



Wzorce chemiczne w Głównym Urzędzie Miar

dr Agnieszka Zoń, dr Władysław Kozłowski, mgr inż. Dariusz Cieciora

Zakład Fizykochemii GUM
physchem@gum.gov.pl

Warszawa, 2 kwietnia 2014 r.

Metrologia chemiczna w GUM

Rozwijana w Zakładzie Fizykochemii GUM przez pracowników Laboratoriów: Elektrochemii, Gazowych Materiałów Odniesienia oraz Gęstości, Lepkości i Analizy Spektralnej.

Najważniejsze zadania:

- utrzymywanie i doskonalenie **państwowego wzorca jednostki miary pH** (odtworzonego jednostki miary pH w zakresie od 1 do 11 w zakresie temperatur od 5 °C do 50 °C) i przekazywanie jednostki miary od wzorca państwowego do przyrządów pomiarowych za pomocą pierwotnych (podstawowych) materiałów odniesienia (zdolności pomiarowe potwierdzone wpisami CMCs),
- utrzymywanie **gazowych wzorców odniesienia GUM** zawierających: CO, CO₂, C₃H₈, NO w azocie, gaz ziemny,
- świadczenie usług w zakresie wzorcowania, badania i ekspertyz przyrządów pomiarowych takich, jak: tlenomierze, analizatory CO₂, pehametry, symulatory pH, elektrody pehametryczne, konduktometry i czujniki konduktometryczne i in.,
- wytwarzanie i wzorcowanie następujących materiałów odniesienia: pierwotnych i wtórnych wzorców pH, wtórnych wzorców przewodności elektrycznej właściwej (konduktometrycznych), wzorców gazowych oraz jednopierwiastkowych roztworów wzorcowych stężenia masowego dla metody ASA.



Wzorce pH - pierwotne

- Wzorce pierwotne pH są wywzorcowanymi wodnymi roztworami buforowymi, których składnikami są:
 - ♦ słaby kwas oraz sól tego kwasu z silną zasadą,
 - ♦ słaba zasada oraz jej sól z silnym kwasem.
- pH roztworów buforowych ulega niewielkim zmianom pod wpływem dodatków kwasów i zasad oraz przy rozcieńczaniu
- Do sporządzenia wzorców pH stosowane są:
 - ♦ substancje chemiczne o czystości nie mniejszej niż 99,5 %;
 - ♦ woda o przewodności elektrycznej właściwej nie większej niż $1,4 \mu\text{S}/\text{cm}$ w temperaturze 25°C .



Wzorce pH - pierwotne

- Wzorcowanie metodą podstawową w ogniwach wodorowo-chlorsrebrowych bez przenoszenia jonów (ogniwa Harneda):
 - ♦ zakres wzorcowania na stanowisku wzorca państwowego jednostki miary pH: 1 – 11 w zakresie temperatur: $5^\circ\text{C} \div 50^\circ\text{C}$;
 - ♦ niepewność rozszerzona wzorcowania ($k=2$) w $t=25^\circ\text{C}$: $0,002 \div 0,007$.



Wzorce pH - pierwotne

Nr GUM	Materiał odniesienia	Wartość pH w temperaturze 25 °C	Niepewność rozszerzona
3.1	Szczawianowy: roztwór dwuszcawianu jednopotasowego $\text{KH}_2(\text{C}_2\text{O}_4)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (0,05 mol/kg)	1,68	0,007
3.3	Cytrynianowy: roztwór cytrynianu jednopotasowego $\text{KH}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ (0,05 mol/kg)	3,78	0,003
3.4	Ftalanowy: roztwór ftalanu jednopotasowego $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOK})(\text{COOH})$ (0,05 mol/kg)	4,01	0,003
3.5	Fosforanowy (1:1): roztwór fosforanu jednopotasowego KH_2PO_4 (0,025 mol/kg), i fosforanu dwusodowego Na_2HPO_4 (0,025 mol/kg)	6,86	0,003
3.6	Fosforanowy (1:3,5): roztwór fosforanu jednopotasowego KH_2PO_4 (0,00870 mol/kg), i fosforanu dwusodowego Na_2HPO_4 (0,03043 mol/kg)	7,41	0,003
3.7	Boraksowy: roztwór czteroboranu sodowego $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (0,01 mol/kg)	9,18	0,005
3.8	Węglanowy: roztwór węglanu sodowego Na_2CO_3 (0,025 mol/kg) i wodorowęglanu sodowego NaHCO_3 (0,025 mol/kg)	10,01	0,005
3.27	Fosforanowy (1:1,37): roztwór fosforanu jednopotasowego KH_2PO_4 (0,01955 mol/kg) i fosforanu dwusodowego Na_2HPO_4 (0,02687 mol/kg)	7,00	0,003

Wzorce pH - wtórne

- Wtórne pehametryczne materiały odniesienia przeznaczone są do wzorcowania układów pomiarowych pH (elektrody pehametryczne, pehametry wraz z elektrodami pehametrycznymi).
- Stosowane są dwie metody wzorcowania takich roztworów w odniesieniu do wzorców podstawowych (pierwotnych) pH:
 - 1) metoda pośredniego porównania z wzorcem pierwotnym, za pomocą pomiaru siły elektromotorycznej ogniwa dwu-wodorowego z przeniesieniem jonów:
 - ♦ metoda ma zastosowanie do wzorców tego samego typu, w zakresie pH od 1 do 11, których różnica wartości pH nie przekracza 0,02.



Wzorce pH - wtórne

- 2) Wartość pH wzorca wtórnego jest wyznaczana za pomocą ogniwa zawierającego elektrodę szklaną:
- metodą tą wzorcowane są wtórne materiały odniesienia pH odtwarzające wartość pH w zakresie od 1 do 13



Wzorce pH - wtórne

Nr GUM	Materiał odniesienia	Wartość pH w temperaturze 25 °C	Niepewność rozszerzona
4.1	Szczawianowy: roztwór dwuszczanu jednopotasowego $\text{KH}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (0.05 mol/kg)	1.68	0.01
4.3	Cytrynianowy: roztwór cytrynianu jednopotasowego $\text{KH}_2\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7$ (0.05 mol/kg)	3.78	0.01
4.4	Falanowy: roztwór falanu jednopotasowego $\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOK})(\text{COOH})$ (0.05 mol/kg)	4.01	0.01
4.5	Fosforanowy (1:1): roztwór fosforanu jednopotasowego KH_2PO_4 (0.025 mol/kg) i fosforanu dwusodowego Na_2HPO_4 (0.025 mol/kg)	6.86	0.01
4.6	Fosforanowy (1:3.5): roztwór fosforanu jednopotasowego KH_2PO_4 (0.00870 mol/kg) i fosforanu dwusodowego Na_2HPO_4 (0.03043 mol/kg)	7.41	0.01
4.7	Boraksowy: roztwór czteroboranu sodowego $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ (0.01 mol/kg)	9.18	0.02
4.8	Węglanowy: roztwór węglanu sodowego Na_2CO_3 (0.025 mol/kg) i wodorowęglanu sodowego NaHCO_3 (0.025 mol/kg)	10.01	0.02
4.9	Wapniowy: nasycony w temperaturze 25 °C roztwór wodorotlenku wapniowego $\text{Ca}(\text{OH})_2$	12.4	0.1
4.27	Fosforanowy (1:1.37): roztwór fosforanu jednopotasowego KH_2PO_4 (0.01955 mol/kg) i fosforanu dwusodowego Na_2HPO_4 (0.02687 mol/kg)	7.00	0.01

Wzorce konduktometryczne - wtórne

- Wzorce konduktometryczne są to wodne roztwory chlorku potasowego (KCl).
- Do sporządzenia wzorców stosowane są:
 - ♦ KCl o czystości nie mniejszej niż 99,9 %
 - ♦ woda o przewodności elektrycznej właściwej nie większej niż 1,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ w $t=25^\circ\text{C}$



Wzorce konduktometryczne przeznaczone są do wzorcowania układów do pomiarów konduktometrycznych (czujniki konduktometryczne, konduktometry wraz z czujnikami konduktometrycznymi), a także mogą służyć jako roztwory kontrolne w pomiarach przewodności elektrycznej właściwej.

Wzorce konduktometryczne - wtórne

- Wtórne wzorce konduktometryczne wzorcowane są za pomocą naczyń konduktometrycznych typu Jonesa, wzorcowanych za pomocą pierwotnych konduktometrycznych materiałów odniesienia (wytworzonych w duńskim instytucie metrologicznym DFM).



- Na stanowisku konduktometrycznym wykonywane są wzorcowania wtórnych konduktometrycznych materiałów odniesienia w zakresie od 0,015 S/m do 11,5 S/m, w $t=25^\circ\text{C}$, przy niepewności rozszerzonej względnej ($k=2$) 0,1 % do 0,15 %.



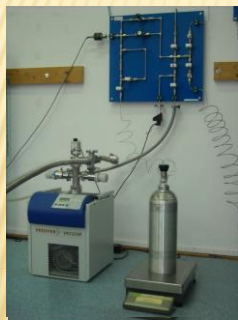
Wzorce konduktometryczne - wtórne

Nr GUM	Materiał odniesienia	Wartość przewodności elektrycznej właściwej w temperaturze 25 °C (S/m)	Niepewność rozszerzona względna (%)
5.1	1D roztwór wodny chlorku potasowego (ok. 0,95 mol/kg roztworu)	11,13	0,1
5.2	0,1D roztwór wodny chlorku potasowego (ok. 0,1 mol/kg roztworu)	1,28	0,1
5.3	0,01 D roztwór wodny chlorku potasowego (ok. 0,01 mol/kg roztworu)	0,141	0,1
5.4	0,001 D roztwór wodny chlorku potasowego (ok. 0,001 mol/kg roztworu)	0,015	0,2
5.5	0,005 D roztwór wodny chlorku potasowego (ok. 0,005 mol/kg roztworu)	0,072	0,2
5.6	0,002 D roztwór wodny chlorku potasowego (ok. 0,002 mol/kg roztworu)	0,029	0,2

Wzorce gazowe

➤ Wzorce gazowe wytwarzane są:

- ♦ metodą grawimetryczną, zgodnie z normą PN-EN ISO 6142:2010 Analiza gazu – Sporządzanie gazowych mieszanin wzorcowych – Metoda wagowa



W zbiornikach ciśnieniowych (butlach gazowych) o pojemności wodnej do 50 dm³ oraz na maksymalne ciśnienie końcowe 15 MPa.

Wzorce gazowe



➤ Wzorcowanie mieszanin odbywa się metodą porównania z wzorcami gazowymi wyższego rzędu przy użyciu:

- ♦ chromatografu gazowego
- ♦ analizatorów gazów

➤ Wzorce gazowe wykorzystywane są do wzorcowania analizatorów gazów służących m.in. do:

- ♦ kontroli jakości powietrza
- ♦ kontroli warunków procesów technologicznych
- ♦ kontroli jakości gazu ziemnego



Wzorce gazowe

Nr GUM	Materiał odniesienia	Ułamek molowy (mol/mol)	Niepewność rozszerzona względna (%)
6.1	Tlenek węgla CO	$0,00001 \div 0,15$	1
6.2	Dwutlenek węgla CO ₂	$0,0005 \div 0,15$	1
6.3	Metan CH ₄	$0,0005 \div 1$	1
6.4	Etan C ₂ H ₆	$0,005 \div 0,20$	1
6.5	Etylen C ₂ H ₄	$0,01 \div 0,05$	1
6.6	Propan C ₃ H ₈	$0,0002 \div 0,05$	1
6.7	Wodór H ₂	$0,005 \div 0,75$	1
6.8	Tlen O ₂	$0,005 \div 0,42$	1
6.9	Tlenek azotu NO	$0,0001 \div 0,01$	1

Jednopierwiastkowe roztwory wzorcowe stężenia masowego dla metody ASA

- Wzorce stężenia masowego są roztworami sporządzonymi metodą grawimetryczną z:
- ♦ metalu, jego tlenku lub soli o wysokim stopniu czystości (na poziomie 99,9 % i wyższym);
 - ♦ ultra czystej wody (o rezystancji elektrycznej właściwej ok. $18 \text{ M}\Omega \cdot \text{cm}$ w $t=25^\circ\text{C}$) z dodatkami kwasów nieorganicznych (HNO_3 lub HCl) o spektralnej czystości.



- Wszystkie te wzorcowe roztwory charakteryzują się tą samą wartością stężenia masowego na poziomie 1,000 g jonów metalu w 1 dm³ roztworu.

Jednopierwiastkowe roztwory wzorcowe stężenia masowego dla metody ASA

- Na stanowisku pomiarowym wyposażonym w atomowy spektrometr emisyjny z plazmą sprzężoną indukcyjnie (ICP-OES) wyznacza się stężenia głównych składników roztworów wzorcowych oraz określa poziom zanieczyszczeń ich roztworów w oparciu o certyfikowane materiały odniesienia wytworzone w słowackim instytucie metrologicznym SMU.



Roztwory wzorcowe stężenia masowego

Nr GUM	Materiał odniesienia		Dane metrologiczne wzorca	
	Metal	Matryca	Wartość stężenia masowego jonów metalu (g/dm ³)	Niepewność rozszerzona (g/dm ³)
10.01	Antymon	HCl	1,0000	0,0013
10.02	Arsen	HNO ₃	1,0000	0,0012
10.03	Bar	HNO ₃	1,0000	0,0013
10.04	Bismut	HNO ₃	1,0000	0,0012
10.05	Bor	H ₂ O	1,0000	0,0013
10.06	Chrom	HCl	1,0000	0,0013
10.07	Cyna	HCl	1,0000	0,0013
10.08	Cynk	HNO ₃	1,0000	0,0013
10.09	Cyrbon	HCl	1,0000	0,0013
10.10	Gal	HCl	1,0000	0,0013
10.11	German	NH ₃ × H ₂ O	1,0000	0,0012
10.12	Glin	HCl	1,0000	0,0013
10.13	Ind	HNO ₃	1,0000	0,0010
10.14	Kadm	HNO ₃	1,0000	0,0013
10.15	Kobalt	HNO ₃	1,0000	0,0013
10.16	Lantan	HCl	1,0000	0,0020
10.17	Lit	HNO ₃	1,0000	0,0012
10.18	Magnez	HNO ₃	1,0000	0,0013
10.19	Mangan	HNO ₃	1,0000	0,0013
10.20	Miedź	HNO ₃	1,0000	0,0013
10.21	Molibden	NH ₃ × H ₂ O	1,0000	0,0013
10.22	Nikiel	HNO ₃	1,0000	0,0013
10.23	Ołów	HNO ₃	1,0000	0,0013
10.24	Potas	HNO ₃	1,0000	0,0013
10.25	Rtęć	HNO ₃	1,0000	0,0013
10.26	Sód	HNO ₃	1,0000	0,0013
10.27	Srebro	HNO ₃	1,0000	0,0013
10.28	Stront	HNO ₃	1,0000	0,0013
10.29	Tal	HNO ₃	1,0000	0,0012
10.30	Wanad	NH ₃ × H ₂ O	1,0000	0,0013
10.31	Wapń	HNO ₃	1,0000	0,0013
10.32	Wolfram	NH ₃ × H ₂ O	1,0000	0,0013
10.33	Zelazo	HNO ₃	1,0000	0,0013

Udział Laboratoriów Zakładu Fizykochemii w międzynarodowych porównaniach kluczowych CIPM:

- ♦ CQM-K9 - „Wyznaczenie wartości pH dwóch buforów fosforanowych za pomocą pomiarów w ogniach Harneda - pH ≈ 6,8 i pH ≈ 7,0”
- ♦ CCQM-K17 - „Wyznaczenie wartości pH buforu ftalanowego za pomocą pomiarów w ogniach Harneda - pH ≈ 4,0”
- ♦ CCQM-K19 - „pH buforu boranowego - pH ≈ 9,0”
- ♦ CCQM-K18 - „pH buforu węglanowego - pH ≈ 10,0”
- ♦ CCQM-K20 - „pH buforu szczawianowego - pH ≈ 2,0”
- ♦ CCQM-K91 – „pH buforu ftalanowego - pH ≈ 4,01”
- ♦ CCQM-K36 - „Przewodność elektryczna właściwa elektrolitów: ≈ 0,5 S/m (CCQM-P36 a) i ≈ 0,005 S/m (CCQM-K36 b)”
- ♦ CCQM-K92 – „Przewodność elektryczna właściwa elektrolitów: ≈ 0,05 S/m i ≈ 20 S/m”
- ♦ CCQM-K105 – „Przewodność elektryczna właściwa: ≈ 5,3 S/m”
- ♦ CCQM-K29- „Anionowe roztwory kalibracyjne”
- ♦ CCQM-K73/CCQM-P19.2 – „ Określenie zawartości H⁺ w kwasie solnym”

Udział Laboratoriów Zakładu Fizykochemii w międzynarodowych porównaniach kluczowych CIPM:

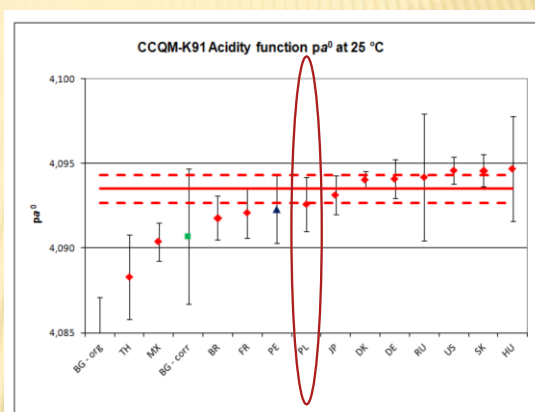
- ♦ CCQM-K3 – „W zakresie pomiarów mieszanin gazowych do legalizacji analizatorów spalin samochodowych”
- ♦ CCQM-K23a/K23b/K23c – „W zakresie wzorcowania i wytworzenia metodą grawimetryczną mieszanin gazowych o składzie gazu ziemnego”
- ♦ CCQM-K51 – „W zakresie wzorcowania i wytwarzania mieszanin gazowych zawierających tlenek węgla w azocie”
- ♦ CCQM-K76 – „W zakresie wzorcowania i wytwarzania mieszanin gazowych zawierających ditlenek siarki w azocie”
- ♦ CCQM-K87 – „Jednopierwiastkowe roztwory kalibracyjne”
- ♦ CCQM-K111 – „W zakresie pomiarów C_3H_8 w azocie”
- ♦ CCQM-K118 – „W zakresie pomiarów mieszanin gazu ziemnego”

CCQM-K91 - „pH buforu ftalanowego - $pH \approx 4,01$ ”

Cel porównania:

- ♦ powtórne potwierdzenie zdolności pomiarowych (CMCs),
- ♦ powtórzenie na przełomie 2012/2013 r. porównania CCQM-K17 z 2001 r.

Koordynator: PTB (Niemcy)



Udział Laboratoriów Zakładu Fizykochemii w międzynarodowych porównaniach pilotażowych CIPM:

- ♦ CCQM-P37 - „Fundamentalne badania wzorców pH – pH $\approx$ 6,8”
- ♦ CCQM-P22 - „Przewodność elektryczna właściwa elektrolitów: $\approx$ 0,1 S/m i $\approx$ 1,28 S/m”
- ♦ CCQM-P47 - „Przewodność elektryczna właściwa elektrolitów: $\approx$ 0,05 S/m i $\approx$ 0,005 S/m”
- ♦ CCQM-P111 - „Wyznaczenie, z zapewnieniem spójności pomiarowej, zasolenia oraz zawartości głównych składników wody morskiej”
- ♦ CCQM-P83 - „Przewodność elektryczna właściwa elektrolitów: $\approx$ 10 mS/m i $\approx$ 0,5 mS/m”
- ♦ CCQM-P142 - „Równoważność wyników pomiaru stosunku przewodności elektrycznej wody morskiej do przewodności roztworu KCl”
- ♦ CCQM-P19 - „Określenie zawartości kwasu solnego $\approx$ 0,01 m/kg”
- ♦ CCQM-P19.1 - „Określenie zawartości kwasu solnego $\approx$ 0,01 m/kg”
- ♦ CCQM-P36 - „Określenie zawartości wodoroftalanu potasowego”
- ♦ CCQM-P32 - „Mono-anionowe roztwory kalibracyjne potasowego”
- ♦ CCQM-P23 - „W zakresie wzorcowania i wytworzenia metodą grawimetryczną mieszanin gazowych zawierających tlenek węgla w azocie”
- ♦ CCQM-P49 - „W zakresie wzorcowania i wytworzenia metodą grawimetryczną mieszanin gazowych o składzie gazu ziemnego typ IV i V”
- ♦ CCQM-P41 - „W zakresie pomiarów mieszanin gazów cieplarnianych (CH_4 i CO_2 w powietrzu)”

Udział Laboratoriów Zakładu Fizykochemii w międzynarodowych porównaniach kluczowych RMO:

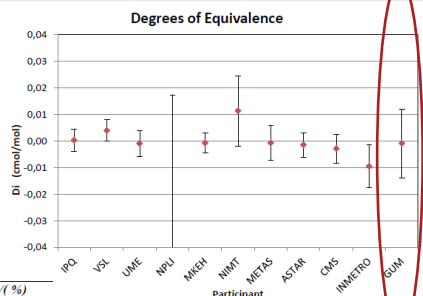
- ♦ EUROMET proj. 300 - „Porównanie definicyjnych metod pomiaru pH – pH $\approx$ 4,0 i pH $\approx$ 6,9”
- ♦ EUROMET proj. 370 - „Porównanie podstawowych wzorców pomiarowych pH - pH $\approx$ 4,0 i pH $\approx$ 7,4”
- ♦ EUROMET proj. 424 - „Porównanie podstawowych wzorców pomiarowych pH – pH $\approx$ 9,2 i pH $\approx$ 10,0”
- ♦ EUROMET.QM-K1c – „W zakresie pomiarów mieszanin gazowych zawierających tlenek azotu w azocie”
- ♦ EURO.QM-S5 (EURAMET 1166) – „W zakresie pomiarów CO_2 w azocie”
- ♦ EURO.QM-K26a (EURAMET 1183) – „W zakresie pomiarów NO w azocie”

EURO.QM-S5/1166 (EURAMET 1166) – „W zakresie pomiarów CO₂ w azocie”

Cel porównań:

- sprawdzenie zdolności pomiarowych laboratoriów do oznaczania zawartości CO₂ w azocie na poziomie ok. 3·10⁻² mol/mol
- uzyskanie CMCs dla pomiarów CO₂ w azocie w zakresie (1·10⁻² ÷ 20·10⁻²) mol/mol

Koordynator: IPQ (Portugalia)



Participant	$x_{ref}/\text{cmol/mol}$	$u_{ref}/\text{cmol/mol}$	$x_{lab}/\text{cmol/mol}$	$u_{lab}/\text{cmol/mol}$	$D/\text{cmol/mol}$	$D/(%)$
A*STAR	3,0036	0,0043	3,0031	0,0017	0,0015	- 0,05
GUM	3,0029	0,0047	3,002	0,012	- 0,0009	- 0,03
INMETRO	3,0016	0,0051	2,997	0,007	- 0,0093	- 0,32
IPQ	2,9969	0,0036	2,997	0,003	0,00028	0,01
CMS	3,0019	0,0051	2,999	0,002	- 0,0029	- 0,10
METAS	3,0008	0,0042	3,000	0,005	- 0,00078	- 0,03
MKEH	2,9988	0,0041	2,9980	0,0028	- 0,00077	- 0,03
NIMT	2,9976	0,0044	3,009	0,013	0,011	0,38
NPLI	3,0008	0,0033	2,920	0,098	- 0,081	- 2,8
UME	3,0021	0,0038	3,0011	0,0031	- 0,00098	- 0,03
VSL	2,9996	0,0039	3,0035	0,0008	0,0039	0,13

Tabela CMCs dla krajowych wzorców odniesienia

Amount of substance, Gases, Poland, GUM (Główny Urząd Miar, Central Office of Measures)

In the case where an uncertainty range is given, the expanded uncertainty range is expressed as the uncertainty of the smallest value of the quantity to the uncertainty of the largest value of the quantity
The expanded uncertainties given below correspond to $k = 2$ (level of confidence 95%)



20 expanded uncertainties given below correspond to a = 2 (of confidence 95%)																						
NMI Service Identifier	Measurement Service Sub-Category	Matrix	Measurand		Dissemination Range of Measurement Capability				Range of Expanded Uncertainties as Disseminated				Range of Certified Values in Reference Materials				Range of Expanded Uncertainties for Certified Values				Mechanism(s) for Measurement Service Delivery	Comments
			Analyte or Component	Quantity	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?	From	To	Unit	From	To	Unit	Is the expanded uncertainty a relative one?				
GUMD003-1	Environmental	nitrogen	carbon monoxide	Amount-of-substance fraction	10	200	mmol/mol	0,4	0,4	%	Yes	10	200	mmol/mol	0,3	0,3	%	Yes	PRM, CRM calibration	Approved on 19 July 2010		
GUMD003-2	Environmental	nitrogen	carbon monoxide	Amount-of-substance fraction	1	10	mmol/mol	0,4	0,4	%	Yes	1	10	mmol/mol	0,3	0,3	%	Yes	PRM, CRM calibration	Approved on 19 July 2010		
GUMD003-3	Environmental	nitrogen	carbon monoxide	Amount-of-substance fraction	0,01	1	mmol/mol	1,0	0,4	%	Yes	0,01	1	mmol/mol	0,5	0,3	%	Yes	PRM, CRM calibration	Approved on 19 July 2010		
GUMD004	Environmental	nitrogen	carbon dioxide	Amount-of-substance fraction	80	140	mmol/mol	0,4	0,4	%	Yes	60	140	mmol/mol	0,4	0,4	%	Yes	PRM, CRM calibration	Approved on 19 July 2010		
GUMD005	Environmental	nitrogen	propane	Amount-of-substance fraction	0,2	2	mmol/mol	0,4	0,4	%	Yes	0,2	2	mmol/mol	0,4	0,4	%	Yes	PRM, CRM calibration	Approved on 01 March 2009		
GUMD006	Environmental	nitrogen	carbon monoxide	Amount-of-substance fraction	5	50	mmol/mol	0,4	0,4	%	Yes	5	50	mmol/mol	0,4	0,4	%	Yes	PRM, CRM calibration	Approved on 01 March 2009		
			carbon dioxide		80	140	mmol/mol	0,4	0,4	%	Yes	60	140	mmol/mol	0,4	0,4	%	Yes				
			propane		0,2	2	mmol/mol	0,4	0,4	%	Yes	0,2	2	mmol/mol	0,4	0,4	%	Yes				
GUMD007	Environmental	nitrogen	nitrogen monoxide	Amount-of-substance fraction	0,05	10	mmol/mol	1,0	1,0	%	Yes	0,05	10	mmol/mol	1	1	%	Yes	PRM, CRM calibration	Approved on 02 July 2007		
GUMD008	Fuel	synthetic natural gas	methane	Amount-of-substance fraction	700	980	mmol/mol	0,5	0,2	%	Yes	700	980	mmol/mol	0,3	0,15	%	Yes	PRM, CRM calibration	Approved on 19 July 2010		
			ethane		10	200	mmol/mol	0,70	1,1	%	Yes	10	200	mmol/mol	1,1	0,7	%	Yes				
			propane		1	50	mmol/mol	0,7	0,8	%	Yes	1	50	mmol/mol	0,8	0,7	%	Yes				
			i-butane		0,5	15	mmol/mol	1	0,8	%	Yes	0,5	15	mmol/mol	0,8	0,5	%	Yes				
			carbon dioxide		1	50	mmol/mol	0,7	0,7	%	Yes	1	50	mmol/mol	0,5	0,4	%	Yes				
			nitrogen		10	200	mmol/mol	1	0,5	%	Yes	10	200	mmol/mol	0,5	0,3	%	Yes				
GUMD003-4	Environmental	nitrogen	carbon monoxide	Amount-of-substance fraction	1	10	μmol/mol	2,0	1,0	%	Yes	1	10	μmol/mol	1,2	0,5	%	Yes	PRM, CRM calibration	Approved on 05 September 2012		
GUMD009	Environmental	nitrogen	sulfur dioxide	Amount-of-substance fraction	0,05	10	mmol/mol	1,0	1,0	%	Yes	0,05	10	mmol/mol	1,0	1,0	%	Yes	PRM, CRM calibration	Approved on 05 September 2012		

Wpisy CMCs GUM w dziedzinie „Liczności materii”:

- 10 wpisów w kategorii 4 (gazy)

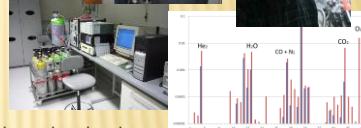


- 6 wpisów w kategorii 6 (pH) ,

- 2 wpisy w kategorii 7 (przewodność elektryczna właściwa),

Aktywność na arenie międzynarodowej

- Pracownicy Zakładu Fizykochemii GUM swoją wiedzę merytoryczną i umiejętności poszerzają przez udział w stażach zagranicznych w ramach programów BIPM w dziedzinie metrologii chemicznej :
 - ✓ edycja 2005-2008 :
 - ♦ „Walidacja systemu do wytwarzania podstawowych mieszanin gazowych NO₂ metodą permeacyjną”
 - ♦ „Pomiary ozonu poprzez miareczkowanie fazy gazowej”
 - ✓ edycja 2009-2012:
 - ♦ „Metoda walidacji ułamka molowego tlenu w ozonie przy użyciu spektrometrii mas”



- Zakład Fizykochemii GUM ma swoich przedstawicieli w krajowych, regionalnych i międzynarodowych organizacjach:

- Komitet Techniczny nr 249 ds. Analizy Chemicznej Polskiego Komitetu Normalizacyjnego (PKN),
- Komitet doradczy ds. Liczności Materii (CCQM) przy Międzynarodowym Komitecie Miar (CIPM),
- Komitet Techniczny „Metrologia w Chemii” (TC METCHEM) Europejskiego Stowarzyszenia Krajowych Instytutów Metrologicznych (EURAMET),
- Komitet ds. Materiałów Odniesienia (REMCO) Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej (ISO),
- Międzynarodowy Bank Danych o Materiałach Odniesienia (COMAR).



Plany na przyszłość

➤ dalszy udział w kluczowych porównaniach międzynarodowych potwierdzających zdolności pomiarowe i umożliwiających rozszerzanie dotychczasowych lub umieszczenie w bazie KCDB zupełnie nowych wpisów CMCs:

- ◆ rozszerzenie zakresu pomiarowego CMC dla NO i CO₂, węglowodorów i mieszanin gazu ziemnego;
- ◆ uzyskanie nowego wpisu CMC w kategorii nieorganicznych roztworów kalibracyjnych,
- ◆ rozszerzenie zakresu pomiarowego dla pomiarów konduktometrycznych metoda podstawową (nowe wpisy CMCs),
- ◆ opracowanie procedur oznaczania zawartości substancji chemicznych (czyste substancje chemiczne) za pomocą metody precyzyjnego miareczkowania kulometrycznego (nowe wpisy CMCs);
- ◆ opracowanie nowych pierwotnych konduktometrycznych CRMs (nowe wpisy CMCs);
- ◆ opracowanie nowych pierwotnych CRMs zapewniających spójność do jednostki miary liczności materii – mola (nowe CMCs)

Plany na przyszłość

- budowa stanowiska do wytwarzania wzorców suchych do badań analizatorów wydechu oraz opracowanie metod badań analizatorów wydechu;
- udział w projektach badawczych związanych z Europejskim Programem Metrologicznym dla Innowacyjności i Badań (EMPIR);
- udział w międzynarodowych szkoleniach i stażach organizowanych przez zagraniczne NMI's.



Serdecznie dziękuję za uwagę