	0,04	0,12	0,6	1,2	2,4	4,2	6	0,6-6 m ³ /h
0	0,08	0,42	0,59	0,58	0,15	-0,23	-0,51	0,116
1656	-0,33	-0,145	0,04	0,135	-0,032	-0,348	-0,665	-0,174
5299	-0,825	-0,646	-0,178	-0,079	-0,284	-0,613	-1,082	-0,447
12897	-0,613	-0,39	-0,293	-0,273	-0,365	-0,948	-1,273	-0,630
21066	-0,066	0,156	-0,231	-0,321	-0,516	-0,803	-1,298	-0,634
30140	-0,57	--	-0,157	-0,144	-0,246	--	-1,103	--
43547	-0,808	-0,494	-0,147	-0,135	-0,252	-0,657	-1,154	-0,469

Tabela 7. Gazomierz G6 nr 002594 2005 o objętości cyklicznej 5 dm³. Błędy wskazań pomierzone w sprawdzeniu pierwotnym e(0 m³) i po odmierzeniu objętości L - e(L) oraz uśrednione błędy wskazań $\bar{e}(L)$ dla obciążeń od 1 do 10 m³/h.

Objętość L m ³	Błąd wskazań gazomierza e(L) w %							$\bar{e}(L)$ %
	Obciążenie gazomierza Q w m ³ /h							
	0,06	0,18	1	2	4	7	10	1-10 m ³ /h
0	1,68	1,419	1,297	1,067	0,795	0,118	-0,541	0,5472
4899	0,97	0,845	1,037	0,815	0,543	-0,025	-0,521	0,3698
20610	0,789	0,915	1,017	0,962	0,797	0,265	-0,295	0,5492
31879	0,821	0,448	1,099	0,862	0,697	0,152	-0,343	0,4934
51796	1,292	1,442	1,253	1,124	0,906	0,268	-0,304	0,6494
76886	1,538	1,483	1,502	1,324	1,023	0,496	-0,053	0,8584

Tabela 8. Gazomierz G10 nr 002466 2005 o objętości cyklicznej 5 dm³. Błędy wskazań pomierzone w sprawdzeniu pierwotnym e(0 m³) i po odmierzeniu objętości L - e(L) oraz uśrednione błędy wskazań $\bar{e}(L)$ dla obciążeń od 1,6 do 16 m³/h.

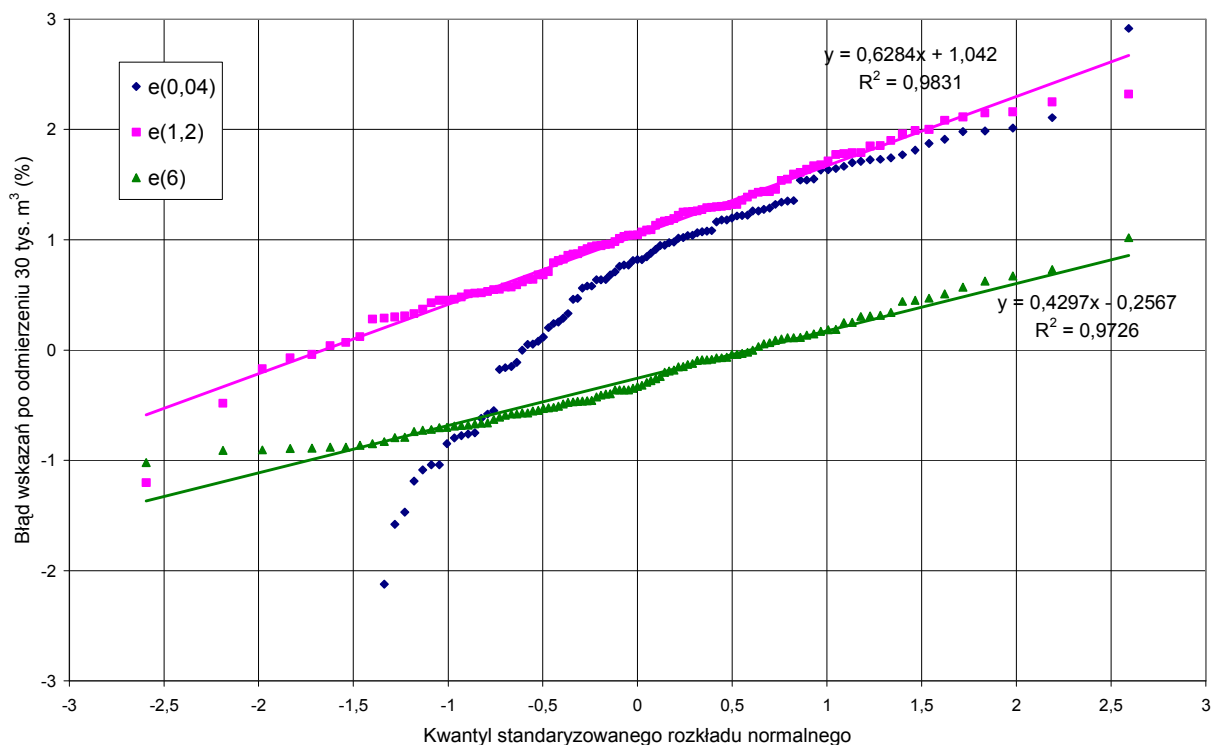
Objętość L m ³	Błąd wskazań gazomierza e(L) w %							$\bar{e}(L)$ %
	Obciążenie gazomierza Q w m ³ /h							
	0,1	0,3	1,6	3,2	6,4	11,2	16	1,6-16 m ³ /h
0	1,201	1,169	1,295	1,134	0,650	-0,095	-0,974	0,402
5145	1,441	1,418	1,291	1,318	0,665	-0,106	-0,857	0,406
34926	1,367	1,572	1,281	1,153	0,56	-0,209	-0,96	0,365
56156	0,510	0,737	1,047	1,148	0,591	-0,400	-1,121	0,253
81713	0,674	1,073	1,343	1,024	0,823	0,128	-0,598	0,544

Nowe przepisy wprowadzają bardziej restrykcyjne wymagania dla gazomierzy mieszkaniowych (tabela 9). Wartości błędów wskazań w czasie i po próbie nie będą mogły się różnić od wyznaczonych przed próbą dla obciążeń od 0,1Q_{max} do Q_{max} o więcej niż: 0,5% dla klasy 1 wg OIML R137-1 [11] i 2004/22/EC [12], 1,5% dla klasy 1,5 wg OIML R137-1 [11] i 2% dla gazomierzy klasy 1,5 wg 2004/22/EC [12] i PN-EN 1359 [5, 6].

Tabela 9. Wymagania metrologiczne dla gazomierzy miechowych po próbie trwałości (stabilności metrologicznej) wg dyrektywy 2004/22/EC [12] oraz wg dokumentu normatywnego OIML R137-1. E 2006 [11] i normy PN-EN 1359 [5, 6]. MPE - dopuszczalny błąd graniczny po próbie trwałości.

Wielkość	2004/22/EC [12]	2004/22/EC [12]	OIML R137-1[11]	OIML R137-1[11]	PN-EN 1359 [5, 6]
Klasa dokładności gazomierza	1	1,5	1	1,5	1,5
MPE $Q_{\min} \leq Q < 0,1Q_{\max}$	$\pm 2\%$	$\pm 6\%$	$\pm 2\%$	$\pm 6\%$	$-6\% \dots 3\%$
MPE $0,1Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 1\%$	$\pm 3\%$	$\pm 1\%$	$\pm 3\%$	$\pm 3\%$
Dopuszczalna zmiana błędu dla $Q_{\min} \leq Q < 0,1Q_{\max}$	$\pm 1\%$	---	---	---	---
dla $0,1Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$	$\pm 0,5\%$	$\pm 2\%$	$\pm 0,5\%$	$\pm 1,5\%$	$\pm 2\%$
Liczba niezgodnych gazomierzy	---	---	0 z 3 sztuk 1 z 6 sztuk	0 z 3 sztuk 1 z 6 sztuk	0 z 3 sztuk 1 z 6 sztuk
Odmierzona objętość w czasie badań	Podaje producent	Podaje producent	2000h· Q_{\max}	2000h· Q_{\max}	5000h· Q_{\max}

Przepisy stare i nowe dopuszczają, aby jeden gazomierz w przypadku badania próbki o liczności 6 nie spełniał wymagań metrologicznych po badaniach stabilności. W przypadku badania próbki 3 gazomierzy, wszystkie muszą być zgodne z wymaganiami. OIML R137-1 [11] jest najbardziej restrykcyjna a PN-EN 1359 [5, 6] bardziej tolerancyjna, ponieważ dopuszcza 2% zmianę dla gazomierzy klasy 1,5 już dla 5% odmierzonej objętości, to jest dla 625 m³ dla G1,6; 1000 m³ dla G2,5; 1500 m³ dla G4 i 2500 m³ dla G6.



Rys. 7. Wartości błędów wskazań $e(30\ 000\ m^3)$ po odmierzeniu objętości 30 tys. m³ dla obciążenia: 0,04 m³/h, 1,2 m³/h, 6 m³/h w próbce $n=105$ gazomierzy G4 1999-2006 oraz dystrybuanty empiryczne rozkładu normalnego w siatce funkcyjnej dystrybuanty rozkładu normalnego.

Na rys. 7 przedstawiono wartości błędów wskazań po odmierzeniu objętości 30 tys. m³ dla obciążenia: 0,04 m³/h, 1,2 m³/h i 6 m³/h w próbce $n=105$ gazomierzy G4 1999-2006 oraz dys-

trybuanty empiryczne rozkładu normalnego w siatce funkcyjnej dystrybuanty rozkładu normalnego. Wartości średnie i odchylenia standardowe błęd wskazań po odmierzeniu objętości 30 tys. m³ mają zbliżone wartości jak estymatory parametrów rozkładu normalnego w próbie gazomierzy po legalizacji. Błędy po domierzeniu 30 tys. m³ spełniają wymagania PN-EN 1359 [5, 6], (tabela 9) i nie przekraczają dopuszczalnych błędów granicznych od -6% do 3% dla obciążeń z przedziału [Q_{min}, 0,1Q_{max}) i ±3% dla obciążeń z przedziału [0,1Q_{max}, Q_{max}].

Na rys. 8 podano proste regresji błęd wskazań dla obciążeń 0,06, 2 i 10 m³/h względem odmierzanej objętości w próbie n=12 gazomierzy G6 1998-2005, które mają równania:

- dla 0,06 m³/h - $e = -0,0444 \cdot 10^{-3}L - 0,1538$,

- dla 2 m³/h - $e = 0,0044 \cdot 10^{-3}L + 0,7311$,

- dla 10 m³/h - $e = 0,0039 \cdot 10^{-3}L - 0,2269$, gdzie L – odmierzona objętość w m³.

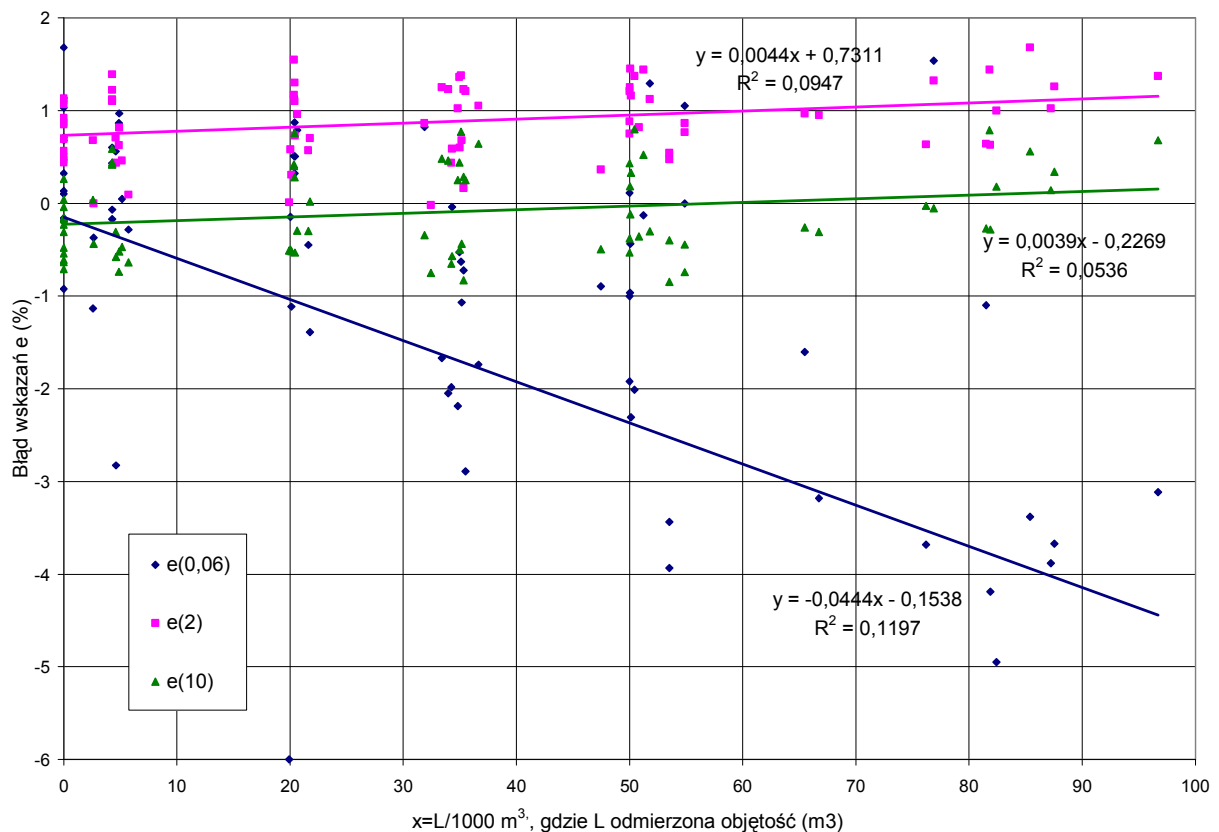
Średnie zmiany błęd wskazań wynoszą w próbie:

- $\Delta e(50000 \text{ m}^3) = -2,22\%$ dla 0,06 m³/h,

- $\Delta e(50000 \text{ m}^3) = 0,22\%$ dla 2 m³/h,

- $\Delta e(50000 \text{ m}^3) = 0,195\%$ dla 10 m³/h.

Nawet po odmierzeniu 100 tys. m³ wszystkie gazomierze G6 dla obciążeń 2 i 10 m³/h nie przekroczą dopuszczalnych błędów wskazań granicznych w użytkowaniu ±3%. Pewna liczba gazomierzy G6 wykazuje większą ujemną zmianę błęd wskazań przy obciążeniu minimalnym 0,06 m³/h.



Rys. 8. Proste regresji błęd wskazań dla obciążeń: $Q_{min}=0,06 \text{ m}^3/\text{h}$; $0,2Q_{max}=2 \text{ m}^3/\text{h}$; $Q_{max}=10 \text{ m}^3/\text{h}$ względem odmierzanej objętości w próbie n=12 gazomierzy G6 1998-2005 o objętości cyklicznej 5 dm³.

Na rys. 9 podano proste regresji błęd wskazań dla obciążeń 0,1, 3,2 i 16 m³/h względem odmierzanej objętości w próbie n=15 gazomierzy G10 2004-2007 o równaniach:

• dla 0,1 m³/h - $e = -0,0394 \cdot 10^{-3}L + 0,7588$,

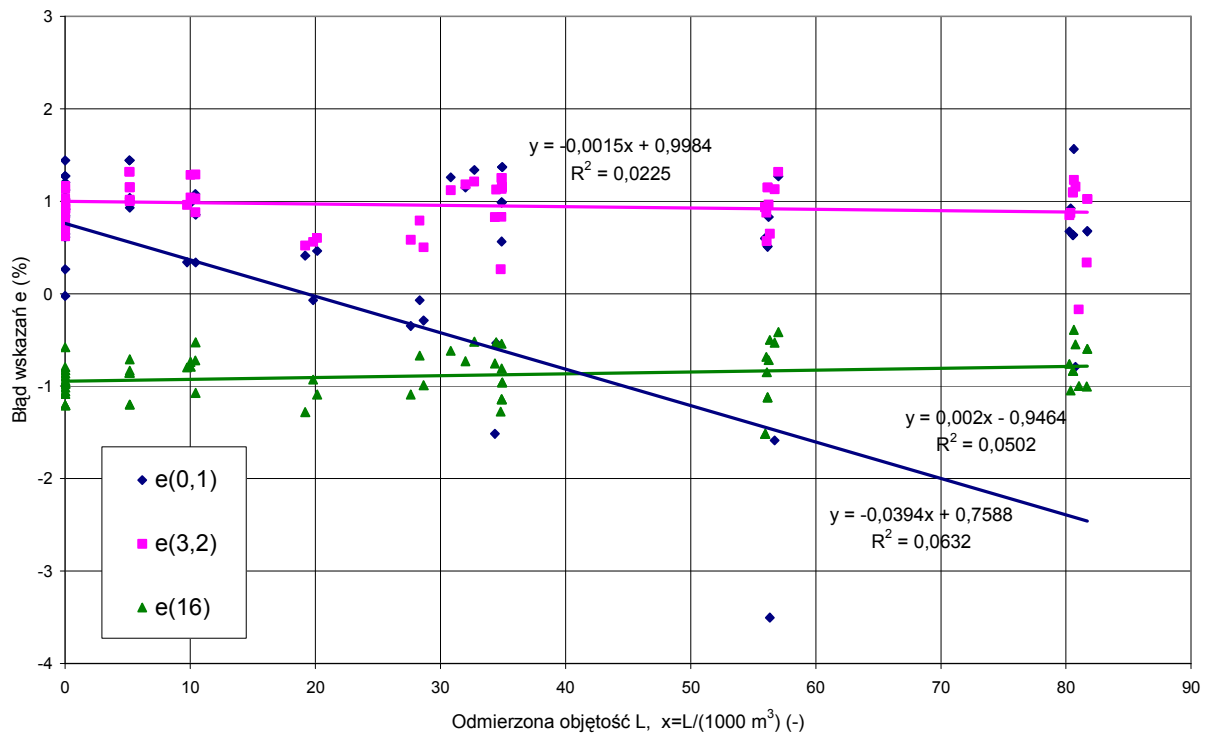
• dla 3,2 m³/h - $e = -0,0015 \cdot 10^{-3}L + 0,9984$,

- dla $16 \text{ m}^3/\text{h}$ - $e=0,002 \cdot 10^{-3}L - 0,9464$, gdzie L – odmierzona objętość w m^3 .

Średnie zmiany błędu wskazań wynoszą w próbce:

- $\Delta e(80000 \text{ m}^3)=-3,152\%$ dla $0,1 \text{ m}^3/\text{h}$,
- $\Delta e(80000 \text{ m}^3)=-0,12\%$ dla $3,2 \text{ m}^3/\text{h}$,
- $\Delta e(80000 \text{ m}^3)=0,16\%$ dla $16 \text{ m}^3/\text{h}$.

Po odmierzaniu 100 tys. m^3 gazomierze G10 dla obciążeń 3,2 i $16 \text{ m}^3/\text{h}$ nie przekroczą dopuszczalnych błędów wskazań granicznych w użytkowaniu $\pm 3\%$.



Rys. 9. Proste regresji błędu wskazań dla obciążeń: $Q_{\min}=0,1 \text{ m}^3/\text{h}$; $0,2Q_{\max}=3,2 \text{ m}^3/\text{h}$; $Q_{\max}=16 \text{ m}^3/\text{h}$ względem odmierzonej objętości w próbce $n=15$ gazomierzy G10 2004-2007 o objętości cyklicznej 5 dm^3 .

Nadzór metrologiczny w użytkowaniu

Dopuszczalny błąd graniczny (MPE - maximum permissible error) ustanowiony w przepisach nie może być przekroczony przez błąd wskazań nowego przyrządu pomiarowego podczas wprowadzania do obrotu handlowego i do pierwszego użytkowania.

Państwa członkowskie UE są wolne w ustalaniu swoich własnych dopuszczalnych błędów granicznych dla gazomierzy mechanicznych w użytkowaniu. Obecnie dopuszczalny błąd graniczny w użytkowaniu jest najczęściej dwukrotnie większy ($2 \cdot \text{MPE}$) niż ten błąd przy legalizacji pierwotnej. Taką wartość mnożnika stosuje się, np. w Niemczech, Austrii, Szwajcarii, Holandii. W Polsce, Ukrainie, Łotwie, Danii i Meksyku mnożnik wynosi 1,5 a w Wielkiej Brytanii i Belgii 1. Większy mnożnik pozwala przyjmować dłuższy okres między następnymi legalizacjami (okres ważności dowodu legalizacji).

Między ustanowionymi dopuszczalnymi błędami granicznymi w użytkowaniu (tabeli 10), okresem ważności dowodu legalizacji (tabeli 11), przeciętnym rocznym zużyciem gazu (tabeli 12) oraz stabilnością błędów wskazań gazomierzy obecnych na rynku istnieje ścisły związek. Nieuwzględnianie tych zależności w procesie legislacyjnym prowadzi do tolerowania dużej frakcji gazomierzy niezgodnych z wymaganiami w użytkowaniu w okresie ważności dowodu legalizacji. Przepisy w wielu krajach dopuszczają od 5% do 10% niezgodnych gazomierzy z

wymaganiami metrologicznymi w użytkowaniu. Partie gazomierzy, o tym samym roku produkcji, bada się metodą kontroli wrywkowej (statystycznej) i w przypadku stwierdzenia przekroczenia dopuszczalnej frakcji gazomierzy niezgodnych usuwa się je z eksploatacji. Gazomierz, który przekroczył dopuszczalne błędy graniczne w użytkowaniu traci ważność dowodu legalizacji i nie może służyć do rozliczeń dostaw gazu.

We Francji, Włoszech, Holandii, Finlandii i Wielkiej Brytanii obowiązuje jedynie zatwierdzenie typu gazomierzy i legalizacja pierwotna. Metrologia prawna w tych krajach nie obejmuje nadzoru w eksploatacji. Dlatego w tych krajach nie ustanowiono prawnie okresu ważności dowodu legalizacji.

Tabela 10. Dopuszczalne błędy graniczne mieszkaniowych gazomierzy miechowych w wybranych krajach

Kraj	Zakres obciążeń pomiarowych	Dopuszczalne błędy graniczne w użytkowaniu
Stan Floryda, USA	brak danych	-2% do 1%
Stany USA: Michigan, Idaho, Illinois, Vermont, Wisconsin, Kentucky Utah,	brak danych	±2%
Wielka Brytania	$[0,02Q_{\max}, Q_{\max}]$	±2%
Dania, Łotwa, Ukraina, Polska [15, 16]	$[Q_{\min}, 0,1Q_{\max})$ $[0,1Q_{\max}, Q_{\max}]$	-6% - 3% ±3%
Niemcy, Austria, Szwajcaria, Holandia	$[Q_{\min}, 2Q_{\min})$ $[2Q_{\min}, Q_{\max}]$	±6% ±4%

Ważność ustanowionego prawnie dowodu legalizacji mieszkaniowych gazomierzy miechowych jest różna w różnych krajach i wynosi od 5 do 15 lat. W Czechach, Portugalii, Belgii i na Węgrzech ustanowiono 10 letni okres ważności dowodu legalizacji zgodnie z zaleceniami OIML R31:1995. Krótszy okres ustanowiono w Rosji, Litwie i Chorwacji - 8 lat, w Niemczech 8 lat (z możliwością przedłużenia o 4 lata metodą kontroli wrywkowej). Dłuższe okresy ważności dowodu legalizacji ustanowiono w Austrii 12 lat, w Szwajcarii 14 lat. W Polsce okres ważności dowodu legalizacji pierwotnej i ponownej jest najdłuższy wynosi 15 lat. Legalizacja traci ważność w przypadku: stwierdzenia, że gazomierz przestał spełniać wymagania, uszkodzenia gazomierza, uszkodzenia lub zniszczenia cechy legalizacyjnej lub cechy zabezpieczającej.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 7 stycznia 2008 r. w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych [17] wprowadziło od dnia 29 stycznia 2008 r. w Polsce dziesięcioletni okres ważności dowodu legalizacji pierwotnej i ponownej dla gazomierzy miechowych poddawanych legalizacji jednostkowej, których ocenę zgodności przeprowadzono według nowej dyrektywy Parlamentu Unii Europejskiej 2004/22/EC [12]. Ten dziesięcioletni okres ważności dowodu legalizacji zacznie obowiązywać, od momentu gdy zostaną wprowadzone do użytkowania gazomierze zgodne z dyrektywą 2004/22/EC [12]. Obecnie produkuje się gazomierze miechowe, których typ zatwierdzono jeszcze według starej dyrektywy 71/318/EEC [1]. Dlatego dalej omówimy głównie te gazomierze, które są obecnie produkowane i znajdują się w użytkowaniu.

W niektórych krajach do dnia dzisiejszego nie ustanowiono okresu ważności legalizacji. Po określonym czasie pracy (5 lub 10 lat) rozpoczyna się badanie gazomierzy zdjętych z eksploatacji metodą kontroli wrywkowej. Następne badania wykonuje się po kolejnych pięciu latach użytkowania i powtarza tę procedurę aż do usunięcia partii gazomierzy z użytkowania po przekroczeniu dopuszczalnej frakcji gazomierzy niezgodnych metrologicznie z wymaganiami w użytkowaniu. Takie postępowanie stosowane jest w Wielkiej Brytanii, Belgii czy Holandii. W

Niemczech ustanowiono okres ważności legalizacji 8 lat, po czym metodą kontroli wyrywkowej przedłuża się go o kolejne 4 lata.

Tabela 11. Wymagania dla legalizacji pierwotnej i ponownej dla produkowanych obecnie gazomierzy miechowych. *) dla gazomierzy po ocenie zgodności wg 2004/22/EC [12].

Kraj	Dopuszczalny błąd graniczny dla obciążenia od Q_t do Q_{max}		Okres ważności dowodu legalizacji do kontroli okresowej	Procedury ponownej legalizacji
	podczas legalizacji pierwotnej	w użytkowaniu		
--	%	%	lata	--
W. Brytania	± 2	± 2	W ustanawianiu	--
Belgia do 1988 od 1989	± 2 ± 2	± 4 ± 2	10+5+5+... 10+5+5+...	kontrola wyrywkowa kontrola wyrywkowa
Dania	± 2	± 3	5+5+5+...	kontrola wyrywkowa
Polska [15-17]	± 2	± 3	15/10*	kontrola 100%
Francja	± 2	± 4	Brak danych	Brak danych
Szwajcaria	± 2	± 4	14	Brak danych
Austria	± 2	± 4	12	kontrola 100%
Węgry	± 2	± 4	10	kontrola 100%
Słowacja	± 2	± 4	10	kontrola 100%
Czechy	± 2	± 4	10 10+2 10+4+4+...	kontrola 100% kontrola jeden raz kontrola bez ograniczeń
Niemcy	± 2	± 4 $\pm 3,5$	8+8+ 8+4+4+ ...	kontrola 100% kontrola wyrywkowa
Holandia	± 2	± 4	5+5+5+ ...	Kontrola wyrywkowa
Włochy	± 2	± 4	Brak danych	Brak danych
Hiszpania	± 2	Brak danych	Brak danych	Brak danych

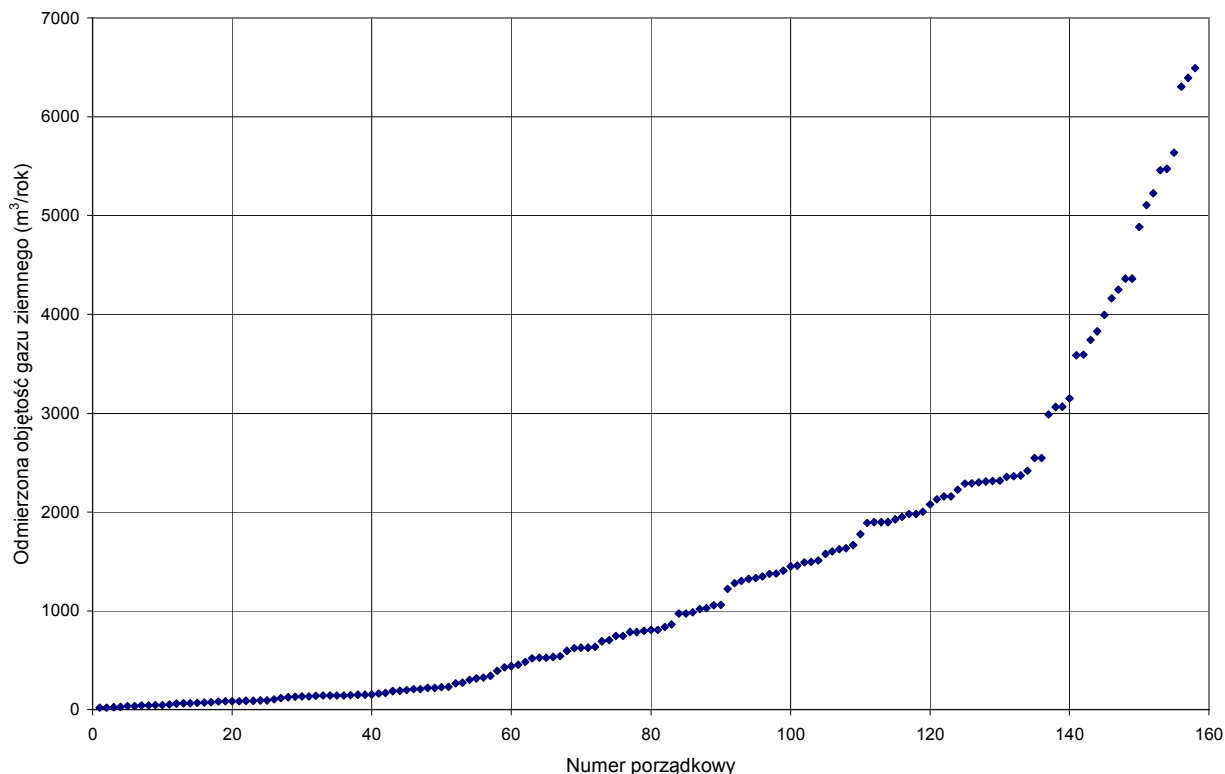
Tabela 12. Średnie zużycie gazu w gospodarstwach domowych z kotłem gazowym w okresie ważności legalizacji lub do okresowej kontroli dla gazomierzy G4 i G6. * dla 2003 r., **) oszacowane z liczby stopniodni grzania [18-20]. ***) dla gazomierzy po ocenie zgodności wg 2004/22/EC [12].

Kraj lub stan	Okres ważności legalizacji lub do okresowej kontroli		Średnie zużycie gazu w gospodarstwie domowym	
	G4	G6	roczne	w okresie ważności legalizacji lub do okresowej kontroli

Płd. Karolina, USA	5/10	5/10	1599*	7995/15990
New Hampshire, USA	10	4	2553*	25530/10212
Vermont, USA	5	5	2861	14305
Korea Południowa	5	5	---	---
Kolorado	6	6	2360	14160
Kanada	7	7	3578	25046
Massachusetts	7	7	2715	19005
Rosja , Litwa	8	8	---	---
Arizona	10	10	1059	10590
Utah, USA	10	10	2279*	22790
Kalifornia	10	10	1420*	14200
Floryda	10	10	728*	7289
Czechy (lub 8+4 lat)	10	10	2119**	21190
Belgia	10	10	1666	16660
Portugalia	10	10	259	2590
Japonia	10	10	---	---
Osaka Gas Co. Japonia	10	10	344	3440
Węgry	10	10	1441-1520	14410-15200
Słowacja	10	10	1628	16280
Wielka Brytania	10-20	10-20	1676	16760-33520
Holandia	10-30	10-30	1960	19600-58774
Niemcy	8/12	8/12	2072	16576/24864
Austria	12	12	2214	26568
Szwajcaria	14	14	2545	35630
Polska	15/10***	15	2468**	37020/24680
Ukraina	--	--	2561	--
Indiana, USA	16	16	2709*	43344

Objętości gazu ziemnego wysokometanowego odmierzane przez gazomierze miechowe

Na rys. 10 przedstawiono, uszeregowane w ciąg niemalejący, wartości średniej rocznej objętości gazu ziemnego, które odmierzają 158 gazomierzy G4 w użytkowaniu. Wśród tej próbki gazomierzy znajdują się takie, które odmierzały średnio w ciągu roku od 2500 m³ do 6500 m³. Druga grupa gazomierzy odmierzała od 1200 m³ do 2500 m³, trzecia - od 300 m³ do 1200 m³. Pozostałe gazomierze odmierzały rocznie do 300 m³. W tej grupie znajdują się głównie gazomierze opomiarowujące gospodarstwa domowe wyposażone jedynie w kuchnię gazową. Podobne objętości gazu ziemnego odmierzają gazomierze miechowe opomiarowujące gospodarstwa domowe w USA. W USA w strukturze odmierzonych objętości gazu brak grupy o najmniejszym zużyciu gazu.



Rys. 10. Wartości średniej rocznej objętości gazu ziemnego odmierzonej przez gazomierze G4 w użytkowaniu w próbie 158 gazomierzy.

W USA w 1997 r. największe zużycie gazu ziemnego występowało w grupie gospodarstw domowych zasiedlających domy wielorodzinne 2-4 mieszkaniowe (**tabela 13**) i wynosiło od 311 m³ (kwantyl rzędu P=0,05) do 5691 m³ (kwantyl rzędu P=0,95). Kwantyle rzędu P opisują rozkład rocznego zużycia gazu ziemnego. 90% tych gospodarstw domowych miało zużycie gazu od 311 m³ do 5691 m³

W 1997 r. w USA 90% wszystkich gospodarstw domowych zużywało rocznie od 340 do 5323 m³ gazu ziemnego. 5% wszystkich gospodarstw domowych zużywało rocznie więcej niż 5323 m³ a 5% mniej niż 340 m³.

Tabela 13. Kwantyle rzędu P rocznego zużycia gazu ziemnego według typów mieszkań w USA w 1997 r. Źródło: 1997 Residential Energy Consumption Survey

Typ mieszkania	Kwantyl rzędu P rocznego zużycia gazu ziemnego w gospodarstwie domowym w m ³						
	0,05	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95

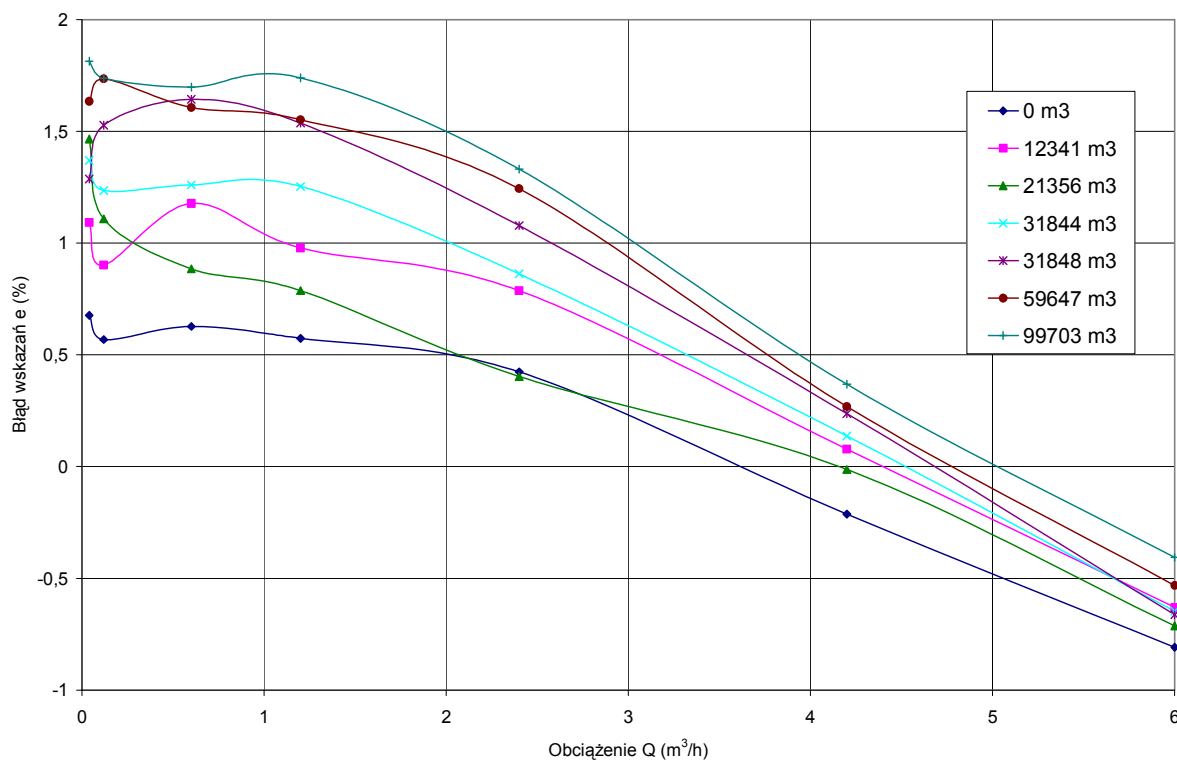
Wszystkie gospodarstwa domowe	340	623	1218	2095	3199	4360	5323
Domy ruchome	481	595	1076	1784	2577	3483	3992
Domy jednorodzinne	680	963	1586	2435	3426	4587	5493
Domy bliźniaki jednorodzinne	510	623	1161	2039	3228	4332	5465
Domy wielorodzinne 2-4 mieszkaniowe	311	595	1161	2067	3199	4530	5691
Domy wielorodzinne o 5 i więcej mieszkaniach	113	142	396	849	1472	2039	2237

Gospodarstwa domowe o najwyższych rocznych przychodach miały w USA największe zużycie gazu ziemnego (**tabela 14**). 5% gospodarstw domowych o rocznych przychodach większych niż 75000 dolarów zużywało rocznie więcej niż 6399 m³ a 5% mniej niż 510 m³. W 1997 r. 90% tych gospodarstw domowych zużywało rocznie od 510 do 6399 m³ gazu ziemnego.

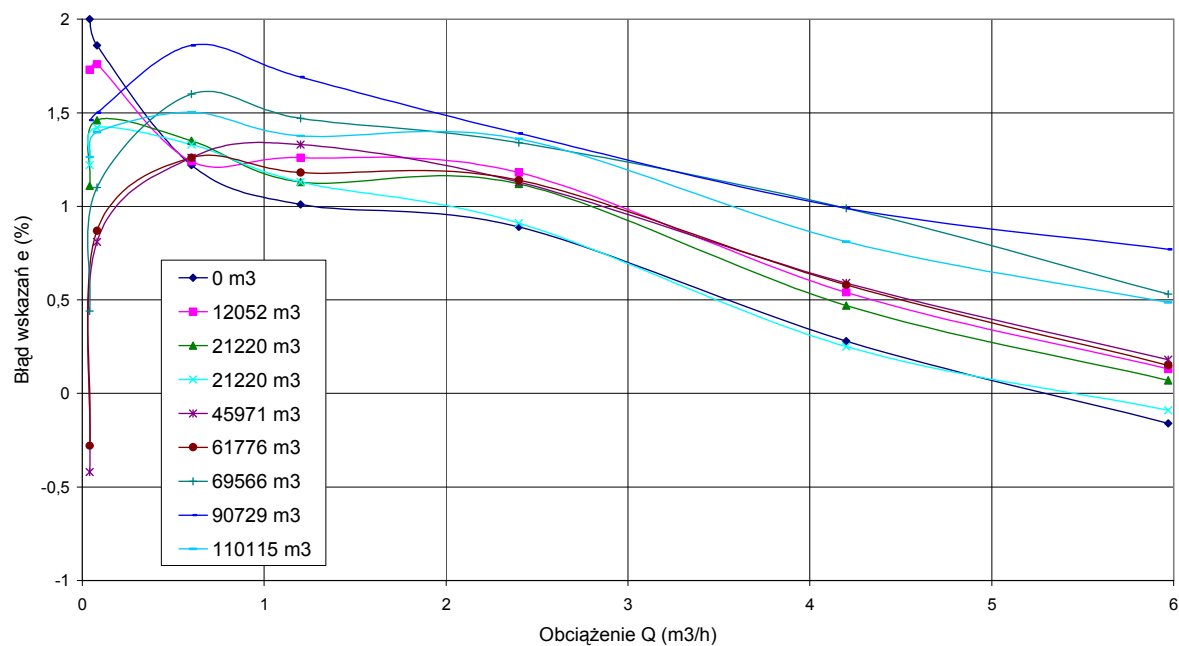
Tablica 14. Kwantyle rzędu P rocznego zużycia gazu ziemnego według przychodów gospodarstw domowych w USA w 1997 r. Średnie roczne zużycie gazu ziemnego wynosiło 2350 m³. Źródło: 1997 Residential Energy Consumption Survey

Roczne przychody gospodarstw domowych dolar USA	Kwantyl rzędu P rocznego zużycia gazu ziemnego w gospodarstwach domowych w m ³						
	0,05	0,10	0,25	0,50	0,75	0,90	0,95
mniej niż 10000	113	198	765	1529	2463	3851	4587
od 10000 do 14999	198	566	991	1812	2605	3851	4559
od 15000 do 19999	428	623	1019	1869	2775	4106	4728
od 20000 do 24999	340	595	1189	2039	3115	3964	4955
od 25000 do 34999	340	623	1302	2124	3086	4134	4955
od 35000 do 49999	425	708	1331	2152	3228	4559	5408
od 50000 do 74999	623	1048	1671	2492	3483	4615	5323
więcej niż 75000	510	765	1472	2605	3653	5465	6399
Wszystkie gospodarstwa domowe	340	623	1218	2095	3200	4360	5323

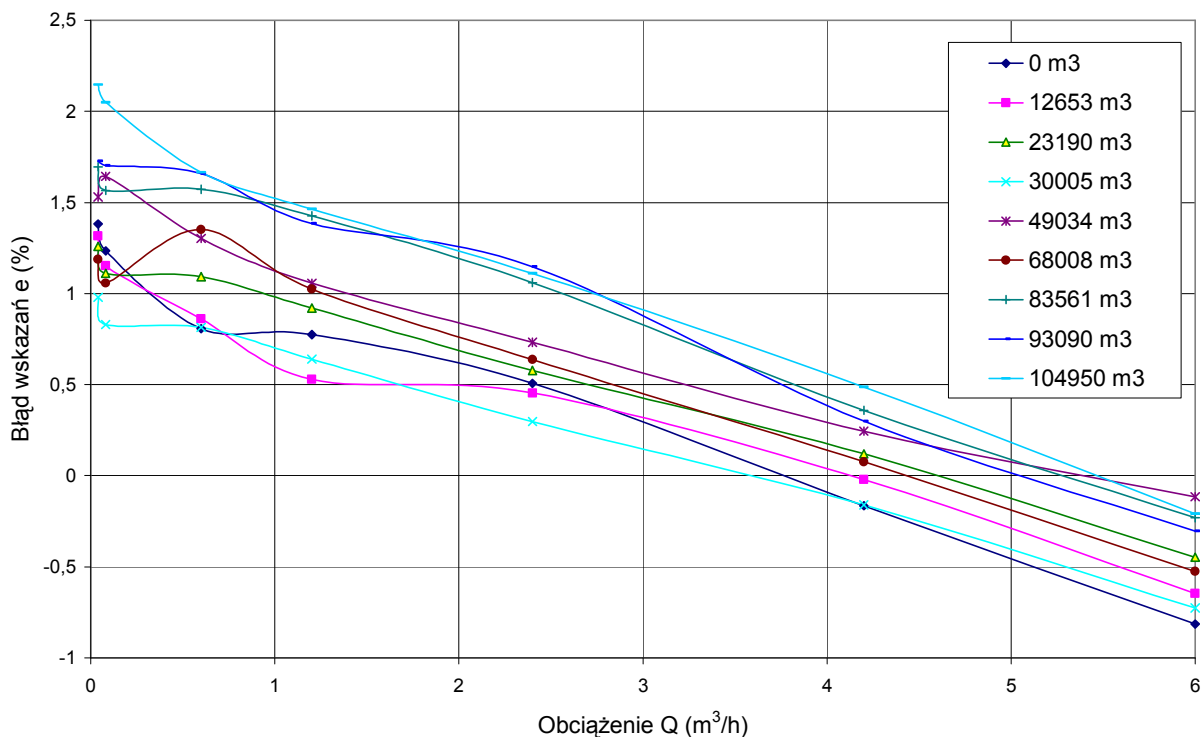
W Polsce okres ważności dowodu legalizacji wynosi 15 lat i obecnie liczony jest od 1 stycznia po roku produkcji gazomierza. Dlatego gazomierze w Polsce będą pracować od 15 do 16 lat. W grupie gospodarstw domowych z kotłem gazowym o zużyciu rocznym od 2500 do 6500 m³, gazomierze w okresie ważności dowodu legalizacji odmierzą od 40 tys. m³ do 104 tys. m³. Badanie gazomierzy G4, przeznaczonych do opomiarowania tego typu odbiorców gazu ziemnego wysokometanowego E (dawne oznaczenie GZ-50) zgodnie z PN-EN 1359 [5, 6] jedynie w zakresie odmierzonej objętości do 30 tys. m³ jest niewystarczające. Gazomierze G4, które będą opomiarowywać zużycie gazu ziemnego na gotowanie, podgrzewanie wody użytkowej i ogrzewanie mieszkania powinny być przebadane w większym przedziale odmierzonej objętości (**rys. 11-13**).



Rys. 11. Krzywe błędów wskazań gazomierza G4 nr 003270 2005 o objętości cyklicznej $2,2 \text{ dm}^3$, początkowe i po odmierzeniu objętości 12341, 21356, 31844, 31848, 59647, 99703 m^3 .



Rys. 12. Krzywe błędów wskazań gazomierza G4 nr 054555 2003 o objętości cyklicznej $2,2 \text{ dm}^3$, początkowe i po odmierzeniu objętości 12052, 21220, 45971, 61776, 69566, 90729, 110115 m^3 .



Rys. 13. Krzywe błędów wskazań gazomierza G4 nr 005046 2005 o objętości cyklicznej $2,2 \text{ dm}^3$, początkowe i po odmierzeniu objętości do 12653, 23190, 30005, 49034, 68008, 83561, 93090 i 104950 m^3 .

Wnioski

Jeżeli producent nie podaje wyników badań stabilności metrologicznej, to należy przyjąć zasadę, że im większa objętość cykliczna gazomierza tym większa jego stabilność metrologiczna i przy wyborze gazomierza do opomiarowania gospodarstw domowych wyposażonych w kotły gazowe stosować gazomierze o większej objętości cyklicznej.

Gazomierze miechowe o małej stabilności metrologicznej wykazują dużą ujemną zmianę błędów wskazań już po roku eksploatacji. Gazomierze z dużym ujemnym błędem wskazań będą powodować istotne zniżenie w przychodach Spółek Obrotu Gazem aż do wycofania ich z eksploatacji po 15 latach ważności dowodu legalizacji w Polsce.

Dla nowych gazomierzy miechowych zgodnych z dyrektywą 2004/22/EC [12], Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 7 stycznia 2008 r. [17] wprowadziło od dnia 29 stycznia 2008 r. w Polsce dziesięcioletni okres ważności dowodu legalizacji pierwotnej i ponownej dla gazomierzy miechowych poddawanych legalizacji jednostkowej.

Piśmiennictwo

- [1] 71/318/EEC Council Directive of 26 July 1971
- [2] 74/331/EEC Commission Directive of 12 June 1974
- [3] 78/365/EEC Commission Directive of 31 March 1978
- [4] 82/623/EEC Commission Directive of 1 July 1982
- [5] PN-EN 1359:2004 Gazomierze. Gazomierze miechowe (równoważna EN 1359:1998)
- [6] PN-EN 1359:2004/A1:2006 (U) Gazomierze. Gazomierze miechowe (równoważna EN 1359:1998/A1:2006)

- [7] Zarządzenie nr 2 Prezesa Głównego Urzędu Miar z dnia 5 stycznia 1996 r. w sprawie przepisów metrologicznych o licznikach do gazów (gazomierzach). Dziennik Urzędowy Miar i Probiernictwa, Nr 3, Warszawa dnia 15 stycznia 1996 r.
- [8] Zarządzenie nr 16 Prezesa GUM z dnia 30 czerwca 2000 r. zmieniające zarządzenie w sprawie wprowadzenia przepisów metrologicznych o licznikach do gazów (gazomierzach). DUM i P Nr 4. Warszawa, dnia 6 września 2000 r.
- [9] PN-M-54832-2:1992/A1:1995 Gazomierze miechowe. Wymagania i badania
- [10] OIML R31. Diaphragm gas meters. 1995 E
- [11] OIML R 137-1 E 2006. Gas meters. Part 1: Requirements
- [12] Directive 2004/22/EC of the European Parliament and of the Council of 31 March 2004 on measuring instruments. Official Journal of the European Union. L 135, 30.4.2004. Annex MI-002 Gas meters and volume conversion devices.
- [13] Dopke J.: Analiza dokładności rozliczeń gazomierzami miechowymi. Nowoczesne Gazownictwo 2004 (IX) nr 4.
- [14] Komitet CL5, MARCOGAZ-AEGPL-FACOGAZ. Lipiec 1986 r.
- [15] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 marca 2004 r. w sprawie wymagań metrologicznych, którym powinny odpowiadać gazomierze oraz przeliczniki do gazomierzy. Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej, Nr 63, Warszawa, dnia 15 kwietnia 2004 r.
- [16] Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 kwietnia 2004 r. w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych. Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej, Nr 77, Warszawa, dnia 24 kwietnia 2004 r. Załącznik nr 4. Szczegółowy zakres badań przeprowadzanych podczas prawnej kontroli metrologicznej gazomierzy turbinowych o maksymalnym strumieniu objętości nie większym niż 6500 m³/h, rotorowych i miechowych.
- [17] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 7 stycznia 2008 r. w sprawie prawnej kontroli metrologicznej przyrządów pomiarowych. Dziennik Ustaw Nr 25 z dnia 14 stycznia 2008 r.
- [18] Dopke J.: Zależność zużycia gazu ziemnego w gospodarstwach domowych od liczby stopniodni grzania. Rynek Energii 2006 (66) nr 5.
- [19] Dopke J.: Prognozowanie zużycia gazu ziemnego. Wiadomości Naftowe i Gazownicze 2007 (108) nr 4.
- [20] Dopke J.: Zależność zużycia gazu ziemnego w gospodarstwach domowych od liczby stopniodni grzania. GWiTS 2007 (LXXXI) nr 3.

Mgr inż. Józef Dopke

Kierownik Laboratorium Zakładowego, APATOR METRIX S. A.

83-100Tczew, ul. Piaskowa 3, jozefdopke@wp.pl