



РАЗДЕЛИТЕЛНИ И СПЕКТРАЛНИ МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ
Анализ на храни и околна среда
25^{ТИ} ОКТОМВРИ 2018

МЕТРОЛОГИЧНИ ИЗИСКВАНИЯ КЪМ МЕТОДИТЕ ЗА АНАЛИЗ НА МИКРОЕЛЕМЕНТИ В ХРАНИ И ВОДИ

доц. д-р Веселин Кметов



Химически Факултет
ПУ „Паисий Хилендарски“



Технологичен център по
спешна медицина към МУ П-в





РАЗДЕЛИТЕЛНИ И СПЕКТРАЛНИ МЕТОДИ ЗА АНАЛИЗ
Анализ на храни и околна среда
25^{ТИ} ОКТОМВРИ 2018

МЕТРОЛОГИЧНИ ИЗИСКВАНИЯ КЪМ МЕТОДИТЕ ЗА АНАЛИЗ НА МИКРОЕЛЕМЕНТИ В ХРАНИ И ВОДИ

доц. д-р Веселин Кметов



Химически Факултет
ПУ „Паисий Хилендарски“



Технологичен център по
спешна медицина към МУ П-в





11th Chemistry Conference

Plovdiv, 11-13 October 2018

<http://11cc.uni-plovdiv.net/>



Thermo
SCIENTIFIC

Authorized Distributor

29 Май 2018 г.

14 Юни 2017 г.

7 Юни 2016 г.

20 Май 2015 г.

21 Май 2014 г.



АСМ2 *20*
години
повече от



ХИМИЧЕСКИ ФАКУЛТЕТ
25 ГОДИНИ





**ТРАДИЦИЯТА
ПРОДЪЛЖАВА ...**



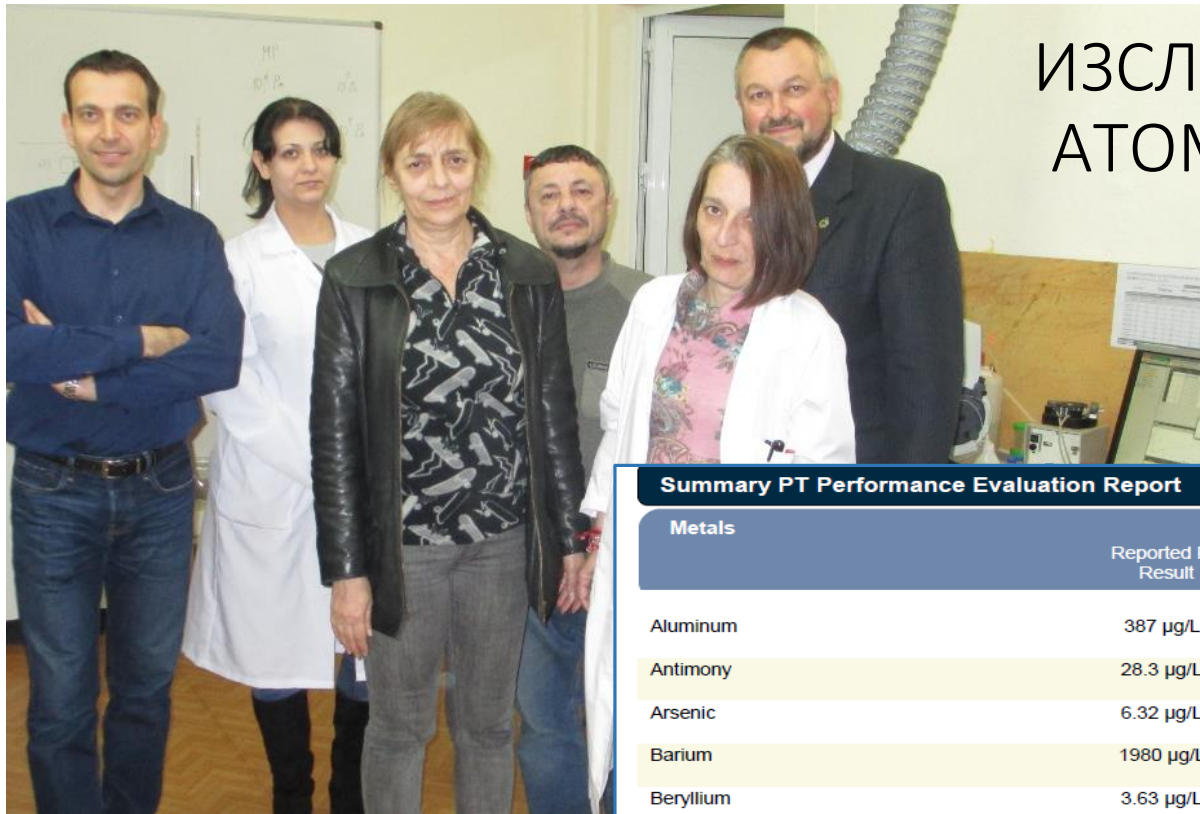
МЕТРОЛОГИЧНИ
ИЗИСКВАНИЯ КЪМ МЕТОДИТЕ
ЗА АНАЛИЗ НА
МИКРОЕЛЕМЕНТИ
В ХРАНИ И ВОДИ

ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА ГРУПА АТОМНА СПЕКТРОХИМИЯ (ИГАС)

$$Z = \frac{(\bar{X}_{lab} - \bar{X}_{PT})}{S_{PT}}$$

Summary PT Performance Evaluation Report

Metals	Reported PT Result	Satisfactory Range	z Score	Reported Method	Lot Number S230-697 Performance Evaluation
Aluminum	387 µg/L	342 - 437	-0.103	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Antimony	28.3 µg/L	25.4 - 32.5	-0.365	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Arsenic	6.32 µg/L	5.19 - 8.17	-0.487	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Barium	1980 µg/L	1800 - 2150	0.0442	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Beryllium	3.63 µg/L	3.54 - 4.50	-1.64	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Boron	1070 µg/L	974 - 1360	-0.996	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Cadmium	25.8 µg/L	24.1 - 28.7	-0.544	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Chromium	81.7 µg/L	76.5 - 91.4	-0.596	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Copper	1140 µg/L	983 - 1190	1.1	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Iron	362 µg/L	311 - 393	0.51	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Lead	56.8 µg/L	47.4 - 61.2	0.716	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Manganese	340 µg/L	307 - 381	-0.206	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Molybdenum	49.6 µg/L	45.6 - 53.3	0.092	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Nickel	59.0 µg/L	52.6 - 65.1	0.0486	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Selenium	42.3 µg/L	36.9 - 50.3	-0.386	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Silver	174 µg/L	158 - 192	-0.108	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Thallium	4.14 µg/L	3.42 - 4.70	0.248	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Vanadium	481 µg/L	456 - 542	-0.843	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory
Zinc	1730 µg/L	1530 - 1860	0.432	5AC BDS EN ISO 17294	Satisfactory





Surface water trace elements determination

№	Елемент Проба	Al		Cr		Ni		Cu		Zn		As		Cd		Pb		U		Hg	
		ppb	RSD %	ppb	RSD %	ppb	RSD %	ppb	RSD %	ppb	RSD %	ppb	RSD %	ppb	RSD %	ppb	RSD %	ppb	RSD %	ppt	RSD %
41	IB 3-16	3.8	3.8	0.11	8.7	0.18	4.6	0.22	2.7	2.0	3.9	0.72	4.6	0.006	15	0.055	3.6	2.3	1.4	< 5	-
42	IB 3-17	78	2.4	0.061	13	0.91	4.5	31	1.5	6.2	2.9	1.8	2.6	0.069	6.4	0.07	3.2	2.9	1.7	5.5	14.2
43	IB 3-18	4.6	3.2	0.081	9.5	0.84	6.2	4.5	2.0	4.0	2.4	1.2	3.1	0.015	7.1	0.10	3.4	2.3	1.7	< 5	-
44	IB 3-19	40	2.0	0.057	13	0.26	7.7	29	1.7	3.8	2.5	0.19	5.1	0.026	11	0.088	5.1	0.046	4.5	< 5	-
45	IB 3-20	41	2.6	<0.05	-	0.22	8.1	27	1.8	3.0	2.5	0.17	5.6	0.022	4.0	0.059	4.5	0.044	3.8	< 5	-
46	IB 3-21	105	0.6	0.080	11	2.05	3.0	187	1.0	58	1.1	0.18	8	0.42	3.5	0.14	3.5	0.32	1.7	< 5	-
47	IB 3-22	2.8	3.6	0.084	11	0.72	3.3	0.77	4.2	22	1.9	0.75	5.3	0.11	8.0	0.14	3.8	0.86	1.3	< 5	-
48	IB-3-23	1.2	3.6	<0.05	-	4.1	2.4	2.0	1.9	1720	0.4	0.71	2.7	11.2	0.9	20	1.9	0.65	1.5	< 5	-
49	IB 3-24															0.05	6.4	0.94	2.1	< 5	-
50	IB 3-25															0.10	4.5	0.93	1.7	< 5	-
51	IB 3-26															0.06	4.9	33	1.7	< 5	-
52	IB 3-27															0.06	4.7	1.5	1.5	< 5	-
53	IB 3-28															0.10	3.7	1.2	5.2	< 5	-
54	IB 3-29															0.05	7.5	1.4	2.4	< 5	-
55	IB 3-30															0.18	3.2	2.1	2.7	< 5	-
56	ZB 3-1															0.037	6.6	0.53	2.2	< 5	-
57	ZB 3-2															0.15	2.9	0.066	1.7	< 5	-
58	ZB 3-3															0.041	4.2	0.93	2.9	< 5	-
59	ZB 3-4															0.034	5.2	1.4	2.1	< 5	-
60	ZB 3-5															0.023	6.9	1.2	2.2	< 5	-
61	ZB 3-6															0.042	4.7	1.6	1.7	< 5	-
62	ZB 3-7															0.051	4.0	0.85	2.9	< 5	-
63	ZB 3-8															0.059	4.3	0.36	2.1	< 5	-
64	ZB 3-9															0.058	4.2	0.19	1.4	< 5	-
65	ZB 3-10															0.035	5.1	1.4	1.9	< 5	-
66	ZB 3-11															0.063	4.5	14	1.6	< 5	-
67	ZB 3-12															0.051	4.4	8.5	1.8	< 5	-
68	ZB 3-13															0.066	4.6	2.2	1.7	< 5	-
69	Ch R 3-1															0.15	2.3	1.81	1.7	< 5	-
70	Ch R 3-2															0.17	1.7	1.6	1.4	< 5	-
71	Ch R 3-3															0.38	2.1	1.7	0.6	< 5	-
72	Ch R 3-4															0.17	1.8	1.48	1.4	< 5	-
73	Ch R 3-5															0.039	3.3	0.85	1.8	< 5	-
74	Ch R 3-6															0.14	3.9	1.4	1.4	5.2	16
75	Ch R 3-7															0.047	4.0	0.34	2.0	< 5	-
76	Ch R 3-8	3.0	3.0	0.08	7.1	0.16	5.1	0.05	5.2	1.2	4.2	1.0	3.8	0.003	14	0.041	2.9	1.30	2.0	< 5	-

5760 аналитични
резултата





ИЗСЛЕДОВАТЕЛСКА ГРУПА АТОМНА СПЕКТРОХИМИЯ (ИГАС)

Surface water trace elements determination

№	Елемент Проба	Al		Cr		Ni		Cu		Zn		As		Cd		U		ppt
		ppb	RSD %	ppb	RSD %	ppb	RSD %	ppb	RSD %	ppb	RSD %	ppb	RSD %	ppb	RSD %	ppb	RSD %	
41	IB 3-16	3.8	3.8	0.11	8.7	0.18	4.6	0.22	2.7	2.0	3.9	0.72	4.6	0.00	15	2.3	1.4	< 5
42	IB 3-17	78	2.4	0.061	13	0.91	4.5	31	1.5	6.2	2.9	1.8	2.6	0	6.4	5.5	14.2	< 5
43	IB 3-18	4.6	3.2	0.081	9.5	0.84	6.2	4.5	2.0	4.0	2.4	1.2	3.1	5	7.1	2.9	1.7	< 5
44	IB 3-19	40	2.0	0.057	13	0.26	7.7	29	1.7	3.8	2.5	0.19	5.1	0.026	11	2.9	1.7	< 5
45	IB 3-20	41	2.6	<0.05	-	0.22	8.1	27	1.8	3.0	2.5	0.17	5.6	0.022	4.0	2.3	1.7	< 5
46	IB 3-21	105	0.6	0.080	11	2.05	3.0	187	1.0	58	1.1	0.18	8	0.42	3.5	2.3	1.7	< 5
47	IB 3-22	2.8	3.6	0.084	11	0.72	3.3	0.77	4.2	22	1.9	0.75	5	0.11	8.0	2.3	1.7	< 5
48	IB-3-23	1.2	3.6	<0.05	-	4.1	2.4	2.0	1.9	1720	0.4	0.71	0.9	11.2	0.9	0.046	4.5	< 5
49	IB 3-24	2.3	4.8	0.095	6.9	0.37	9.5	0.28	4.5	5.4	2.7	1.2	1.2	0.008	15	0.046	4.5	< 5
50	IB 3-25	29	5.2	0.067	9.6	0.57	5.1	0.82	3.7	17	2.5	1.4	1.4	0.020	13	0.044	3.8	< 5
51	IB 3-26	6.0	3.1	0.21	13	0.21	4.8	1.2	2.9	2.5	3.5	0.34	1.4	0.013	13	0.044	3.8	< 5
52	IB 3-27	11	4.9	0.067	12	0.58	4.9	0.85	3.3	13	2.2	1.8	1.8	0.013	13	0.32	1.7	< 5
53	IB 3-28	5.7	3.5	0.074	11	0.50	9.3	1.0	3.3	7.4	2.9	1.9	1.9	0.014	12	0.32	1.7	< 5
54	IB 3-29	8.4	3.8	0.064	8.0	0.73	6.8	1.2	2.8	12	2.5	2.7	2.7	0.011	11	0.86	1.3	< 5
55	IB 3-30	34	0.9	0.12	11	0.97	3.6	8.4	1.7	2.1	3.5	5.4	5.4	0.031	11	0.86	1.3	< 5
56	ZB 3-1	3.7	4.8	0.089	8.2	0.22	6.4	0.60	4.7	1.8	2.8	0.12	6	0.006	12	0.65	1.5	< 5
57	ZB 3-2	10.7	3.0	<0.05	-	0.47	4.8	1.88	3.0	3.4	2.1	0.11	8.3	0.006	10	0.65	1.5	< 5
58	ZB 3-3	11.6	3.1	<0.05	-	0.04	12.3	0.19	6.7	0.98	4.9	0.02	6.9	0.001	15	0.94	2.1	< 5
59	ZB 3-4	4.1	5.0	<0.05	-	<0.01	-	0.06	7.3	0.65	5.9	0.04	11	0.004	14	0.94	2.1	< 5
60	ZB 3-5	2.3	6.4	0.12	7.6	<0.01	-	0.04	8.1	0.67	3.4	0.25	5.1	0.001	-	0.93	1.7	< 5
61	ZB 3-6	5.0	4.1	<0.05	-	<0.01	-	0.06	7.3	0.22	7.6	0.03	11	0	13	33	1.7	< 5
62	ZB 3-7	6.6	3.7	0.058	12	0.39	8.8	0.28	4.3	1.1	3.2	2.3	2.4	0	-	1.5	1.5	< 5
63	ZB 3-8	16	3.8	<0.05	-	0.27	9.4	0.54	2.1	4.8	2.4	0.07	2.4	0	-	1.5	1.5	< 5
64	ZB 3-9	10.2	3.0	<0.05	-	0.081	9.8	1.07	1.5	0.50	2.2	0.64	0.64	0	-	0.58	4.2	< 5
65	ZB 3-10	3.6	5.1	0.063	9.7	0.081	9.0	0.47	4.2	1.4	3.6	0.7	0.7	0	-	0.19	1.4	< 5
66	ZB 3-11	1.1	6.1	0.052	13	0.52	4.6	3.00	2.0	4.1	2.2	0.7	0.7	0	-	0.063	4.2	< 5
67	ZB 3-12	0.82	9.9	0.057	12	0.30	6.4	0.53	3.6	1.79	4.1	0.7	0.7	0	-	0.051	4.4	< 5
68	ZB 3-13	0.50	13.8	0.59	3.6	<0.01	-	0.07	9.4	0.71	6	0.7	0.7	0	-	0.066	4.6	< 5
69	Ch R 3-1	23	5.2	0.26	4.9	0.76	4.6	0.55	2.5	6.1	2.5	< 0.001	-	0.15	2.3	1.81	1.7	< 5
70	Ch R 3-2	22	3.4	0.13	8.3	1.2	6.5	0.83	4.2	14	2.5	0.006	8.7	0.17	1.7	1.6	1.4	< 5
71	Ch R 3-3	18	2.9	0.13	9.2	1.7	6.0	1.7	1.8	5	2.5	0.011	13.1	0.38	2.1	1.7	0.6	< 5
72	Ch R 3-4	1.6	12.5	0.09	8.2	0.92	1.6	0.81	2.8	0.81	2.8	0.0060	9	0.17	1.8	1.48	1.4	< 5
73	Ch R 3-5	3.7	1.8	0.13	8.8	1.3	2.6	0.86	2	0.86	2	< 0.001	-	0.039	3.3	0.85	1.8	< 5
74	Ch R 3-6	17	4.1	0.36	3.8	1.6	7.2	0.81	2	0.81	2	0.012	10.6	0.14	3.9	1.4	1.4	< 5
75	Ch R 3-7	8.9	2.6	0.10	8.2	0.43	2.2	0.67	2.2	0.67	2.2	0.60	5.5	< 0.001	-	0.047	4.0	< 5
76	Ch R 3-8	3.0	3.0	0.08	7.1	0.16	5.1	0	0	0	0	1.0	3.8	0.003	14	0.041	2.9	< 5



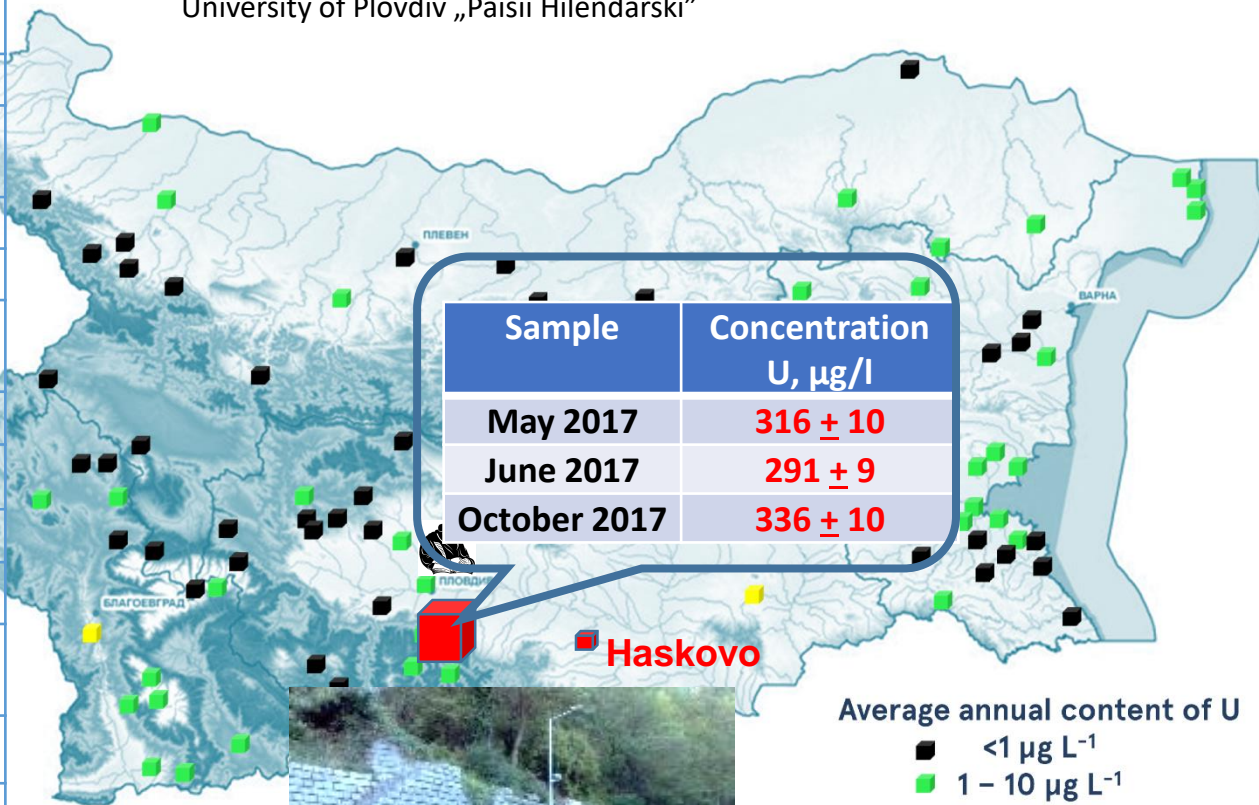
ИСТЕРИЯТА - УРАН ВЪВ ВОДАТА!

Determination of Uranium in tap and surface waters by ICP-MS

MU - Technological Center for Emergency Medicine, Medical University of Plovdiv

PU - Department of Analytical Chemistry and Computer Chemistry
University of Plovdiv „Paisii Hilendarski”

Tap water sample - place	Uranium, $\mu\text{g L}^{-1}$	
	MU	PU
April-May 2017		
Gorna Bania	0.03	0.03
Velingrad, St. Nicola	0.1	0.3
Velingrad	2.8	3.0
Velingrad, Devi	0.70	0.80
Haskovo, Ovcharski	12.6	11.4
Haskovo, Druzhiba	11.5	12.8
Haskovo, Kenana	13.6	13.4
Haskovo, Orfey	15.1	15.8
Haskovo, Badem	22.9	24.8
Haskovo, Bolyarovo	37.4	37.0
Haskovo, Hisar	50.3	49.9
Haskovo, April 2017	101.6	102.2



Average annual content of U

- $< 1 \mu\text{g L}^{-1}$
- $1 - 10 \mu\text{g L}^{-1}$
- $10 - 15 \mu\text{g L}^{-1}$

Regulations $> 30 \mu\text{g L}^{-1}$



Тунел

ДОСТОВЕРНО ЛИ Е???

КАЧЕСТВО В АНАЛИТИКАТА

- В резултат на аналитичното измерване очакваме **достоверна и обективна информация** за състава и строежа на веществото.
- **ТОЧНО** оценяваме измерваната величина
 - ако друг я измери, ще получи **СЪВМЕСТИМИ РЕЗУЛТАТИ** (**compatibility of measurement results**)
- **Неопределеността** удовлетворява клиента
Може да се вземе решение въз основа на анализа.

~~СРАВНИМИ РЕЗУЛТАТИ~~

указани
ИЗИСКВАНИЯ

How much there is?
and
How much
we estimate?

Any measurement
result is only
known within
the limits of its
uncertainty!

ДОСТОВЕРНО ЛИ Е???

ВСТЪПИТЕЛНО ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДА ИЗМЕРВАШ Е ЛЕСНО!

ВСЕКИ МОЖЕ ДА ИЗМЕРВА.

ПРОБЛЕМЪТ Е:

ДОВЕРИЕТО В РЕЗУЛТАТА ?!!

Токсиколог за урана: Говори се, установява се, че ... - На...

www.haskovo.net/.../Toksikolog-za-urana--Govori-se--ustanovyav... ▼ Translate this page

Apr 25, 2017 - Хората от районите с открит уран във водата не бива да се ... щом като тази истерия с урана във водата бе изкарана тогава когато ... Вярно ли е, че в Хасково най-употребяваната напитка станала УРАНжадата.

Is this a FAKE NEWS ??

Таско Ерменков: Казаха ми, че от седмица из София се

<https://www.actualno.com> > България > Общество ▼ Translate this page

Таско Ерменков: Казаха ми, че от седмица из София се носи информация за замърсената вода. 20.05.2018 18:30 4143 2. photo of Таско Ерменков: ...

ВСТЪПИТЕЛНО ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДА ИЗМЕРВАШ Е ЛЕСНО!

ВСЕКИ МОЖЕ ДА ИЗМЕРВА.

ПРОБЛЕМЪТ Е:

ДОВЕРИЕТО В РЕЗУЛТАТА ?!!

1. НАДЕЖДНА АПАРАТУРА
2. ПОДХОДЯЩИ МЕТОДИ
3. ПОДГОТВЕНИ СПЕЦИАЛИСТИ

~~IS THIS A FAKE NEWS??~~

валидиране
проверка дали определените
изисквания са подходящи за
предвидената употреба



ВСТЪПИТЕЛНО ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДА ИЗМЕРВАШ Е ЛЕСНО!

ВСЕКИ МОЖЕ ДА ИЗМЕРВА.

ПРОБЛЕМЪТ Е:

ДОВЕРИЕТО В РЕЗУЛТАТА ?!!

1. НАДЕЖДНА АПАРАТУРА

2. ПОДХОДЯЩИ МЕТОДИ

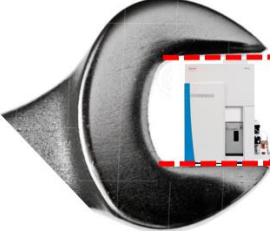
3. ПОДГОТВЕНИ СПЕЦИАЛИСТИ

~~Is this a FAKE NEWS??~~

валидиране

проверка дали определените изисквания са подходящи за предвидената употреба



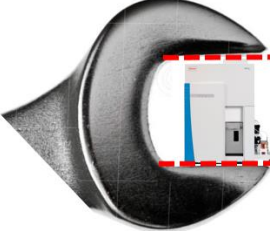


НАДЕЖДНА АПАРАТУРА



Factor	Flame AA	GFAAS	Radial ICP-OES	Axial ICP-OES	ICP-MS
Detection Limits	○	⊙	○	⊙	●
Accuracy/Precision	⊙	○	○	○	○
Concentration Range	⊙	●	○	○	⊙
Sample Volume	○	●	○	○	○
Elements per sample	⊙	●	○	○	⊙
Operator Expertise	●	⊙	○	○	⊙
Purchase price	●	⊙	○	○	⊙

● - Much better ⊙ - Better ○ - Average ⊙ - Poorer ● - Much poorer



НАДЕЖДНА АПАРАТУРА

No	Time	Sample Type	Label	75As (KED) [ppb]	103Rh (KED)
1	3/23/2016 5:51:06 AM	UNKNOWN	Prime	0.001	98.2%
2	3/23/2016 5:52:44 AM	UNKNOWN	Prime	-0.001	99.7%
3	3/23/2016 5:54:18 AM	BLK		0.000	100.0%
4	3/23/2016 5:55:53 AM	STD			
11	3/23/2016 6:06:55 AM	UNKNOWN		0.002	100.1%
12	3/23/2016 6:08:30 AM	QC -		OR 5.056 (101.1%)	99.4%
13	3/23/2016 6:10:04 AM	QC -		CVS	99.1%
14	3/23/2016 6:11:40 AM	QC - ICV	5.00 ppb CVS	5.069 (101.4%)	101.4%
15	3/23/2016 6:13:14 AM	QC - ICB	Blank (undigested)	0.001	
42	3/23/2016 6:55:57 AM	UNKNOWN	28370900	QC FAIL	
43	3/23/2016 6:57:33 AM	UNKNOWN	28370904	7.731	
44	3/23/2016 6:59:08 AM	UNKNOWN	28370908	QC FAIL	
45	3/23/2016 7:00:43 AM	UNKNOWN	28370912	QC FAIL	93.1%
46	3/23/2016 7:02:17 AM			96.293	96.1%
47	3/23/2016 7:03:54 AM			100.667	96.0%
47				103.565	95.1%
47				102.122 E	94.7% E
47				97.768	97.0%
Mean:				100.667	96.0%
RSD [%]:				4.1	1.4
SD:				4.1	1.3%

No	Time	Sample Type	Label	75As (KED) [ppb]	103Rh (KED)
48	3/23/2016 7:05:29 AM	UNKNOWN	28370933	97.436	96.7%
49	3/23/2016 7:07:03 AM	UNKNOWN	28370936	OR 265.522	W 76.8%
50	3/23/2016 7:08:39 AM	UNKNOWN	28370940	OR 268.350	W 76.8%
51	3/23/2016 7:10:14 AM	UNKNOWN	28370955	OR 267.958	W 77.7%
52	3/23/2016 7:11:48 AM	QC - CCB	Blank (undigested)	-0.001	106.1%
53	3/23/2016 7:13:25 AM	QC - CCV	5.00 ppb CVS	OR 5.134 (102.7%)	107.6%
54	3/23/2016 7:15:00 AM	QC - CCV	0.500 ppb Hg CVS	0.001	105.6%
55	3/23/2016 7:16:35 AM	UNKNOWN	28371046	14.612	98.2%
56	3/23/2016 7:18:11 AM	UNKNOWN	28371071	16.840	98.5%

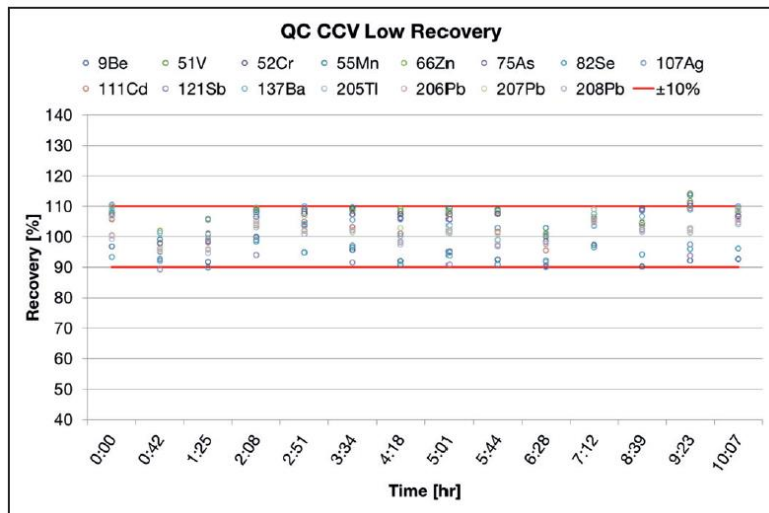
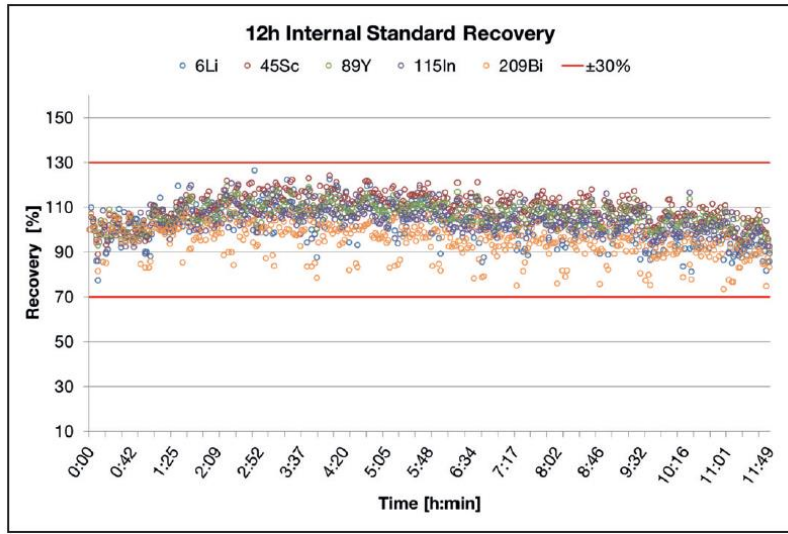
Over Range

QC Failure

User Modified Value

Excluded Value

QC War



ВСТЪПИТЕЛНО ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДА ИЗМЕРВАШ Е ЛЕСНО!

ВСЕКИ МОЖЕ ДА ИЗМЕРВА.

ПРОБЛЕМЪТ Е:

ДОВЕРИЕТО В РЕЗУЛТАТА ?!!

1. НАДЕЖДНА АПАРАТУРА
2. ПОДХОДЯЩИ МЕТОДИ
3. ПОДГОТВЕНИ СПЕЦИАЛИСТИ

~~Is this a FAKE NEWS??~~

валидиране
проверка дали определените
изисквания са подходящи за
предвидената употреба





US EPA Method 200.7 using the Thermo Scientific iCAP 7600 ICP-OES Duo

James Hennen, Applications Chemist, Thermo Fisher Scientific, Cambridge, UK

US EPA SW-846 Method 6010c using the Thermo Scientific iCAP 7400 ICP-OES Duo

James Hennen, Applications Chemist, Thermo Fisher Scientific, Cambridge, UK

Multi-element determination in food samples using the Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS

Simon Lofthouse, Thermo Fisher Scientific, UK

...tal analysis, SW-846 method 6010c, US EPA

...tion note describes the performance of the Thermo Scientific™ ICP-OES Duo for the analysis of environmental sample types



Key Words

iCAP Q, Food, ICP-MS, KED, Multi-Element

Goal

To demonstrate how simultaneous determination of all elements of interest in a wide range of food samples can be efficiently and rapidly performed using the iCAP Q ICP-MS.

Introduction

During the last decade the measurement of toxic, essential and nutritional elements in food has become a major topic of public interest. Intergovernmental bodies sponsored by the Food and Agricultural Organisation and the World Health Organisation are responsible for developing standard test methods for the analysis of food samples. Alongside this regulatory compliance it is necessary to monitor potentially toxic contaminants that could potentially enter the food chain via a series of pathways including, but not limited to, industrial pollution or environmental contamination. Once toxic elements are in the food chain, they can pose significant health risks. For these reasons, it is essential to have a simple, robust, multi-elemental analysis method for major and minor concentrations of elements in food. The elemental and dynamic range of ICP-MS makes it particularly suited to the analysis of food, simultaneously determining trace level contaminants and macro level nutrients.

Sample and calibration solution preparation

A set of 80 food samples including cereal, seafood and dairy products, alongside certified reference materials (Rice Flour IRMM-804 and Chicken NCS ZC73016), were prepared to evaluate the proposed ICP-MS method. Approximately 0.5g of sample was acid digested using a mixture of HNO₃ and HCl in a closed vessel microwave



Instrument configuration

A Thermo Scientific iCAP Qc ICP-MS was used for all measurements. The sample introduction system used consisted of a Peltier cooled (3 °C), baffled cyclonic spray chamber, PFA nebulizer and quartz torch with a 2.5 mm i.d. removable quartz injector. The instrument was operated in a single collision cell mode, with kinetic energy discrimination (KED), using pure He as the collision gas. All samples were presented for analysis using a SC4 DX autosampler from Elemental Scientific (Omaha, NE, USA).



Cadmium Determination in Crab Meat using Graphite Furnace Atomic Absorption Spectroscopy

Dr Anastasia Gadzhieva, AA Applications Chemist, Thermo Fisher Scientific, Cambridge, UK

...eat, Food



Method Guide: 40184

Atomic Absorption Full Method Sn in Canned Fruit Juice

Simplified analysis of trace elements in gasoline with the Thermo Scientific iCAP 7000 Plus Series ICP-OES

Analysis of elemental contaminants in beverages using the Thermo Scientific iCAP 7200 ICP-OES Duo

US EPA SW-846 Method 6020B using the iCAP RQ ICP-MS

Determination of toxic and nutritional elements in cereal and other plant seeds using the Thermo Scientific iCAP 7400 ICP-OES Duo

Determination of copper in soil using the Thermo Scientific ICE FIOS AAS

Nanoparticle Characterization Via Single Particle Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry (spICP-MS) Using a Dedicated Plug-in for Qtegra ISDS Software

Daniel Kutscher, Julian D. Wills, Shona McSheehy Ducos
Thermo Fisher Scientific, Bremen, Germany





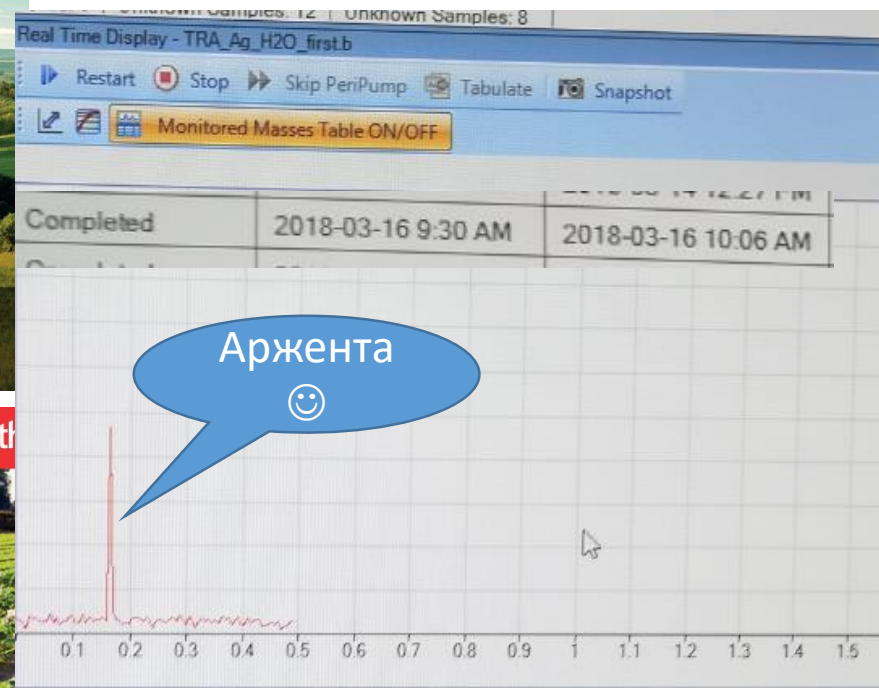
ФОНД
НАУЧНИ
ИЗСЛЕДВАНИЯ

МИНИСТЕРСТВО НА ОБРАЗОВАНИЕТО И НАУКАТА

Investigation of **N**ano-sized materials by **I**nnovative Spectrochemical **A**nalysis

ФНИ ДН 19/9 2017

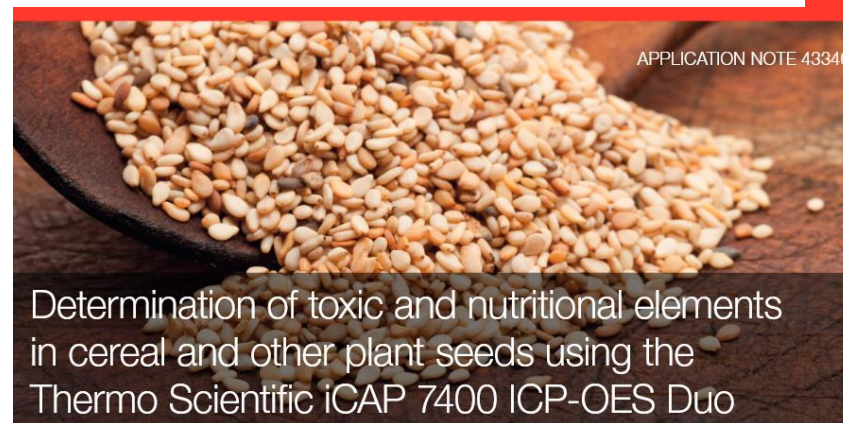
INISA



Аржента



Determination of copper in soil using the Thermo Scientific ICE FIOS AAS



APPLICATION NOTE 43346

Determination of toxic and nutritional elements in cereal and other plant seeds using the Thermo Scientific iCAP 7400 ICP-OES Duo

Nanoparticle Characterization Via Single Particle Inductively Coupled Plasma – Mass Spectrometry (spICP-MS) Using a Dedicated Plug-in for Qtegra ISDS Software

Daniel Kutscher, Julian D. Wills, Shona McSheehy Ducos
Thermo Fisher Scientific, Bremen, Germany

Technical Note 43279



ВСТЪПИТЕЛНО ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДА ИЗМЕРВАШ Е ЛЕСНО!

ВСЕКИ МОЖЕ ДА ИЗМЕРВА.

ПРОБЛЕМЪТ Е:

ДОВЕРИЕТО В РЕЗУЛТАТА ?!!

1. НАДЕЖДНА АПАРАТУРА
2. ПОДХОДЯЩИ МЕТОДИ
3. **ПОДГОТВЕНИ**
СПЕЦИАЛИСТИ

~~Is this a FAKE NEWS??~~

валидиране

проверка дали определените изисквания са подходящи за предвидената употреба





**ПРЕДВИДЕНА
УПОТРЕБА**



FIT FOR PURPOSE ВАЛИДИРАНЕ

валидиране

проверка дали определените изисквания са подходящи за предвидената употреба

Как аналитичните характеристики на метода съответстват на **ИЗИСКВАНИЯТА** на предвидената употреба

FIT FOR PURPOSE

ИЗИСКВАНИЯ
КЪДЕ ДА ГИ НАМЕРИМ ?

- Приложимост
- СЕЛЕКТИВНОСТ
- КАЛИБРИРАНЕ
- Истинност
- **Точност**
- Прецизност
- Аналитичен добив
- Обхват
- Граница на откриване
- **Граница на определяне**
- Чувствителност
- Преносимост
- Устойчивост
- Fitness for purpose
- Матрични вариации
- **НЕОПРЕДЕЛЕНОСТ**

<http://eur-lex.europa.eu/advanced-search-form.html>

<http://eur-lex.europa.eu/>

§ 2. С наредбата се създават условия

1. Регламент (ЕО) № 1881/2006

2. Регламент (ЕО) № 2073/2005

3. Регламент (ЕО) № 401/2006.

4. Регламент (ЕО) № 1882/200

5. Регламент (ЕО) № 333/200

6. Регламент (ЕО) № 252/200

ИЗИСКВАНИЯ

КЪДЕ ДА ГИ НАМЕРИМ ?



EUROPA > EU law and publications > EUR-Lex > EUR-Lex - 02006R1881-20180319 - EN

[Home](#) | [Official Journal](#) | [EU law and related documents](#) | [National law](#) | [Legislative procedures](#) | [More](#)

<http://eur-lex.europa.eu/>

[?](#) [📄](#) [★ Share](#)

Document 02006R1881-20180319 > [📄 Save to My items](#) | [🔗 Permanent link](#) | [📄 Download notice](#)

Text | **Document information** | [Collapse all](#) | [Expand all](#)

Title and reference

Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs (Text with EEA relevance)

Languages and formats available

	BG	ES	CS	DA	DE	ET	EL	EN	FR	GA	HR	IT	LV	LT	HU	MT	NL	PL	PT	RO	SK	SL	FI	SV
HTML																								
PDF																								

Multilingual display

Language 1 | Language 2 | Language 3



ЧЕТЕТЕ АНГЛИЙСКАТА И БЪЛГАРСКА ВЕРСИИ

20.12.2006 | EN | Official Journal of the European Union | L 364/5

COMMISSION REGULATION (EC) No 1881/2006
of 19 December 2006
setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs

(Text with EEA relevance)

THE COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES,

Having regard to the Treaty establishing the European Community,
Having regard to Council Regulation (EEC) No 315/93 of 8 February 1993
laying down Community procedures for contaminants in food (1), and in
particular Article 2(3) thereof,

Whereas:

13 / 58 | BG | Официален вестник на Европейския съюз | 3
32006R1881

L 364/5 | ОФИЦИАЛЕН ВЕСТНИК НА ЕВРОПЕЙСКИЯ СЪЮЗ

РЕГЛАМЕНТ (ЕО) № 1881/2006 НА КОМИСИЯТА
от 19 декември 2006 година
за определяне на максимално допустимите количества на някои
замърсители в храните

(текст от значение за ЕИП)

КОМИСИЯТА НА ЕВРОПЕЙСКИТЕ ОБЩНОСТИ,

като взе предвид Договора за създаване на Европейската
общност,



(d) the analytical limit of quantification.

2. The specific concentration or dilution factors for the drying, dilution, processing and/or mixing operations concerned or for the dried, diluted, processed and/or compound foodstuffs concerned shall be provided and justified by the food business operator, when the competent authority carries out an official control.

If the food business operator does not provide the necessary concentration or dilution factor or if the competent authority deems that factor inappropriate in view of the justification given, the authority shall itself define that factor, based on the available information and with the objective of maximum protection of human health.

г) аналитичната граница на количествената оценка.

2. Когато компетентните органи провеждат официален контрол, ръководителите на хранителни предприятия предоставят и обосновават специфичните коефициенти на концентрация или разтваряне за съответните процеси на сушене, разтваряне, преработка и/или смесване или за съответните изсушени, разтворени, преработени и/или съставни храни.

Ако ръководителите на хранителни предприятия не предоставят необходимия коефициент на концентрация или разтваряне или ако компетентният орган счете, че коефициентът е неподходящ предвид дадената обосновка, органът сам определя този коефициент на базата на наличната информация и с цел максимална защита на човешкото здраве.





ПРОВЕРЕТЕ АКТУАЛНИТЕ ИЗМЕНЕНИЯ

BG

Официален вестник на Европейския съюз

РЕГЛАМЕНТ (ЕС) 2015/1005 НА КОМИСИЯТА

от 25 юни 2015 година

за изменение на Регламент (ЕО) № 1881/2006 по отношение на максимално допустимите количества олово в някои храни

BG

Официален вестник на Европейския съюз

РЕГЛАМЕНТ (ЕС) 2015/1006 НА КОМИСИЯТА

от 25 юни 2015 година

за изменение на Регламент (ЕО) № 1881/2006 по отношение на максимално допустимите количества на неорганичен арсен в храните

BG

Официален вестник на Европейския съюз

РЕГЛАМЕНТ (ЕС) № 488/2014 НА КОМИСИЯТА

от 12 май 2014 година

за изменение на Регламент (ЕО) № 1881/2006 по отношение на максимално допустимите количества кадмий в храните



My saved items - Veso_Kmetov_selected

? PDF Print Share

Back to folders list | Delete selected

Select all / Deselect all

Send selected by e-mail

Items 1 – 4 of 4 [Export selection](#)/[Export all](#)

1

- Consolidated text: Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs (Text with EEA relevance)

Direct text access:

Author: *Not available*

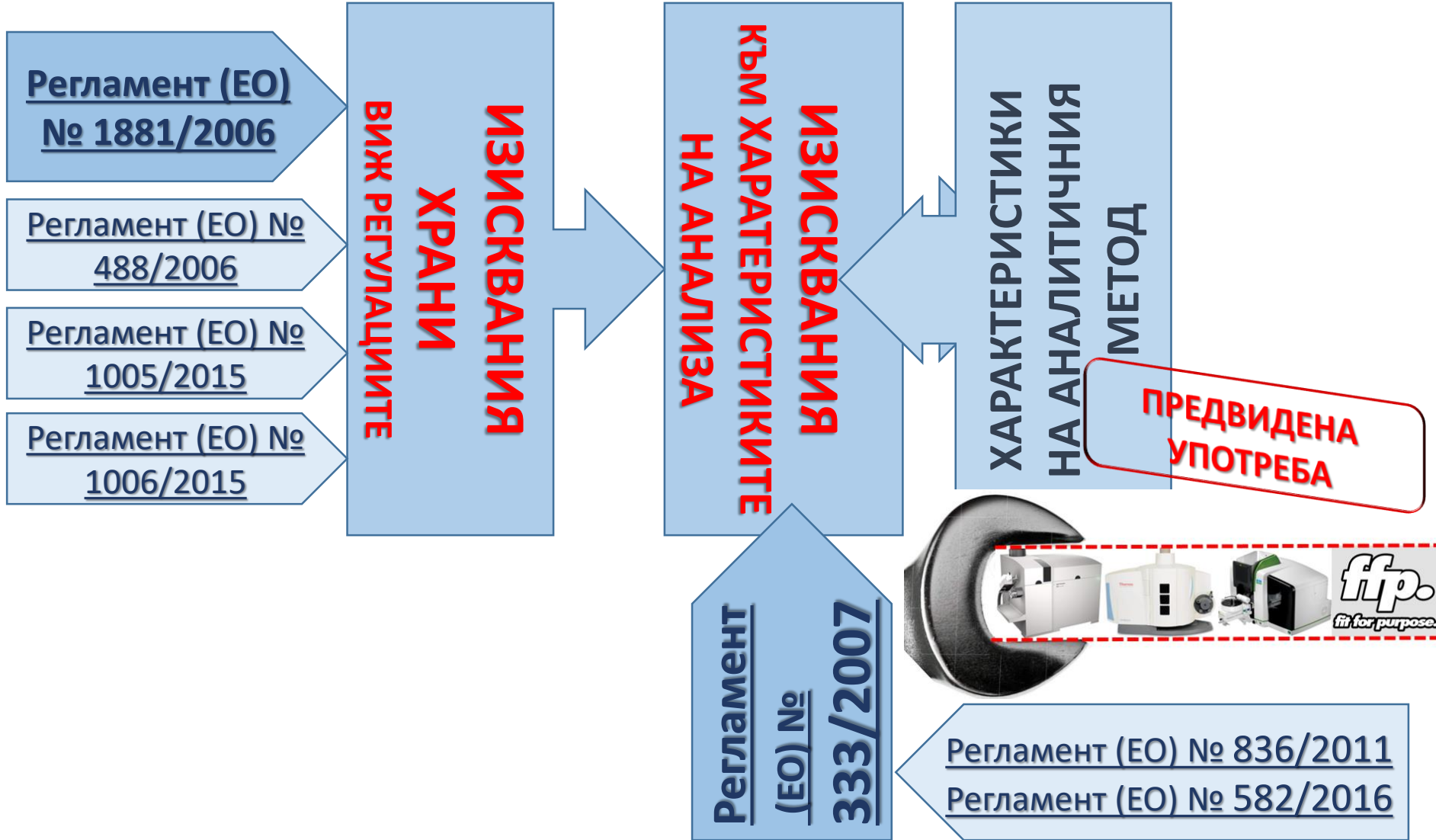
Date of document: 19/03/2018

CELEX number: 02006R1881-20180319

Form: Consolidated text



КАЧЕСТВЕН ЛИ Е АНАЛИЗА НА ХРАНИ?



РЕГЛАМЕНТ (ЕО) № 333/2007 НА КОМИСИЯТА

от 28 март 2007 г.

за установяване на методите за вземане на проби и за анализ за целите на контрола на количествата на микроелементите и замърсителите при преработката в храни

Изменен със:

Регламент (ЕС) № 836/2011 на Комисията от 19 август 2011 г.

Регламент (ЕС) 2016/582 на Комисията от 15 април 2016 г.



Критерии за оценка

Когато на равнището на Европейския съюз не са предписани специфични методи за определянето на съдържанието на замърсители в храни, **лабораториите могат да изберат всеки друг валидиран метод на анализ за съответната матрица, при условие че избраният метод отговаря на специфичните критерии за оценка, посочени в таблици 5, 6 и 7.**

Препоръчва се да се използват напълно валидирани методи (т.е. методи, валидирани посредством съвместно изпитване за съответната матрица), когато това е възможно и целесъобразно. Други подходящи валидирани методи (напр. вътрешно валидирани методи за съответната матрица) също могат да се използват, при условие че изпълняват критериите за оценка, установени в таблици 5, 6 и 7.

При възможност валидирането на вътрешно валидирани методи включва **сертифициран референтен модел.**

↑
материал

Таблица 5

Регламент (ЕО) № 333 2016/582

Параметър	Критерий				
Приложимост	Храни, посочени в Регламент (ЕО) № 1881/2006				
Специфичност	Без матрични или спектрални пречения				
Повторяемост (RSD _r)	HORRAT _r по-малки от 2				
Възпроизводимост (RSD _R)	HORRAT _R по-малки от 2				
Възстановяване	Прилагат се разпоредбите на точка Г.1.2				
LOD	= три десети от LOQ				
LOQ	Неорганичен калай	≤ 10 mg/kg			
	Олово	МДК ≤ 0,01 mg/kg	0,01 < МДК ≤ 0,02 mg/kg	0,02 < МДК < 0,1 mg/kg	МДК ≥ 0,1 mg/kg
		≤ МДК	≤ две трети от МДК	≤ две пети от МДК	≤ една пета от МДК
	Кадмий, живак, неорганичен арсен	МДК е < 0,100 mg/kg		МДК е ≥ 0,100 mg/kg	
≤ две пети от МДК		≤ една пета от МДК			

**ПРЕДВИДЕНА
УПОТРЕБА**



РЕГЛАМЕНТ (ЕС) № 836/2011 НА КОМИСИЯТА

от 19 август 2011 година

за изменение на Регламент (ЕО) № 333/2007 за определяне на методите за вземане на проби и анализ за официалния контрол върху съдържанието на олово, кадмий, живак, неорганичен калай, 3-MCPD и бензо[а]пирен в храни

**ПРЕДВИДЕНА
УПОТРЕБА**

Подход „пригодност към целта“

За вътрешно валидираните методи може да се използва подход „пригодност към целта“ (*) като алтернативно средство за оценка на тяхната пригодност за официален контрол. Методите, които са подходящи за целите на официалния контрол, трябва да дават резултати с комбинирана стандартна неопределеност (u), по-ниска от максималната стандартна неопределеност, изчислена чрез следната формула:

$$U_f = \sqrt{(\text{LOD}/2)^2 + (\alpha C)^2}$$

където:

- U_f е максималната стандартна неопределеност ($\mu\text{g}/\text{kg}$).
- LOD е границата на откриване на метода ($\mu\text{g}/\text{kg}$). LOD трябва да отговаря установени в точка В.3.3.1 за определената концентрация.
- C е определената концентрация ($\mu\text{g}/\text{kg}$).
- α е числен коефициент, използван в зависимост от стойността на C . Стойностите, които следва да се използват, са посочени в таблица 8.

C ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	α
≤ 50	0,2
51—500	0,18
501—1 000	0,15
1 001—10 000	0,12
$> 10\ 000$	0,1

КАЧЕСТВЕН ЛИ Е
АНАЛИЗЪТ НА ВОДИ?



water framework

<http://eur-lex.europa.eu/>

ROPA > EU law and publications > EUR-Lex > Search results

ne Official Journal EU law and related documents National law Legislative procedures More

- ***Directive 2008/105/EC* of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy, amending and subsequently repealing Council *Directives* 82/176/EEC, 83/513/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC, 86/280/EEC and amending *Directive* 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council**

OJ L 348, 24.12.2008, p. 84-97 (BG, ES, CS, DA, DE, ET, EL, EN, FR, IT, LV, LT, HU, MT, NL, PL, PT, RO, SK, SL, FI, SV)


This document has been published in a special edition(s) (HR)

Direct text access:  

Author: European Parliament, Council of the European Union

CELEX number: 32008L0105

Date of document: 16/12/2008

 In force

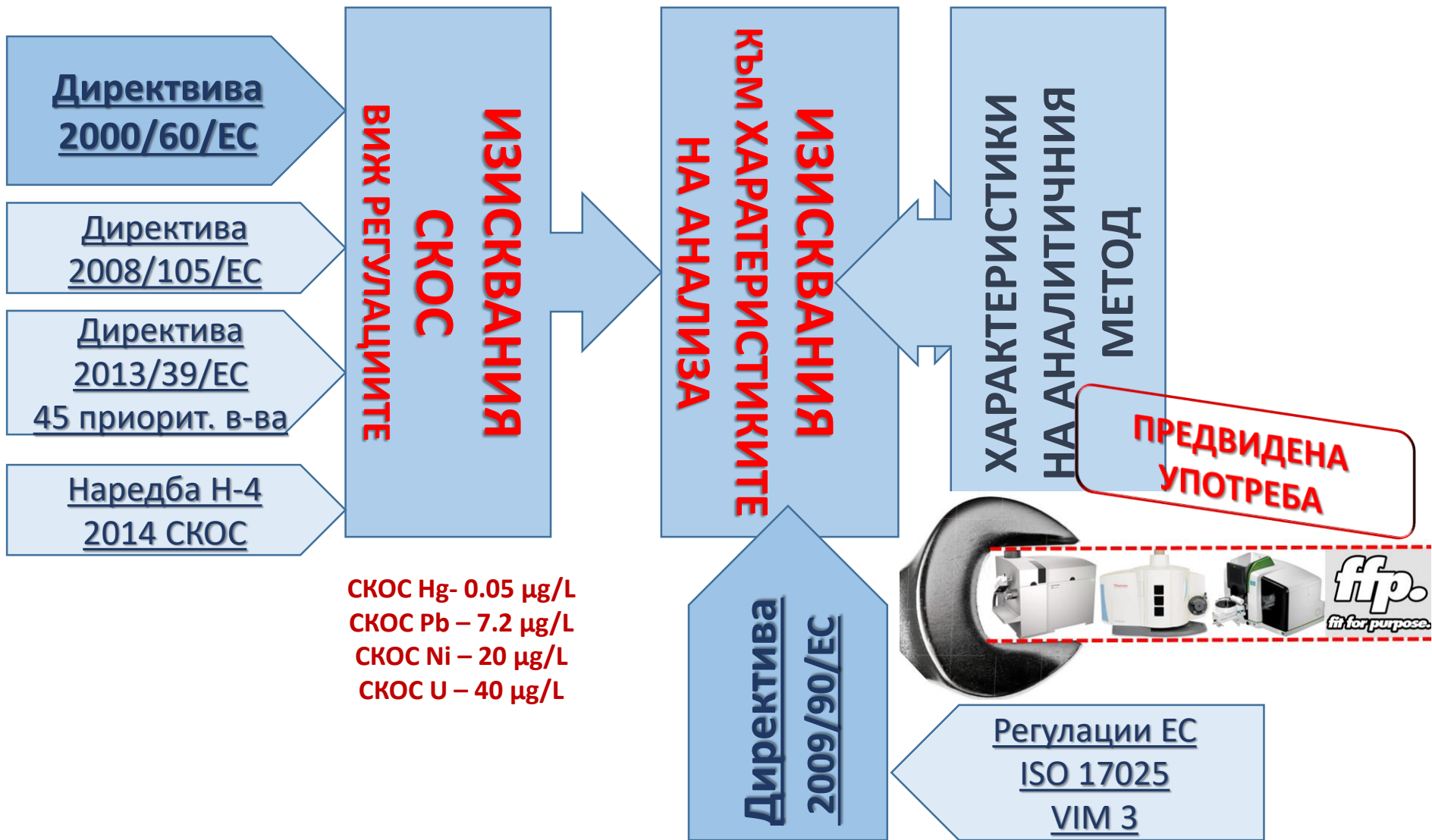
Form: Directive

Latest consolidated version:

[02008L0105-20130913](#)



КАЧЕСТВЕН ЛИ Е АНАЛИЗЪТ НА ВОДИ?



КАЧЕСТВЕН ЛИ Е АНАЛИЗЪТ НА ВОДИ?



Валидиране

проверка дали определените изисквания са подходящи за предвидената употреба

To fulfil **validation** requirements, all methods should meet:

- certain **minimum performance criteria**, including rules on **the uncertainty of measurements** and on the **LOQ** of the methods.
- the practices set out in **EN ISO/IEC-17025** are appropriate
- participation in internationally or nationally recognised **proficiency testing programs** (ISO – 13528)
- use of available reference materials **CRM**

Directive
2009/90/EC

Регулации ЕС
ISO 17025
VIM 3



КАЧЕСТВЕН ЛИ Е АНАЛИЗЪТ НА ВОДИ?

валидиране

проверка дали определените изисквания са подходящи за предвидената употреба

minimum performance criteria

- an **uncertainty** of measurement of 50 % or below ($k=2$) estimated at the level of relevant EQS

Directive
2009/90/EC

$$U (k=2) \leq \frac{1}{2} EQS$$

- a **limit of quantification** equal or below a value of 30 % of the relevant EQS

$$LOQ \leq 0.3 EQS$$

Регулации ЕС
ISO 17025
VIM 3

РАЗРЕШЕНИЕ ЗА ПРЕДОСТАВЯНЕ ПРАВО НА ПОЛЗВАНЕ НА БЪЛГАРСКИ СТАНДАРТИ

Българският институт за стандартизация дава разрешение за право на възпроизвеждане на Химически факултет на ПУ "П. Хилендарски" на едно допълнително копие от следните закупени български стандарти: СД Ръководство 99 на ISO/IEC:2014, СД Ръководство 99 на ISO/IEC:2014/ Поправка 1:2015 и БДС EN ISO/IEC 17025:2018 с учебна цел.

БИС не носи отговорност за качеството на направените копия.


ТАКСА

БИС получава такса в размер на 51,22 лв.

УСЛОВИЯ ЗА ПОЛЗВАНЕ

Клиентът приема, че стандартите не са предназначени за по-нататъшна продажба. Организацията, получаваща разрешение, не е упълномощена да предоставя разрешителното или правата и задълженията, произтичащи от настоящото споразумение, на трети страни.



 БЪЛГАРСКИ ИНСТИТУТ ЗА СТАНДАРТИЗАЦИЯ	БЪЛГАРСКИ СТАНДАРТИЗАЦИОНЕН ДОКУМЕНТ	СД Ръководство 99 на ISO/IEC
	МЕЖДУНАРОДЕН РЕЧНИК ПО МЕТРОЛОГИЯ Основни и общи понятия и свързани термини (VIM)	
ICS 17.020; 01.040.17 International vocabulary of metrology — Basic and general concepts and associated terms (VIM) Vocabulaire international de métrologie — Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM) Този стандартизационен документ е официално издание на български език на ISO/IEC Ръководство 99:2007.		

Януари 2018

 БЪЛГАРСКИ ИНСТИТУТ ЗА СТАНДАРТИЗАЦИЯ	БЪЛГАРСКИ СТАНДАРТ	БДС EN ISO/IEC 17025
	ОБЩИ ИЗИСКВАНИЯ ЗА КОМПЕТЕНТОСТТА НА ЛАБОРАТОРИИ ЗА ИЗПИТВАНЕ И КАЛИБРИРАНЕ (ISO/IEC 17025:2017)	
ICS 03.120.20 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories (ISO/IEC 17025:2017) Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien (ISO/IEC 17025:2017) Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais (ISO/IEC 17025:2017) Заменя: БДС EN ISO/IEC 17025:2006 БДС EN ISO/IEC 17025/AC:2006, БДС EN ISO/IEC 17025:2006+AC:2006, БДС ISO/IEC 17025:2017 Европейският стандарт EN ISO/IEC 17025:2017 има статут на български стандарт от 2018-01-15. Този стандарт е официално издание на български език на европейския стандарт EN ISO/IEC 17025:2017.		

non-negative parameter characterizing the dispersion of the [quantity values](#) being attributed to a [measurand](#), based on the information used

— Notes

NOTE 1 Measurement uncertainty includes components arising from systematic effects, such as components associated with [corrections](#) and the assigned quantity values of [measurement standards](#), as well as the [definitional uncertainty](#). Sometimes estimated systematic effects are not corrected for but, instead, associated measurement uncertainty components are incorporated.

NOTE 2 The parameter may be, for example, a standard deviation called [standard measurement uncertainty](#) (or a specified multiple of it), or the half-width of an interval, having a stated [coverage probability](#).

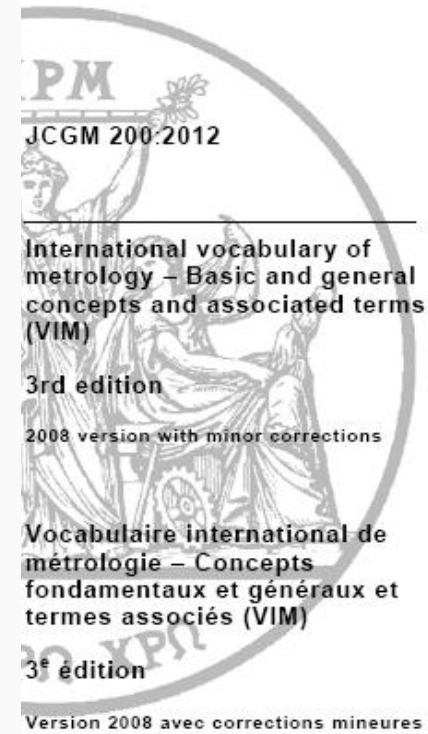
NOTE 3 Measurement uncertainty comprises, in general, many components. Some of these may be evaluated by [Type A evaluation of measurement uncertainty](#) from the statistical distribution of the quantity values from series of [measurements](#) and can be characterized by standard deviations. The other components, which may be evaluated by [Type B evaluation of measurement uncertainty](#), can also be characterized by standard deviations, evaluated from probability density functions based on experience or other information.

NOTE 4 In general, for a given set of information, it is understood that the measurement uncertainty is associated with a stated quantity value attributed to the measurand. A modification of this value results in a modification of the associated uncertainty.

— Annotations

ANNOTATION (informative) [5 December 2013] Measurement uncertainty is part of a measurement result, which is an outcome of a measurement. "non-negative" means "zero or positive". The "information used" in the definition is the information obtained from performing the measurement.

ANNOTATION (informative) [5 December 2013] A simplified equivalent wording of the definition is "non-negative parameter characterizing the dispersion of the values being attributed to a measurand, based on the information used."



2.13 (3.5)

точност на измерване

точност

близост на **измерената стойност** и на **истинската стойност** на измерваната величина

2.14

истинност на измерване

истинност

близост на средноаритметичното на безкраен брой повторно измерени стойности на величината и референтната стойност на величината

2.15

прецизност на измерване

прецизност

близост на **индикациите** или **измерените стойности**, получени чрез повторни измервания на същите или подобни обекти при определени условия

2.26 (3.9)

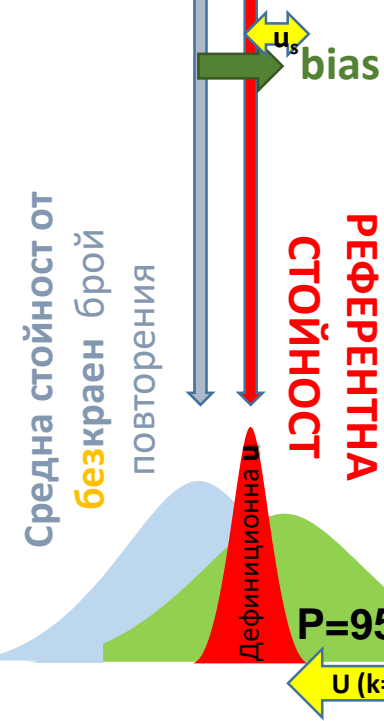
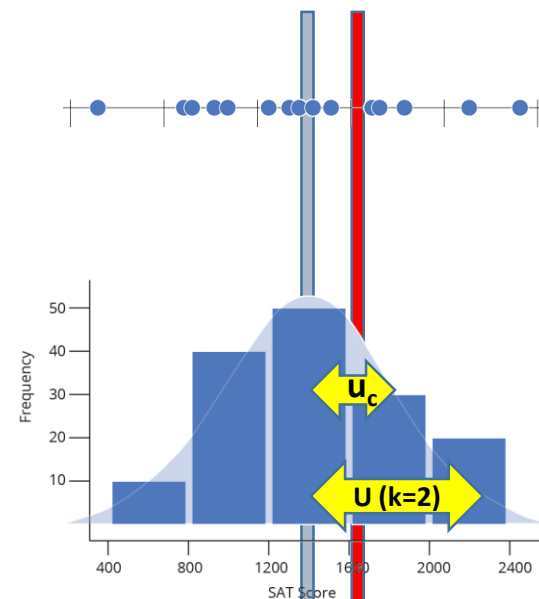
неопределеност на измерване

неопределеност

неотрицателен параметър, който характеризира дисперсията на **стойностите**, приписани на **измерваната величина**, на основата на използваната информация

How much there is?
and
How much we estimate?

Any measurement result is only known within the limits of its **uncertainty!**



КОМБИНИРАНА НЕОПРЕДЕЛЕНОСТ



EURACHEM/CITAC Guide

Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

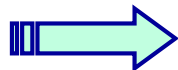
$$u_c(Y) = \sqrt{\sum \left(\frac{\partial f}{\partial X_i} \right)^2 \cdot u_{X_i}^2}$$

$$Y = (X_1 + X_2)$$
$$Y = (X_1 - X_2)$$



$$u_c(Y) = \sqrt{u_{X_1}^2 + u_{X_2}^2}$$

$$Y = (X_1 * X_2)$$
$$Y = (X_1 / X_2)$$



$$\frac{u_{C(Y)}}{Y} = \sqrt{\left(\frac{u_{X_1}}{X_1} \right)^2 + \left(\frac{u_{X_2}}{X_2} \right)^2}$$

8.2.2. The general relationship between the combined standard uncertainty $u_c(y)$ of a value y and the uncertainty of the independent parameters x_1, x_2, \dots, x_n on which it depends is

$$u_c(y(x_1, x_2, \dots)) = \sqrt{\sum_{i=1, n} c_i^2 u(x_i)^2} = \sqrt{\sum_{i=1, n} u(y, x_i)^2}^*$$

where $y(x_1, x_2, \dots)$ is a function of several parameters x_1, x_2, \dots , c_i is a sensitivity coefficient evaluated as $c_i = \partial y / \partial x_i$, the partial differential of y with respect to x_i and $u(y, x_i)$ denotes the uncertainty in y arising from the uncertainty in x_i .

Table 6.5 Expressions for combining standard uncertainties (c.f. equation (6.11))

Equation for calculating result, y	Combined uncertainty	
$y = a + b$	$u(y) = \sqrt{u(a)^2 + u(b)^2}$	
$y = a - b$	$u(y) = \sqrt{u(a)^2 + u(b)^2}$	
$y = a \times b$	$u(y) = y \times \sqrt{\left(\frac{u(a)}{a}\right)^2 + \left(\frac{u(b)}{b}\right)^2}$	(6.13)
$y = \frac{a}{b}$	$u(y) = y \times \sqrt{\left(\frac{u(a)}{a}\right)^2 + \left(\frac{u(b)}{b}\right)^2}$	
$y = Bx$	$u(y) = B \times u(x)$	(6.14) ^a
$y = a^n$	$u(y) = y \times n \times \frac{u(a)}{a}$	(6.15)

^aIn equation (6.14), B is a constant with no uncertainty.

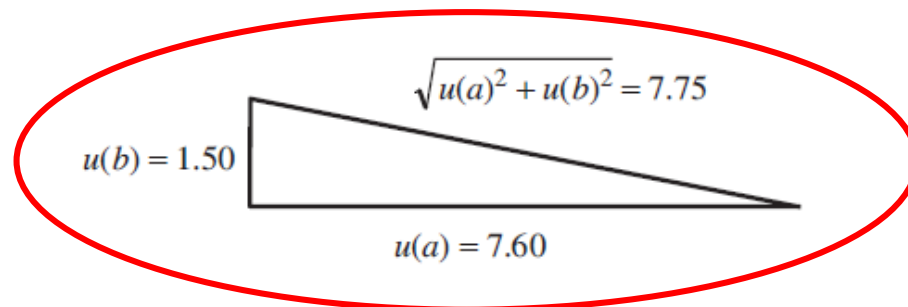


Figure 6.14 Illustration of the combination of standard uncertainties: $u(a)$ is much greater than $u(b)$ and so the combined uncertainty is approximately equal to $u(a)$.

МОЖЕТЕ ЛИ
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО
ДА ДОКАЖЕТЕ
ПИТАГОРОВАТА ТЕОРЕМА ?

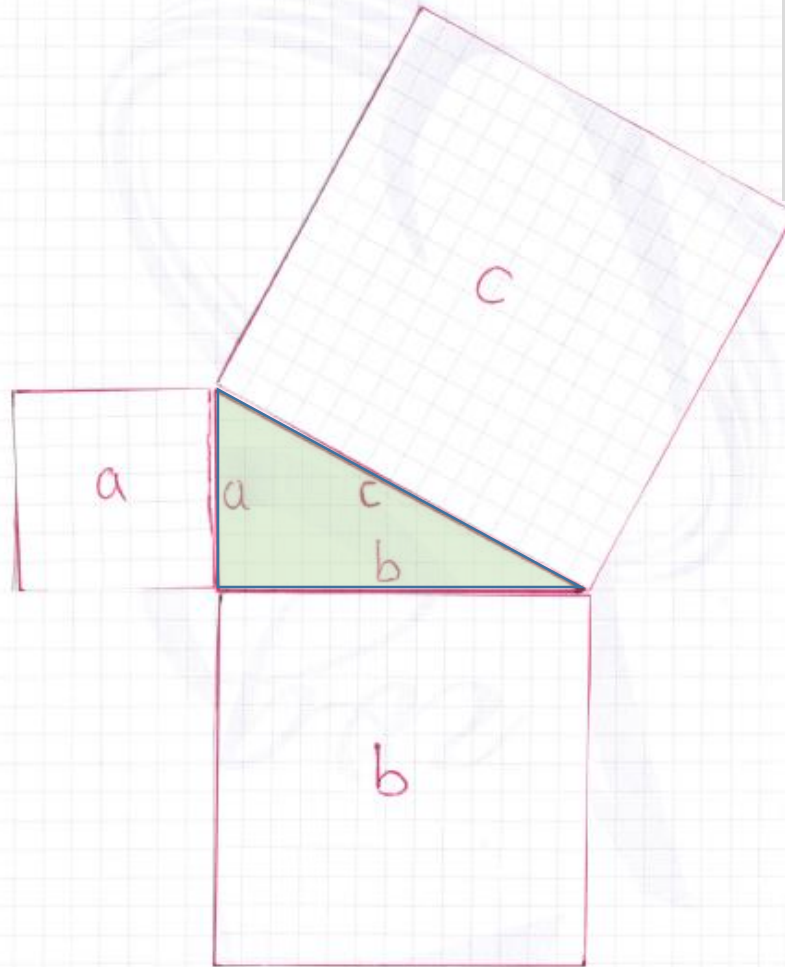
(6.13)

(6.14)^a

(6.15)

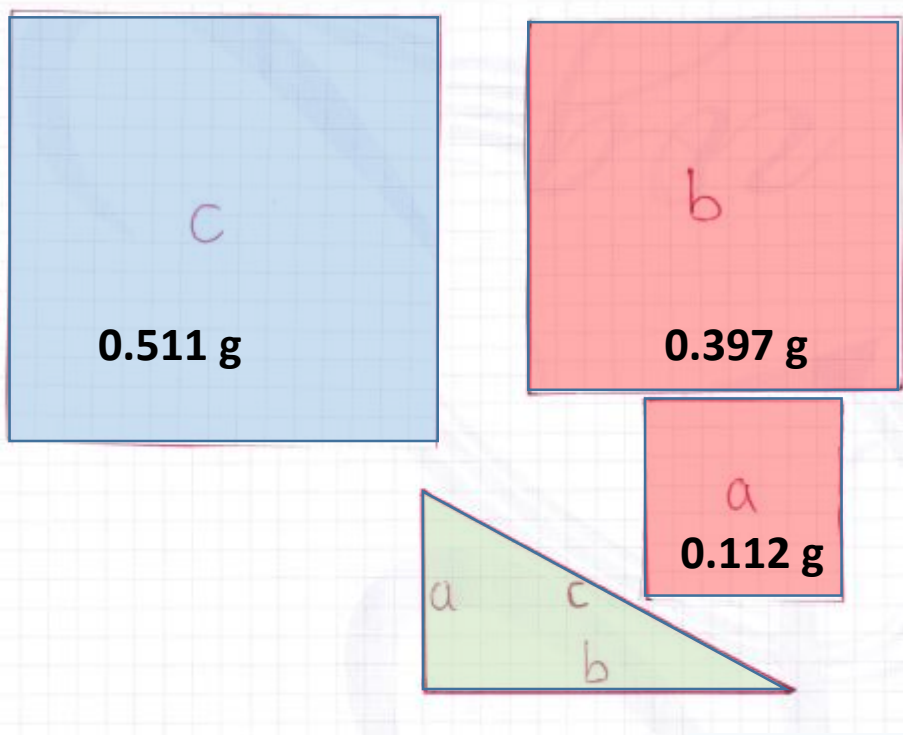
КОМБИНИРАНА НЕОПРЕДЕЛЕНОСТ

МОЖЕТЕ ЛИ
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО
ДА ДОКАЖЕТЕ
ПИТАГОРОВАТА ТЕОРЕМА ?



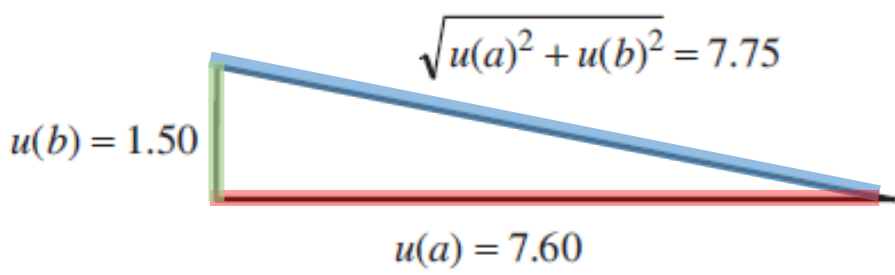
КОМБИНИРАНА НЕОПРЕДЕЛЕНОСТ

ACM2
2 years



МОЖЕТЕ ЛИ
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО
ДА ДОКАЖЕТЕ
ПИТАГОРОВАТА ТЕОРЕМА ?

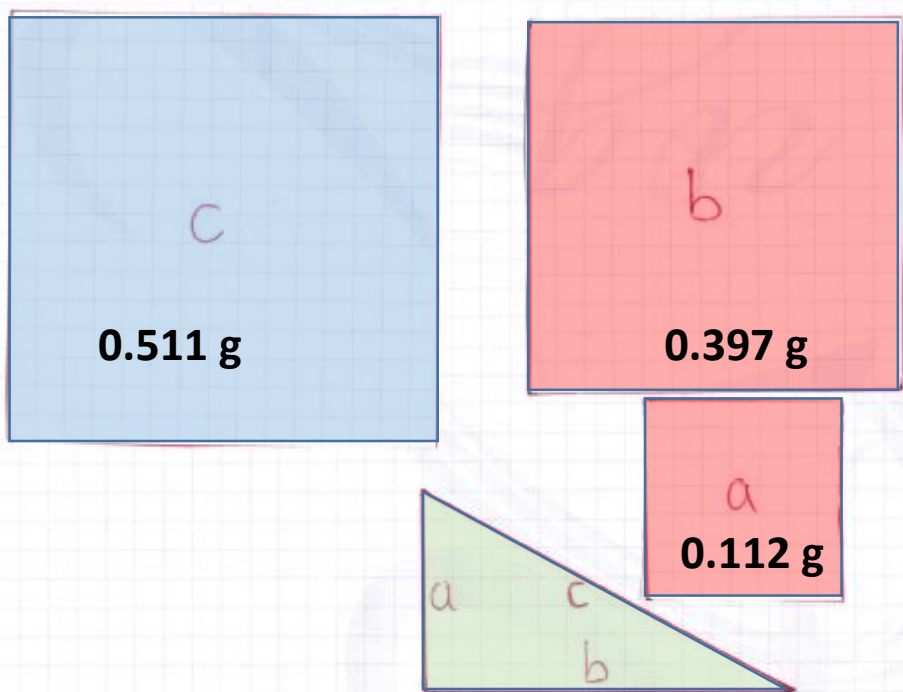
$$+ = 0.509 \text{ g}$$



Rule of five – ако приносът към u_c на даден фактор е **пет пъти по-голям** от другите, то той **е доминиращ** и другите могат да се пренебрегнат.

КОМБИНИРАНА НЕОПРЕДЕЛЕНОСТ

ACM2
25 years

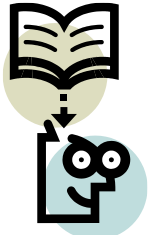


МОЖЕТЕ ЛИ
ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО
ДА ДОКАЖЕТЕ
ПИТАГОРОВАТА ТЕОРЕМА ?

$$+ = 0.509 \text{ g}$$

Rule of five – ако приносът към u_c на даден фактор е **пет пъти по-голям** от другите, то той е **доминиращ** и другите могат да се пренебрегнат.





БЮДЖЕТ НА НЕОПРЕДЕЛЕНОСТ

определяне на основните

приноси към u_c

u_c uncertainty contributors Y = f(X)

$Y = X_1 + b.X_2 + X_3$

$b = 1$

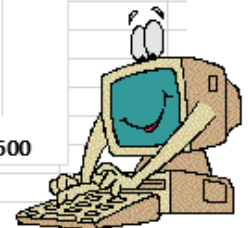
$u_c = \sqrt{(u_1)^2 + b^2(u_2)^2 + (u_3)^2}$

$u_c(Y) = \sqrt{\sum (c)^2 \cdot u_{X_i}^2}$

	Xi	u_xi	u_r	X_1	X_2	X_3
X_1	10	0.1	1.00%	10.1	10	10
X_2	1	0.1	10.00%	1	1.1	1
X_3	10	0.1	1.0%	10	10	10.1
		u_c(Y)				
Y (C)=	21.00	0.173	0.82%			

Formula: $"=SQRT((E35^2)+(E36^2)+(E37^2))"$
0.17321

UNCERTAINTY CONTRIBUTION



ЗАКЛЮЧИТЕЛНО ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ДА ИЗМЕРВАШ Е ЛЕСНО!

ВСЕКИ МОЖЕ ДА ИЗМЕРВА.

ПРОБЛЕМЪТ Е:

ДОВЕРИЕТО В РЕЗУЛТАТА ?!!

1. НАДЕЖДНА АПАРАТУРА
2. ПОДХОДЯЩИ МЕТОДИ
- 3. ПОДГОТВЕНИ
СПЕЦИАЛИСТИ**



~~Is this a FAKE NEWS??~~