

Beata Altkorn

*Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy*

## Odtwarzalność rzeczywista, w testach PT, znormalizowanych procedur badawczych stosowanych w badaniu jakości paliw silnikowych. Część II. Normy czynnościowe stosowane w badaniu jakości benzyny E10

Artykuł ma na celu stwierdzenie, czy normatywna odtwarzalność znormalizowanych procedur badawczych, podana w normach czynnościowych badania parametrów jakościowych paliw silnikowych do silników z zapłonem iskrowym, a określona na etapie opracowywania lub nowelizacji norm czynnościowych, jest zgodna z odtwarzalnością rzeczywistą osiąganą w praktyce przez szerokie grono użytkowników danej normy. Oceny w praktyce dokonano poprzez analizę wyników badań międzylaboratoryjnych, przeprowadzanych przez liczną grupę uczestników, w których brały udział laboratoria Zakładu Analiz Naftowych INiG – PIB w latach 2010–2016. Z uwagi na dużą liczbę uczestniczących laboratoriów i różny stopień kompetencji uzyskana przez nie odtwarzalność rzeczywista ma wysoką wartość statystyczną. Część I opisuje problemy, które mogą wystąpić podczas organizacji badania kompetencji laboratoriów. Przedyskutowano odtwarzalność znormalizowanych metod sprawdzanych w toku badań kompetencji laboratoriów w celu porównania jej z wartością rzeczywistą uzyskaną przez uczestników tych badań kompetencji. Wykonano analizę danych aktualnych (2016) oraz historycznych z lat 2010–2015, odnosząc odtwarzalność uzyskaną przez grupę uczestników badań międzylaboratoryjnych do odtwarzalności normatywnej dla odpowiednich metod badawczych.

Słowa kluczowe: norma czynnościowa, odtwarzalność, badania kompetencji, benzyna z etanolem E10.

### Real reproducibility, in PT tests, standardized testing procedures used in the analysis of the quality of motor fuels. Part II. Functional standards used in the study of the quality of E10 gasoline

The article aims to determine whether the operational reproducibility of standardized testing procedures specified in the standards of functional testing of quality parameters of gasoline with ethanol E10, and determined at the stage of development or amendment of codes of practice, is consistent with the real reproducibility and what is achieved in practice by a wide circle of users of the standard. Practical assessment was done by analyzing the results of interlaboratory tests carried out with the participation of a very large group of participants, amongst them the laboratories of the Department of Analysis of Petroleum Oil and Gas Institute – National Research Institute in 2010–2016. Due to the large number of participating laboratories and different degrees of proficiency, the actual reproducibility obtained by them has a high statistical value. Part I describes the problems that may occur during the organization of proficiency testing of laboratories. The reproducibility of standardized methods were checked during proficiency testing of laboratories, in order to compare it with the actual value obtained by participants in the proficiency test of laboratories. We analyzed actual (2016) and historical data from the years 2010–2016, regarding the reproducibility achieved by a group of participants of proficiency interlaboratory tests with respect to normative reproducibility for the relevant test methods.

Key words: functional standard, reproducibility, proficiency test, gasoline with ethanol E10.

#### Wstęp

Celem dokonanej analizy było stwierdzenie, czy normatywna odtwarzalność procedury badawczej, podana w normach czynnościowych badania parametrów jakościowych benzyny z etanolem, a określona na etapie opracowywania

lub nowelizacji norm czynnościowych, jest zgodna z odtwarzalnością rzeczywistą osiąganą w praktyce przez szerokie grono użytkowników danej normy. Ocenę w praktyce uzyskano poprzez analizę wyników badań międzylaboratoryjnych, przeprowadzanych z udziałem bardzo dużej grupy uczestników, w których uczestniczyły laboratoria Zakładu Analiz Naftowych INiG – PIB w latach 2010–2016.

Nieznane parametry precyzji znormalizowanej procedury badania produktu wyznacza się doświadczalnie w toku badań międzylaboratoryjnych. Uzyskane wartości precyzji, określane mianem wartości normatywnych, stanowią nieodłączną część normy czynnościowej dla metody badania. Tego typu badania międzylaboratoryjne są wykonywa-

ne zwykle przez małą liczbę laboratoriów (mających dużą biegłość przeprowadzania konkretnych badań oraz dysponujących niezbędną aparaturą badawczą) lub jedynie z zastosowaniem minimum statystycznego w zakresie liczby badanych próbek. To powoduje, że precyzja normatywna może różnić się od wartości rzeczywistej, rozumianej jako odtwarzalność uzyskana przez dużą populację uczestników międzynarodowych badań porównawczych. Z uwagi na dużą liczbę uczestniczących laboratoriów i ich różny stopień kompetencji otrzymana przez nie odtwarzalność rzeczywista ma dużą wartość statystyczną.

Wstęp literaturowy do tematyki obejmowała część I artykułu [1].

### Opis wykonanej analizy danych

W 2016 roku laboratoria Zakładu Analiz Naftowych INiG – PIB uczestniczyły w badaniu PT organizowanym dorocznie przez Institute for Interlaboratory Studies w Holandii dla laboratoriów wykonujących badania jakościowe benzyny silnikowej E10, zawierającej 10% bioetanolu jako biokomponentu, uzyskując certyfikat doskonałości.

Cechą charakterystyczną przedstawionych międzynarodowych badań kompetencji laboratoriów jest stosowanie różnych, znormalizowanych lub nie, procedur badawczych (w miejsce normy wskazanej przez organizatorów jako referencyjna) dla oznaczenia tego samego parametru jakościowego badanego produktu, w zależności od możliwości wykonawczych danego laboratorium. Wśród uczestników są zarówno laboratoria posiadające akredytację w zakresie prowadzonych badań, będących przedmiotem porównań międzylaboratoryjnych, jak i nieposiadające akredytacji, choć brakuje informacji, czy uczestniczące laboratorium posiada akredytację, czy nie. To powoduje, że rozrzut wyników jest bliższy rzeczywistemu niż w badaniach organizowanych wyłącznie dla akredytowanych laboratoriów. W 2016 roku w badaniu benzyny z etanolem E10 uczestniczyło 56 laboratoriów, w tym 40 z Europy, 13 z kontynentu amerykańskiego oraz 3 z Azji.

Ocena kompetencji laboratorium prowadzona była jednocześnie w odniesieniu do wielu znormalizowanych procedur badawczych, gdyż testy PT są organizowane dla konkretnego produktu/obiektu badań (w tym przypadku benzyny E10) w odniesieniu do wszystkich znormalizowanych procedur badawczych, wymienionych w odpowiedniej specyfikacji dla badanego produktu. W 2016 roku jednoczesnej ocenie podlegały normy dotyczące badań dwudziestu czterech parametrów jakościowych benzyny E10. Dodatkowo należy zauważyć, że w badaniu składu frakcyjnego metodą destylacyjną zawartości organicznych związków tlenowych oraz zawartości grup węglowodorów oznacza się kilka parametrów, a każdy z nich był w PT oceniany oddzielnie.

W tablicy 1 przedstawiono wartości odtwarzalności rzeczywistej – osiągniętej w badaniach – i normatywnej dla wyników badania benzyny z etanolem E10 w 2016 roku w teście PT nr iis16B03. Skrót n.o. oznacza *nie określono* (np. z powodu zbyt niskiego poziomu wartości badanego parametru jakościowego, zbliżonego lub niższego od granicy stosowności lub detekcji danej normy, małej, niestatystycznej liczby uzyskanych wyników albo bardzo dużych ich rozbieżności pomiędzy wynikami).

Tablica 1. Wartości odtwarzalności rzeczywistej  $R_{RZ}$  – osiągniętej w badaniach PT – i normatywnej  $R_N$  dla znormalizowanych procedur badania benzyny E10 w 2016 roku [4]

Parametr	Jednostka	Norma	Liczba prawidłowych wyników	Wartość średnia wyniku	$R_{RZ}$	$R_N$
1. Gęstość API	–	ASTM D 4052	21	62,76	0,35	0,71
2. Skład grupowy metodą FIA:						
– zawartość węglowodorów aromatycznych	% (V/V)	ASTM D 1319	26	24,9	3,9	3,7
– zawartość olefin	% (V/V)	ASTM D 1319	25	6,8	2,4	2,6
3. Skład grupowy metodą GC:						
– zawartość węglowodorów aromatycznych	% (V/V)	ISO 22854	26	23,6	1,3	1,2
– zawartość olefin	% (V/V)	ISO 22854	19	6,9	0,8	1,3

cd. Tablica 1

Parametr	Jednostka	Norma	Liczba prawidłowych wyników	Wartość średnia wyniku	$R_{RZ}$	$R_N$
4. Zawartość benzenu	% (V/V)	ISO 22854	31	0,66	0,07	0,04
5. Korozja na miedzi 3 h w 50°C	stopień		36	1	n.o.	n.o.
6. Gęstość w 15°C	kg/m <sup>3</sup>	ISO 12185	43	727,99	0,65	1,50
7. Skład frakcyjny:						
– temperatura początku wrzenia IBP	°C		49	29,3	4,5	4,7
– temperatura odparowania 10%	°C		50	42,8	2,9	3,4
– temperatura odparowania 50%	°C		49,6	65,6	4,7	4,1
– temperatura odparowania 90%	°C		47	140,5	3,9	6,3
– temperatura końca wrzenia FBP	°C		50	184,3	9,4	7,1
– % odparowania w 70°C	% (V/V)		39	53,0	2,2	1,9
– % odparowania w 100°C	% (V/V)		41	66,5	1,9	1,7
– % odparowania w 150°C	% (V/V)	ASTM D 86	38	93,3	1,2	1,1
8. Test Doctora	–	ASTM D 4952	22	negatywny	n.o.	n.o.
9. Zawartość żywic obecnych (przemywanych)	mg/100 ml	ASTM D 381	19	0,5	1,4	2,0
10. Zawartość ołowiu jako Pb	mg/l	ASTM D 3237	24	< 2,5	n.o.	n.o.
11. Zawartość manganu jako Mn	mg/l	ASTM D 3831	20	< 2,0	n.o.	n.o.
12. Zawartość merkaptanów jako S	% (m/m)	ASTM D 3227	22	< 0,0003	n.o.	n.o.
13. Odporność na utlenienie	minuty	ASTM D 525	25	> 360	n.o.	n.o.
14. Zawartość etanolu	% (V/V)	ISO 22854	35	7,3	0,6	0,5
15. Zawartość MTBE	% (V/V)	ISO 22854	32	2,8	0,4	0,4
16. Zawartość eterów C <sub>5</sub>	% (V/V)	ISO 22854	14	2,8	0,4	0,4
17. Zawartość eterów C <sub>5</sub> lub wyższych	% (V/V)	ISO 22854	16	2,9	0,4	0,4
18. Zawartość eterów C <sub>6</sub> lub wyższych	% (V/V)	ISO 22854	10	0,1	0,2	0,4
19. Zawartość tlenu związanego organicznie	% (m/m)	ISO 22854	32	3,3	0,3	0,3
20. Zawartość siarki	mg/kg	ISO 20846	40	4,8	1,7	1,7
21. Liczba oktanowa badawcza RON	–	ASTM D 2699	29	95,9	0,8	0,7
22. Liczba oktanowa motorowa MON	–	ASTM D 2700	29	85,9	0,8	0,9
23. Prężność DVPE	psi	ASTM D 5191	43	12,50	0,24	0,36
24. Prężność TVP	psi	ASTM D 5191	43	13,51	0,28	0,37

W tablicy 2 zestawiono dane liczbowe charakteryzujące badania międzylaboratoryjne benzyny z zawartością 10% etanolu przeprowadzone w 2016 roku i latach poprzednich [2–8].

W tablicy 3 porównano odtwarzalność rzeczywistą i normatywną w badaniach międzylaboratoryjnych benzyny z zawartością 10% etanolu w 2016 roku i latach poprzednich [2–8].

W tablicach 1 i 3 nie podano roku edycji stosowanych norm, gdyż na przestrzeni lat 2010–2016 zmieniały się one.

Z porównania wartości odtwarzalności rzeczywistej i normatywnej procedur badawczych stosowanych w ocenie jakości benzyny silnikowej z zawartością 10% etanolu wynika, że:

- zawsze lepsza od normatywnej jest odtwarzalność rzeczywista dla oznaczenia:

Tablica 2. Zestawienie danych liczbowych charakteryzujących badania międzylaboratoryjne benzyny z zawartością 10% etanolu w 2016 roku i latach poprzednich [2–8]

Cykl porównań [rok]	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
Liczba uczestników	54	41	50	48	40	32	30
Procent wyników statystycznie odstających	2,9	2,8	3,9	2,8	3,6	3,3	7,1

- prężności DVPE (rysunek 1) i TVP,
- zawartości olefin metodą GC (rysunek 2),
- gęstości API;
- zawsze gorsza od normatywnej jest odtwarzalność rzeczywista dla oznaczenia:
  - zawartości olefin metodą FIA (rysunek 3),
  - zawartości benzenu,
  - zawartości etanolu;

Tablica 3. Porównanie odtwarzalności rzeczywistej i normatywnej w badaniach międzylaboratoryjnych benzyny E10 z zawartością 10% etanolu w 2016 roku i latach poprzednich [2–8]

Parametr jakościowy/rok	Norma	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
Gęstość API	ASTM D 4052	++	++	++	+	+	++	++
Zawartość węglowodorów aromatycznych metodą FIA	ASTM D 1319	+/-	-	-	---	+/-	---	---
Zawartość węglowodorów aromatycznych metodą GC	ISO 22854	+/-	+	+	-	+	++	++
Zawartość olefin metodą FIA	ASTM D 1319	+/-	+	+	---	++	---	---
Zawartość olefin metodą GC	ISO 22854	+	++	++	+	++	++	++
Zawartość benzenu	ISO 22854	-	-	+/-	-	-	+	---
Gęstość w 15°C	ISO 12185	++	++	++	+/-	+/-	-	+/-
Skład frakcyjny	ASTM D 86	+/-	++	+	+	+	+	++
Zawartość żywic obecnych (przemywanych)	ASTM D 381	+	++	+/-	+/-	---	n.o.	---
Zawartość merkaptanów jako S	ASTM D 3227	n.o.	n.o.	++	++	++	++	++
Odporność na utlenienie	ASTM D 525	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.	n.o.		
Zawartość etanolu	ISO 22854	+/-	-	---	---	++	++	+/-
Zawartość MTBE	ISO 22854	+/-	n.o.	+	n.o.	n.o.	nie badano	nie badano
Zawartość tlenu związanego organicznie	ISO 22854	+/-	-	+/-	+/-	+/-	nie badano	nie badano
Zawartość siarki	ISO 20846	+/-	+/-	+/-	+/-	-	-	+/-
Liczba oktanowa badawcza RON	ASTM D 2699	+/-	+/-	-	+	+	+/-	++
Liczba oktanowa motorowa MON	ASTM D 2700	+/-	+/-	+/-	-	-	---	++
Prężność DVPE	ASTM D 5191	+	+	+	+	+/-	-	++
Prężność TVP	ASTM D 5191	+	++	+	+	+/-	---	++

Odtwarzalność rzeczywista  $R_{RZ}$  jest: „+++” – znacznie lepsza niż normatywna  $R_N$ , „++” – lepsza niż normatywna  $R_N$ , „+/-” – zbliżona jak w normie, „-” – gorsza niż normatywna  $R_N$ , „---” – znacznie gorsza niż normatywna  $R_N$ , „n.o.” – nie oznaczono (z powodu zbyt niskiego poziomu wartości parametru jakościowego, zbliżonego lub niższego od granicy oznaczalności danej procedury badawczej, małej, niestatystycznej liczby uzyskanych wyników albo bardzo dużych ich rozbieżności).

- prawie zawsze gorsza od normatywnej jest odtwarzalność rzeczywista dla oznaczenia:
  - liczby oktanowej motorowej (rysunek 4);
- na ogół lepsza od normatywnej jest odtwarzalność rzeczywista dla oznaczenia:
  - zawartości aromatów metodą GC,
  - gęstości,
  - składu frakcyjnego,
  - zawartości merkaptanów,
  - liczby oktanowej badawczej (rysunek 5);
- odtwarzalność rzeczywista jest raz lepsza raz gorsza od normatywnej dla oznaczenia:
  - żywic obecnych (przemywanych);
- obie odtwarzalności są zbliżone dla oznaczenia:
  - zawartości tlenu związanego organicznie,
  - zawartości siarki.

Na rysunkach 1–6 pokazano, dla niektórych parametrów jakościowych, jaka jest stwierdzona zbieżność (lub jej brak) odtwarzalności normatywnej  $R_N$  i rzeczywistej  $R_{RZ}$ .

Na rysunku 1 zestawiono wartość odtwarzalności rzeczywistej uzyskaną przez uczestników badań międzylaboratoryjnych w latach 2010–2016 w porównaniu z wartością odtwarzalności normatywnej dla oznaczenia prężności DVPE według ASTM D 5191. Z uwagi na dużą różnicę pomiędzy wartością wyniku a wartością odtwarzalności, dla klarowności obrazu na rysunku przedstawiono jedynie wartości odtwarzalności.

Dla porównania na rysunku 2 przedstawiono zawartość olefin oznaczoną w tych samych próbkach benzyny z zawartością 10% etanolu metodą FIA<sup>1</sup> według ASTM D 1319, techniką klasycznej grawitacyjnej chromatografii żelowej na kolumnie, oraz zawartość olefin oznaczoną techniką GC według ISO 22854. Jak widać, w większości przypadków (za wyjątkiem lat 2011 i 2015) wynik uzyskany techniką GC jest nieco wyższy niż wynik otrzymany metodą FIA. Na rysunku 3 pokazano, jak kształtowała się odtwarzalność rzeczywista

<sup>1</sup>FIA – metoda adsorpcji ze wskaźnikiem fluorescencyjnym.

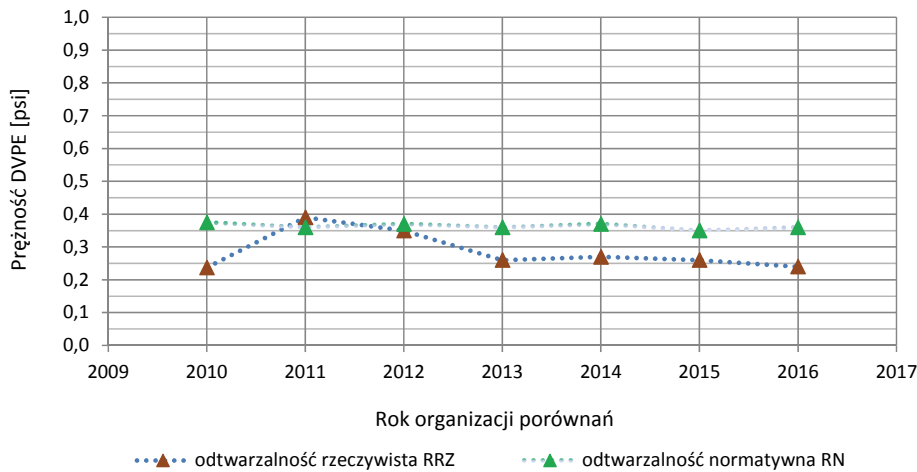
dla oznaczania zawartości olefin metodą GC w stosunku do wartości wyniku średniego, a na rysunku 4 – dla oznaczania olefin metodą FIA.

Na rysunkach 5 i 6 przedstawiono porównanie wartości rzeczywistej i normatywnej odtwarzalności dla oznaczenia liczby oktanowej motorowej (prawie zawsze gorsza od normatywnej jest odtwarzalność rzeczywista) i badawczej (na ogół lepsza od normatywnej jest odtwarzalność rzeczywista). Z uwagi na dużą różnicę pomiędzy wartością wyniku a wartością odtwarzalności, dla lepszego zo-

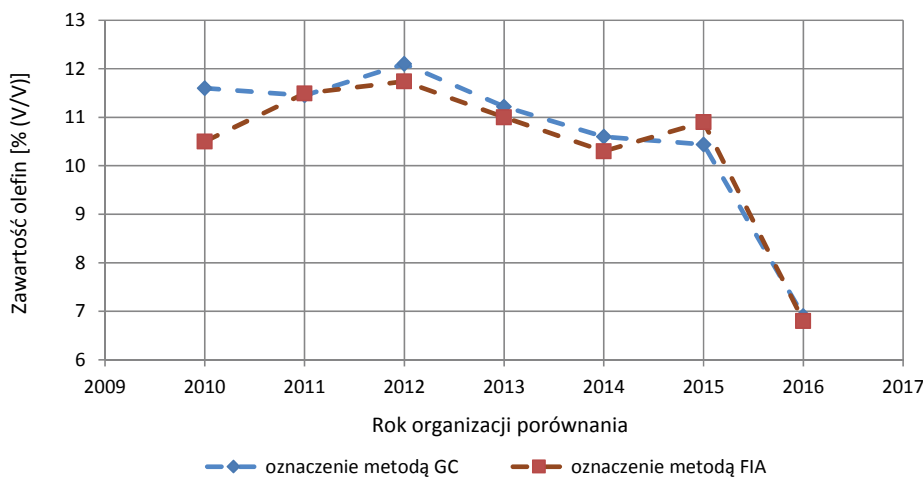
brazowania na rysunkach przedstawiono jedynie wartości odtwarzalności.

Z zestawienia wynika, że w latach kolejnych odtwarzalność rzeczywista pomiaru liczby oktanowej badawczej lekko, ale systematycznie pogarszała się w stosunku do wartości normatywnej.

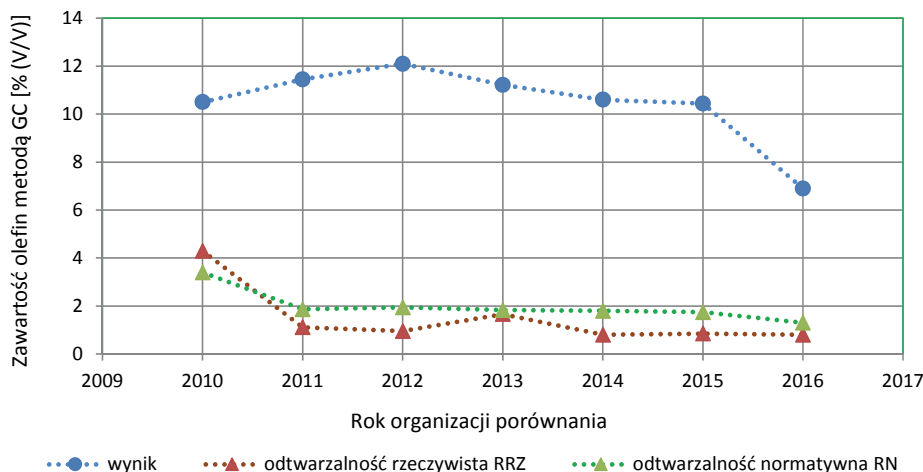
Z kolei odtwarzalność liczby oktanowej motorowej systematycznie i w bardzo widoczny sposób ulegała poprawie w stosunku do wartości normatywnej – laboratoria nabywały kompetencji w wykonywaniu oznaczenia.



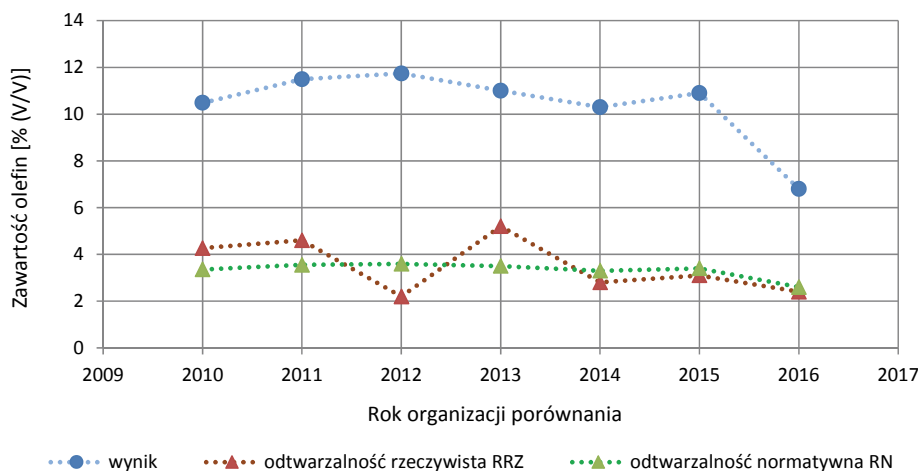
Rys. 1. Zestawienie odtwarzalności rzeczywistej osiągniętej przez uczestników badań międzylaboratoryjnych w latach 2010–2016 z odtwarzalnością normatywną dla oznaczenia prężności DVPE według ASTM D 5191



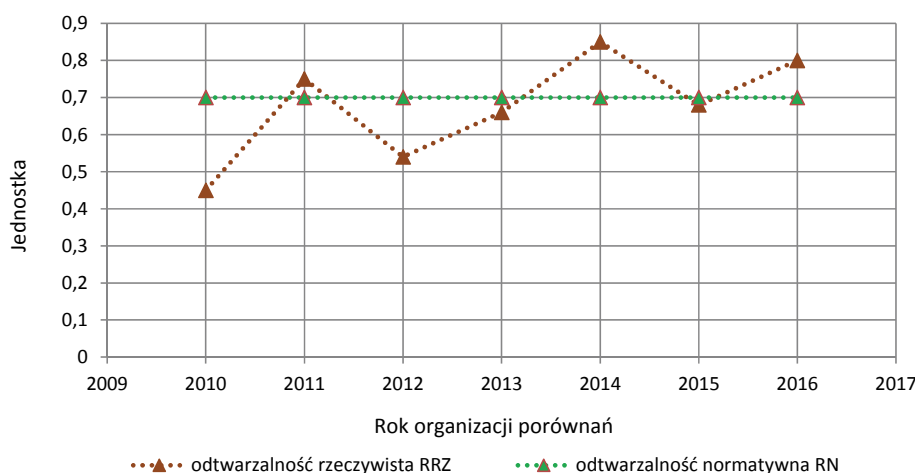
Rys. 2. Porównanie wyników oznaczenia zawartości olefin w benzynie z zawartością 10% etanolu w latach 2010–2016 metodą chromatografii gazowej i klasycznej grawitacyjnej chromatografii żelowej na kolumnie FIA



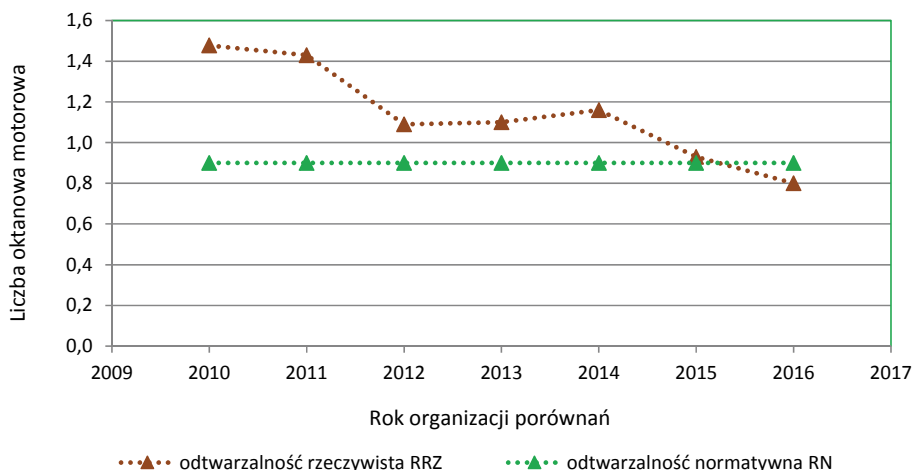
Rys. 3. Zestawienie odtwarzalności rzeczywistej osiągniętej przez uczestników badań międzylaboratoryjnych w latach 2010–2016 z odtwarzalnością normatywną dla oznaczenia zawartości olefin techniką chromatografii gazowej według ISO 22854



Rys. 4. Zestawienie odtwarzalności rzeczywistej osiągniętej przez uczestników badań międzylaboratoryjnych w latach 2010–2016 z odtwarzalnością normatywną dla oznaczenia zawartości olefin techniką klasycznej grawitacyjnej chromatografii żelowej na kolumnie metodą FIA według ASTM D 1319



Rys. 5. Zestawienie odtwarzalności rzeczywistej osiągniętej przez uczestników badań międzylaboratoryjnych w latach 2010–2016 z odtwarzalnością normatywną dla oznaczenia liczby oktanowej badawczej według ASTM D 2699 i ISO 5164



Rys. 6. Zestawienie odtwarzalności rzeczywistej osiągniętej przez uczestników badań międzylaboratoryjnych w latach 2010–2016 z odtwarzalnością normatywną dla oznaczenia liczby oktanowej motorowej według ASTM D 2700 i ISO 5163

## Podsumowanie

Poddano analizie wyniki testów PT przeprowadzonych przez IIS dla dwudziestu czterech znormalizowanych procedur badawczych stosowanych w ocenie jakości benzyny silnikowej z etanolem w latach 2010–2016. Analiza wykazała, że uzyskiwana odtwarzalność rzeczywista procedur badawczych w wielu przypadkach znacząco różni się od jej wartości normatywnej. Przez siedem lat w testach PT dla benzyny

silnikowej wzięło udział prawie 300 laboratoriów, przeciętnie po 40 na jedną turę PT, stąd dane do analizy były wyczerpujące. Dla przykładowych, wybranych parametrów jakościowych zmianę wartości rzeczywistej odtwarzalności w ciągu siedmiu lat organizacji PT przedstawiono w postaci graficznej. Stwierdzono, że w przypadku procedury oznaczania prężności DVPE według ASTM D 519 wartość

rzeczywista odtwarzalności wyników jest lepsza od wartości normatywnej. Dla procedury oznaczania zawartości olefin metodą chromatografii gazowej według ISO 22854 wartość rzeczywista odtwarzalności na ogół jest lepsza od normatywnej, a w przypadku oznaczania olefin metodą klasycznej grawitacyjnej chromatografii żelowej na kolumnie metodą FIA według ASTM D 1319 jest raz gorsza, raz lepsza, ale można zauważyć, że od 2014 roku wartość rzeczywista odtwarzalności zbliża się systematycznie do poziomu wartości normatywnej.

W przypadku oznaczania liczby oktanowej motorowej prawie zawsze odtwarzalność rzeczywista jest gorsza od

normatywnej (wartość normatywna jest identyczna dla norm ASTM D 2700 i ISO 5163). Z kolei dla oznaczania liczby oktanowej badawczej wartość rzeczywista odtwarzalności jest na ogół lepsza od normatywnej, identycznej dla norm ASTM D 2699 i ISO 5164. Z zestawienia wynika, że w latach kolejnych odtwarzalność rzeczywista pomiaru liczby oktanowej badawczej lekko, ale systematycznie pogarszała się w stosunku do wartości normatywnej. Z kolei odtwarzalność liczby oktanowej motorowej systematycznie i w bardzo widoczny sposób ulegała poprawie względem wartości normatywnej – laboratoria nabywały kompetencji w wykonywaniu oznaczenia.

### Wnioski

W toku międzylaboratoryjnych badań kompetencji laboratoriów PT odtwarzalność rzeczywista uzyskiwana przez uczestników w badaniach benzyny E10 w wielu przypadkach znacząco różni się od wartości normatywnej.

W miarę uzyskiwania przez laboratoria kompetencji w oznaczeniach oraz w miarę pojawiania się nowych konstrukcji aparaturowych w ramach stosowanych technik analitycznych rzeczywista odtwarzalność ulega poprawie i może

być lepsza od wartości normatywnej, dlatego też nie istnieje jednoznaczna korelacja pomiędzy wartością rzeczywistą a normatywną.

Proces normalizacji powinien uwzględniać informacje otrzymywane od organizatorów dużych międzynarodowych badań kompetencji laboratoriów PT w zakresie uzyskiwanych rzeczywistych wartości odtwarzalności dla potrzeb potencjalnej rewalidacji norm.

Prosimy cytować jako: Nafta-Gaz 2017, nr 6, s. 446–452, DOI: 10.18668/NG.2017.06.10

Artykuł nadesłano do Redakcji 14.12.2016 r. Zatwierdzono do druku 6.03.2017 r.

Artykuł powstał na podstawie pracy statutowej pt.: *Korelacja normatywnej i rzeczywistej precyzji metody, określonej w testach PT* – praca INiG – PIB na zlecenie MNiSW; nr zlecenia 0076/TA/16/1.

### Literatura

- [1] Altkorn B.: *Odtwarzalność rzeczywista, w testach PT, znormalizowanych procedur badawczych, stosowanych w badaniu jakości paliw silnikowych. Część I. Badania kompetencji laboratoriów*. Nafta-Gaz 2017, nr 5, s. 365–371, DOI: 10.18669/NG.2017.05.09.
- [2] Dijkstra L.: *Results of proficiency test. Biogasoline E10. May 2014*. Report: iis 14B03, Institute for Interlaboratory Studies, Spijkenisse, the Netherlands, July 2014, <http://www.iisnl.com/pdf/iis14B03.pdf> (dostęp: luty 2017).
- [3] Dijkstra L.: *Results of proficiency test. Biogasoline E10. May 2015*. Report: iis 15B03, Institute for Interlaboratory Studies, Spijkenisse, the Netherlands, August 2015, <http://www.iisnl.com/pdf/iis15B03.pdf> (dostęp: luty 2017).
- [4] Nijssen-Wester C.M.: *Results of proficiency test. Biogasoline E10. May 2016*. Report: iis 16B03, Institute for Interlaboratory Studies, Spijkenisse, the Netherlands, August 2016.
- [5] Starink R.J.: *Results of proficiency test. Biogasoline E10. May 2010*. Report: iis 10B02, Institute for Interlaboratory Studies, Spijkenisse, the Netherlands, July 2010, <http://www.iisnl.com/pdf/iis10B03.pdf> (dostęp: luty 2017).
- [6] Starink R.J.: *Results of proficiency test. Biogasoline E10. May 2012*. Report: iis 12B03, Institute for Interlaboratory Studies, Spijkenisse, the Netherlands, July 2012, <http://www.iisnl.com/pdf/iis12B03.pdf> (dostęp: luty 2017).
- [7] Van Houten A.: *Results of proficiency test. Biogasoline E10. May 2013*. Report: iis 13B03, Institute for Interlaboratory Studies, Spijkenisse, the Netherlands, August 2013, <http://www.iisnl.com/pdf/iis13B03.pdf> (dostęp: luty 2017).
- [8] Visser R.G., Dijkstra L.: *Results of proficiency test. Biogasoline E10. May 2011*. Report: iis 11B03, Institute for Interlaboratory Studies, Spijkenisse, the Netherlands, July 2011, <http://www.iisnl.com/pdf/iis11B03.pdf> (dostęp: luty 2017).



Dr inż. Beata ALTKORN  
Adiunkt, kierownik Zakładu Analiz Naftowych  
Instytut Nafty i Gazu – Państwowy Instytut Badawczy  
ul. Lubicz 25 A  
31-503 Kraków  
E-mail: [beata.altkorn@inig.pl](mailto:beata.altkorn@inig.pl)