



Středisko pro posuzování způsobilosti laboratoří

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce, Podbabská 2582/30, 160 00
Praha 6

Výsledky zkoušení způsobilosti

Stanovení radioaktivních látek
ve vodě a v pevných vzorcích

OR-RA-25

Praha, září 2025



ASLAB

Středisko pro posuzování způsobilosti laboratoří

Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, veřejná výzkumná instituce
Podbabská 2582/30, 160 00 Praha 6
Tel. 224 319 783

aslab@vuv.cz
www.aslab.cz

Výsledky zkoušení způsobilosti
Stanovení radioaktivních látek
ve vodě a v pevných vzorcích

OR-RA-25

Zprávu připravili:

Ing. Barbora Sedlářová
Ing. Roman Dvořák
Ing. Hana Kohoutová
Jana Pastrňáková

Vypracování souboru dat:

Ing. Vladimír Hejtmánek, CSc.

Praha, září 2025

Obsah

Úvod	4
Příprava vzorků	5
Zpracování výsledků	6
Histogramy, grafy	11

OR-RA-25

Stanovení radioaktivních látek ve vodě a v pevných vzorcích (zemina a filtrační náplň úpravny vod)

Úvod

Vzorky pro zkoušení způsobilosti (ZZ) OR-RA-25 Stanovení radioaktivních látek ve vodě a v pevných vzorcích byly distribuovány ve dnech 08. dubna 2025 v Praze a v Brně a 09. dubna 2025 v Ostravě. Toto ZZ bylo zaměřeno na stanovení skupinových ukazatelů a vybraných přírodních a umělých radionuklidů.

Celkem se tohoto ZZ zúčastnilo 33 laboratoří a 32 laboratoří dodalo výsledky.

Vzorky pro ZZ OR-RA-25 byly připraveny ve Zkušební laboratoři technologií a složek životního prostředí Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka, v.v.i., oddělení radioekologie (Ing. Barbora Sedlářová, Ing. Irena Pohlová, Michal Novák, Hana Kalová, Tereza Kadlecová, Bc. Martina Kluganostová). Laboratoř je držitelem platného *Osvědčení o správné činnosti laboratoře* uděleným ASLAB pod číslem laboratoře 4035. Podrobné informace o systému jakosti laboratoře jsou uvedeny v příručce kvality.

ZZ byly zaměřeny na následující stanovení:

uměle připravené vzorky z certifikovaných standardů

celková objemová aktivita alfa, celková objemová aktivita beta, objemová aktivita radonu-222, objemová aktivita radia-226, objemová aktivita olova-210, objemová aktivita polonia-210, objemová aktivita stroncia-90, objemová aktivita tritia, objemová aktivita radionuklidů metodou spektrometrie záření gama (^{57}Co , ^{60}Co , ^{134}Cs , ^{137}Cs , ^{241}Am), objemová aktivita cesia-137 (stanovení pomocí LSC) a hmotnostní koncentrace uranu ve vzorcích vod.

Pro přípravu umělých vzorků byl zvolen postup, respektující chemické vlastnosti stanovovaných radionuklidů a způsoby jejich stanovení.

Vzorky pro ZZ OR-RA-25 byly připraveny podle SOP OR-RA-1 „Příprava vzorků pro ZZ v oblasti radiologického rozboru vod a pevné matrice“.

přírodní vzorky

byly odebrány vzorky vody ze zdrojů ÚV Káraný a ÚV Louňovice pro stanovení celkové objemové aktivity alfa, celkové objemové aktivity beta, objemové aktivity ^{226}Ra , pro stanovení objemové aktivity ^{222}Rn a pro stanovení hmotnostní koncentrace uranu a objemové koncentrace tritia. Dále byl připraven přírodní vzorek zeminy pro gamaspektrometrické stanovení. Materiál byl odebrán ze záplavového území řeky Rolavy. Přírodní vzorek pevné matrice – filtrační náplně byl vybrán použitý filtrační materiál z provozu úpravny vod Káraný.

O přípravě vzorků a kontrolních analýzách byla vypracována zpráva, která je uložena v archivu ASLAB.

Za vztažné hodnoty u uměle připravených vzorků byly zvoleny koncentrace vycházející z použitých certifikovaných standardů.

Za vztažné hodnoty u přírodních vzorků vody a zeminy byly zvoleny střední hodnoty výsledků všech zúčastněných laboratoří po vyloučení odlehlých výsledků všech zúčastněných laboratoří po vyloučení odlehlých výsledků.

Za vztažné hodnoty u přírodních vzorků ^{226}Ra , ^{228}Ra a ^{228}Th ve filtrační náplni byly zvoleny střední hodnoty všech výsledků referenční laboratoře připravující vzorky.

Příprava vzorků

Umělé vzorky

Při volbě nosné matrice se vycházelo z chemických vlastností radionuklidů a ze způsobů jejich stanovení. Pro přípravu roztoku na stanovení ukazatelů celkové objemové aktivity alfa byl použit $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, pro přípravu roztoku na stanovení ukazatelů celkové objemové aktivity beta a hmotnostní koncentrace uranu byl použit NaCl . Pro přípravu roztoku na stanovení objemové aktivity ^{222}Rn , ^{226}Ra a ^{90}Sr byl použit CaCl_2 . Pro roztok obsahující ^{210}Pb byl použit $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ a pro přípravu vzorku na stanovení gamaspektrometricky stanovitelných radionuklidů byl použit CsCl , $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ a $\text{La}(\text{NO}_3)_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.

Použité standardy

Byly použity certifikované standardy dodané Českým metrologickým institutem, Radiová 1, 102 00 Praha 10.

U_{nat}	ERX, č. certifikátu 1035-SE-40659-24 z 25. 9. 2024
Chlorid draselný	KCl, č. certifikátu 1035-SE-40806-23 z 27.11.2023
^{226}Ra	EB 75, č. certifikátu 1035-SE-40808-23 z 27.11.2023
^{210}Pb	ER 2, č. certifikátu 1035-SE-40894-22 z 05.12.2022
^{90}Sr	ER 2, č. certifikátu 1035-SE-40240-25 z 14. 3. 2025
^3H	ER 2, č. certifikátu 1035-SE-40556-22 z 11.8. 2022
^{57}Co	ER 2, č. certifikátu 1035-SE-40805-23 z 27.11.2023
^{60}Co	ER 2, č. certifikátu 1035-SE-40241-25 z 14. 3. 2025
^{134}Cs	ER 2, č. certifikátu 1035-SE-40895-22 z 05.12.2022
^{137}Cs	ER 2, č. certifikátu 1035-SE-40242-25 z 14. 3. 2025
^{241}Am	ER 2, č. certifikátu 1035-SE-40807-23 z 27.11.2023

Pro ^{210}Pb je deklarována radioaktivní rovnováha s jeho dceřiným produktem ^{210}Po . Platnost certifikátů je 3 roky.

Pro přípravu umělých vzorků byla použita destilovaná voda připravená ve VÚV TGM, v.v.i. Praha.

Přírodní vzorky

Vzorky vody byly odebrány ze tří zdrojů.

U vzorků pro stanovení celkové objemové aktivity alfa a beta byla stanovena konduktivita a hmotnost vyžíhaného odparku z 1 L vzorku, tato informace byla uvedena v textu vydávaném spolu se vzorky. Vzorky pro stanovení celkové objemové aktivity alfa a beta a objemové aktivity ^{226}Ra byly okyseleny kyselinou dusičnou na $\text{pH} \sim 1$ a důkladně probublány z důvodu odstranění ^{222}Rn . Vzorek na stanovení hmotnostní koncentrace uranu byl okyselen kyselinou dusičnou na $\text{pH} \sim 1$. Vzorky na stanovení objemové aktivity ^{222}Rn a objemové aktivity tritia byly do distribuce skladovány v lednici při teplotě $\sim 8^\circ\text{C}$, nebyly kyseleny.

Materiál pro přípravu vzorku zeminy byl odebrán ze záplavového území řeky Rolavy.

Vzorek byl nejdříve zbaven hrubých organických hmot a poté usušen při 105°C . Po vyloučení frakce větší než 10 mm byl vzorek rozemlet. Sítováním byla oddělena frakce menší než 0,3 mm. Výsledné vzorky byly homogenizovány.

Pro vzorek filtrační náplně byl vybrán použitý filtrační materiál z provozu úpravy vod Káraný. Vzorek byl usušen při 105°C . Byla kontrolována homogenita vzorku.

Testy homogenity a stability připravených vzorků

Připravený materiál byl kontrolován co do homogenity a stability pro všechny sledované parametry. Vzorky připravené pro ZZ OR-RA-25 byly ověřeny kontrolními analýzami podle metodického pokynu MP-13-2017 Stanovení homogenity a stability.

Test homogenity

Statistické zpracování testu homogenity bylo provedeno v souladu s normou ISO 13528:2015. Byl hodnocen rozptyl výsledků získaných opakovaným rozbořem z jedné vzorkovnice a rozptyl mezi jednotlivými vzorkovnicemi. Jako cílová směrodatná odchylka σ byla zvolena hodnota odpovídající tolerančním mezím daného parametru. Vzhledem k tomu, že bylo zjištěno, že $S_s \leq 0,3 \sigma$, lze pokládat materiál připravený pro OR-RA-25 za homogenní (S_s je směrodatná odchylka mezi vzorky).

Test stability

Během přípravy a v průběhu okružního rozboru OR-RA-25 byly provedeny kontrolní analýzy pro ověření stability testovaných materiálů. Získané soubory výsledků kontrolních analýz byly statisticky zpracovány podle ISO 13528:2015. Vzhledem k tomu, že absolutní hodnota rozdílu průměrů x (*průměr testů homogenity*) a y (*průměr testů stability*) byla ve všech případech menší než 0,3 násobek směrodatné odchylky σ , odpovídají testované vzorky předepsanému kritériu stability. Vzorky jsou tedy stabilní a vhodné k použití pro ZZ.

Z výsledků testů homogenity a stability vyplývá vhodnost připravených vzorků pro OR-RA-25.

Zpracování výsledků

Souhrnné výsledky z-skóre jednotlivých ukazatelů jsou přehledně znázorněny v tabulkách, histogramech, grafech nejistot a grafech z-skóre v této zprávě. Přehled úspěšnosti laboratoří podle ζ -skóre je uveden tabulárně pro jednotlivé ukazatele a pro jednotlivé metody stanovení.

Vyhodnocení ZZ pro jednotlivé účastníky dle z-skóre i ζ -skóre je tabulárně uvedeno v příloze *Osvědčení o účasti v ZZ*, které obdrží každý účastník ZZ. V této příloze obdrží každý účastník také informaci o svém kódu pro OR-RA-25, pod kterým nalezne výsledky svých stanovení ve zprávě.

z-skóre je definováno dle ISO 13 528:2015:

$$\text{z-skóre} = \frac{(x_i - x_{pt})}{\sigma_{pt}},$$

kde x_{pt} je vztažná hodnota,
 x_i je výsledek účastníka,
 σ_{pt} je směrodatná odchylka,

$$\sigma_{pt} = \frac{u_{ref}}{k},$$

kde u_{ref} je toleranční mez,

k je koeficient pokrytí 95,5 % při $k=2$.

Za úspěšné jsou považovány výsledky, jejichž hodnoty z-skóre se nalézají v intervalu $<-2, 2>$.

ζ -skóre je definováno dle ISO 13 528:2015:

$$\zeta\text{-skóre} = \frac{(x_i - x_{pt})}{\sqrt{u_{x_i}^2 + u_{x_{pt}}^2}}$$

kde x_i je výsledek účastníka
 x_{pt} je vztažná hodnota
 u_{pt} je standardní nejistota vztažné hodnoty
 u_{x_i} je standardní nejistota výsledku účastníka

Za úspěšné jsou považovány výsledky, jejichž hodnoty ζ -skóre se nalézají v intervalu $<-2, 2>$.

Z histogramu je patrné umístění laboratoře vzhledem ke vztažné hodnotě. Kódová čísla laboratoří, které dodaly odlehle výsledky, jsou v histogramu označena dvěma hvězdičkami, kódová čísla laboratoří, které dodaly vybočené výsledky, jsou označena jednou hvězdičkou. Odlehle výsledky byly vyloučeny z dalšího zpracování, vybočené výsledky byly do hodnocení zahrnuty. Pro soubor výsledků byla vypočítána střední hodnota, směrodatná odchylka reprodukovatelnosti a relativní chyba vzhledem ke vztažné hodnotě.

Jako vstupní hodnoty pro výpočet ζ -skóre sloužily vztažná hodnota, výsledek účastníka ZZ, standardní nejistota účastníka a standardní nejistota vztažné hodnoty.

Jako vstupní hodnoty pro výpočet z-skóre sloužily vztažná hodnota, výsledek účastníka ZZ a cílová směro-

datná odchylka získaná z tolerančních mezí očekávaného statistického souboru.

Odlehlost výsledků byla ověřena Deanovým-Dixonovým testem, který testuje odchylku výsledku laboratoře vzhledem k rozsahu dodaných výsledků.

Nejistota vztažné hodnoty byla stanovena organizátorem ZZ z návrhu odborného odhadu laboratoře, která vzorek připravovala.

V grafech nejistot jsou uvedeny „horní informativní mez“ a „dolní informativní mez“, jejichž hodnoty jsou totožné s udávanou hodnotou tolerance.

Každá laboratoř obdržela *Osvědčení o účasti ve zkoušení způsobilosti* a přílohu k *Osvědčení o účasti ve zkoušení způsobilosti* s výsledky své laboratoře.

Tabulka 1. Příprava umělých koncentrovaných roztoků v OR-RA-25.

Stanovení	Číslo vzorku	Matrice	Koncentrace matrice	Použitý zářič	Měrná aktivita základního roztoku	Objemová aktivita konc. vzorku
			[g/ml]		[Bq/g]	[Bq/ml]
Celk. objemová aktivita alfa	1	CaSO ₄ · 2H ₂ O	0,020	U _{nat}	25,19	0,043
Celk. objemová aktivita beta	2	NaCl	0,100 ¹⁾	⁴⁰ K	14,28	0,343
²²² Rn ²⁾	3	CaCl ₂	0,004	²²⁶ Ra	168,73	15,3
²²⁶ Ra	4	CaCl ₂	0,004	²²⁶ Ra	168,73	0,439
uran	5	NaCl	0,100	U _{nat}	25,19	1,783
²¹⁰ Pb	6	Pb(NO ₃) ₂	0,00003	²¹⁰ Pb	81,54	0,824
²¹⁰ Po	7	Pb(NO ₃) ₂	0,03042	²¹⁰ Po	81,54	0,657
⁹⁰ Sr	8	CaCl ₂	0,005	⁹⁰ Sr	940,85	0,846
³ H ³⁾	9	H ₂ O		³ H	1 118,28	6,111
Obj. akt. ¹³⁷Cs LSC	11	Cs ⁺	0,001	¹³⁷ Cs	916,97	8,851
⁵⁷ Co	10	Co ²⁺				9,591
⁶⁰ Co		Co ²⁺				7,120
¹³⁴ Cs						9,983
¹³⁷ Cs		Cs ⁺				8,151
²⁴¹ Am		La ³⁺				4,592

¹⁾ Celková hmotnost odparku činí 0,10 g z 1 ml.

²⁾ Aktivita ²²²Rn uvedena v rovnovážném stavu s ²²⁶Ra.

³⁾ Připravený roztok se neředí, připraven volumetricky

Tabulka 2. Charakteristiky ukazatelů v OR–RA–25 Radiologie, uměle připravené vzorky – voda.

Ukazatel/jednotka	Střední hodnota	Vztažná hodnota	Rozšířená nejistota vztažné hodnoty	Směr. odchylka re-produkovatelnosti	Toleranční meze [%]
Celková objemová aktivita α [Bq/l]	0,394 ¹⁾	0,431	0,022	0,022	± 20
Celková objemová aktivita β [Bq/l]	0,687 ¹⁾	0,686	0,004	0,064	± 20
²²²Rn [Bq/l]	23,9 ¹⁾	21,9	2,2	1,5	± 20
²²⁶Ra [Bq/l]	0,450 ²⁾	0,439	0,044	0,048	± 20
Uran [mg/l]	0,140 ¹⁾	0,141	0,044	0,005	± 20
²³⁸U [Bq/l]	1,769 ¹⁾	1,770	0,177	–	± 20
²³⁴U [Bq/l]	1,749 ¹⁾	1,770	0,177	–	± 20
²¹⁰Pb [Bq/l]	0,860 ¹⁾	0,824	0,082	–	± 20
²¹⁰Po [Bq/l]	0,705 ¹⁾	0,657	0,066	0,027	± 20
⁹⁰Sr [Bq/l]	0,877 ²⁾	0,846	0,085	0,078	± 20
³H [Bq/l]	6335 ¹⁾	6110	611	382	± 20
²⁴¹Am [Bq/l]	9,4 ¹⁾	9,2	0,1	1,1	± 20
⁵⁷Co [Bq/l]	19,7 ²⁾	19,2	1,9	0,9	± 20
⁶⁰Co [Bq/l]	14,5 ¹⁾	14,2	1,4	0,5	± 20
¹³⁴Cs [Bq/l]	19,0 ²⁾	20,0	2,0	0,9	± 20
¹³⁷Cs [Bq/l]	17,17 ¹⁾	16,30	1,63	1,10	± 20
¹³⁷Cs LSC [Bq/l]	8900 ¹⁾	8850	885	–	± 20

¹⁾ Průměr, ²⁾ medián.

Tabulka 3. Úspěšnost laboratoří v OR–RA–25 Radiologie, uměle připravené vzorky – voda.

Ukazatel	Laboratoře celkem	Úspěšné laboratoře		Neúspěšné laboratoře		Výsledky	
		Počet	[%]	Počet	[%]	Odlehle	Vybočené
Celková objemová aktivita α	16	16	100,0	0	0,0	1	0
Celková objemová aktivita β	17	16	94,1	1	5,9	1	0
²²²Rn	12	11	91,7	1	8,3	0	0
²²⁶Ra	13	12	92,3	1	7,7	0	0
Uran	3	3	100,0	0	0,0	0	0
²³⁸U	1	1	100,0	0	0,0	0	0
²³⁴U	1	1	100,0	0	0,0	0	0
²¹⁰Pb	1	1	100,0	0	0,0	0	0
²¹⁰Po	3	3	100,0	0	0,0	0	0
⁹⁰Sr	5	5	100,0	0	0,0	0	0
³H	7	7	100,0	0	0,0	0	0
²⁴¹Am	6	5	83,3	1	16,7	0	0
⁵⁷Co	6	6	100,0	0	0,0	0	1
⁶⁰Co	6	6	100,0	0	0,0	0	0
¹³⁴Cs	6	6	100,0	0	0,0	0	0
¹³⁷Cs	6	6	100,0	0	0,0	0	0
¹³⁷Cs LSC	1	1	100,0	0	0,0	0	0

Tabulka 4. Charakteristiky ukazatelů v OR–RA–25 Radiologie, přírodní vzorky – voda.

Ukazatel/jednotka	Střední hodnota	Vztažná hodnota	Rozšířená nejistota vztažné hodnoty	Směr. odchylka re-produkovatelnosti	Toleranční meze [%]
Celková objemová aktivita α [Bq/l]	0,327 ¹⁾	0,327	0,070	0,028	± 30
Celková objemová aktivita β [Bq/l]	0,510 ¹⁾	0,510	0,102	0,034	± 30
²²²Rn [Bq/l]	68 ¹⁾	68	14	8	± 30
²²⁶Ra [Bq/l]	0,215 ²⁾	0,215	0,043	0,034	± 30
Uran [mg/l]	0,103 ¹⁾	0,103	0,020	0,001	± 30
³H [Bq/l]	91,4 ¹⁾	91,4	18,2	–	± 30

¹⁾ Průměr, ²⁾ medián.

Tabulka 5. Úspěšnost laboratoří v OR–RA–25 Radiologie, přírodní vzorky – voda.

Ukazatel	Laboratoře celkem	Úspěšné laboratoře		Neúspěšné laboratoře		Výsledky	
		Počet	[%]	Počet	[%]	Odlehlé	Vybočené
Celková objemová aktivita α	2	2	100,0	0	0,0	0	0
Celková objemová aktivita β	2	2	100,0	0	0,0	0	0
²²²Rn	3	3	100,0	0	0,0	0	0
²²⁶Ra	5	5	100,0	0	0,0	0	0
Uran	2	2	100,0	0	0,0	0	0
³H	1	1	100,0	0	0,0	0	0

Tabulka 6. Charakteristiky ukazatelů v OR–RA–25 Radiologie, přírodní vzorek zeminy.

Ukazatel/jednotka	Střední hodnota ¹⁾	Vztažná hodnota	Rozšířená nejistota vztažné hodnoty	Směr. odchylka re-produkovatelnosti	Toleranční meze [%]
⁴⁰K [Bq/kg]	634	634	127	62	± 30
¹³⁷Cs [Bq/kg]	263	263	53	14	± 30
²¹⁰Pb [Bq/kg]	217	217	43	41	± 30
²²⁶Ra [Bq/kg]	256	256	51	39	± 30
²²⁸Ra [Bq/kg]	58,5	58,5	12,0	3,4	± 30
²²⁸Th [Bq/kg]	58,5	58,5	12,0	5,4	± 30

¹⁾ Průměr.

Tabulka 7. Úspěšnost laboratoří v OR–RA–25 Radiologie, přírodní vzorek zeminy.

Ukazatel	Laboratoře celkem	Úspěšné laboratoře		Neúspěšné laboratoře		Výsledky	
		Počet	[%]	Počet	[%]	Odlehle	Vybočené
⁴⁰ K	3	3	100,0	0	0,0	0	0
¹³⁷ Cs	3	3	100,0	0	0,0	0	0
²¹⁰ Pb	2	2	100,0	0	0,0	0	0
²²⁶ Ra	3	3	100,0	0	0,0	0	0
²²⁸ Ra	3	3	100,0	0	0,0	0	0
²²⁸ Th	3	3	100,0	0	0,0	0	0

Tabulka 8. Charakteristiky ukazatelů v OR–RA–25 Radiologie, vzorek pevné matrice – filtrační náplň.

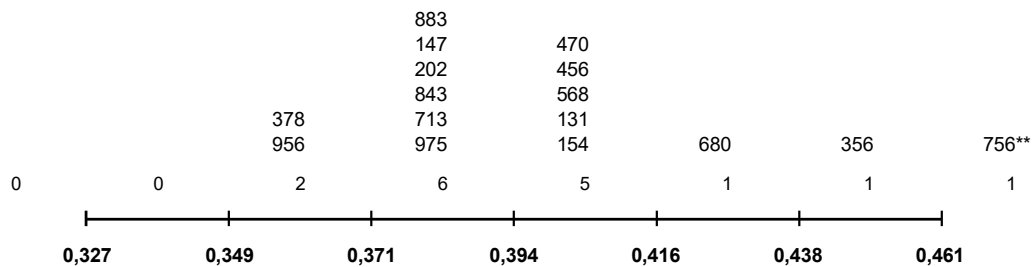
Ukazatel/jednotka		Střední hodnota ¹⁾	Vztažná hodnota	Rozšířená nejistota vztažné hodnoty	Směr. odchylka re-produkovatelnosti	Toleranční meze [%]
²²⁶ Ra	[Bq/kg]	354	526	105	–	± 30
²²⁸ Ra	[Bq/kg]	64	75	15	–	± 30
²²⁸ Th	[Bq/kg]	75	90	18	–	± 30

¹⁾ Průměr.

Tabulka 9. Úspěšnost laboratoří v OR–RA–25 Radiologie, vzorek pevné matrice – filtrační náplň.

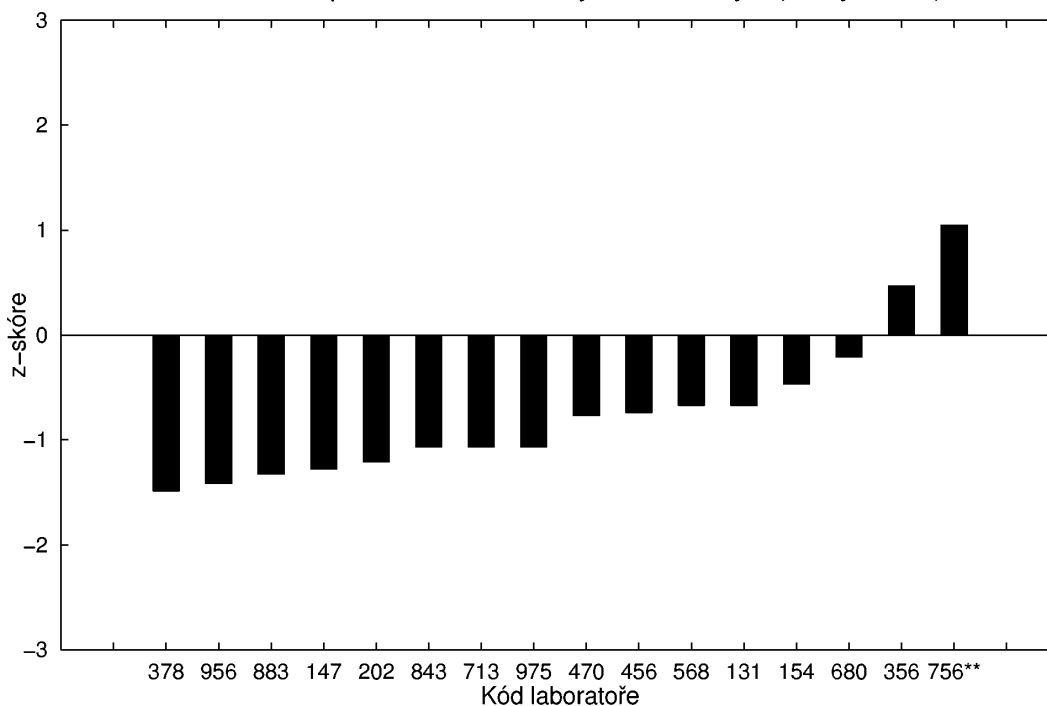
Ukazatel	Laboratoře celkem	Úspěšné laboratoře		Neúspěšné laboratoře		Výsledky	
		Počet	[%]	Počet	[%]	Odlehle	Vybočené
²²⁶ Ra	1	0	0,0	1	100,0	0	0
²²⁸ Ra	1	1	100,0	0	0,0	0	0
²²⁸ Th	1	1	100,0	0	0,0	0	0

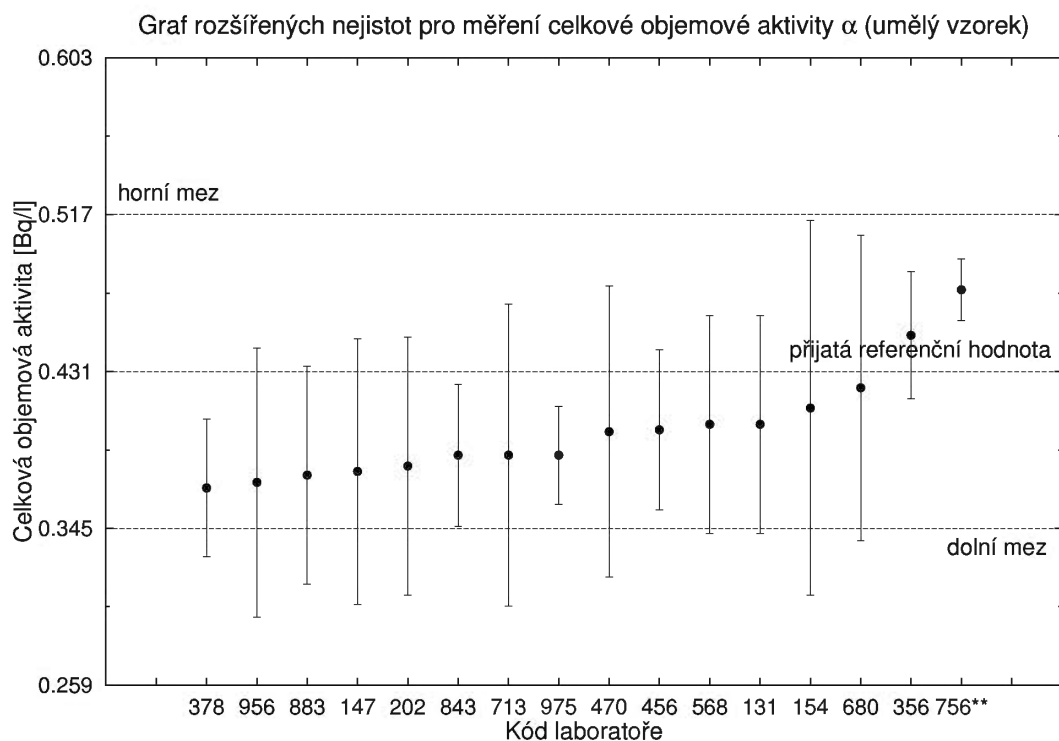
Histogram výsledků měření celkové objemové aktivity α (umělý vzorek)



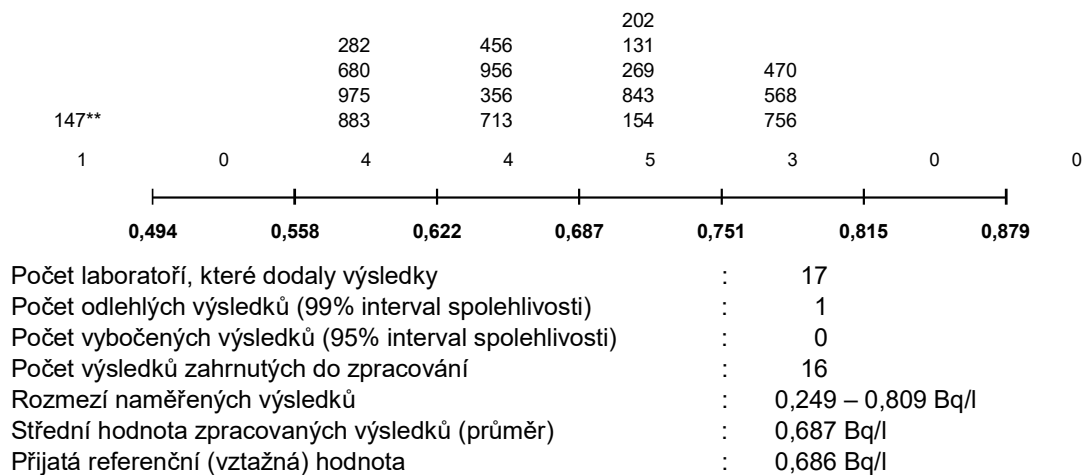
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	16
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	1
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	15
Rozmezí naměřených výsledků	:	0,367 – 0,476 Bq/l
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	0,394 Bq/l
Přijátá referenční (vztažná) hodnota	:	0,431 Bq/l

Graf z-skóre pro měření celkové objemové aktivity α (umělý vzorek)

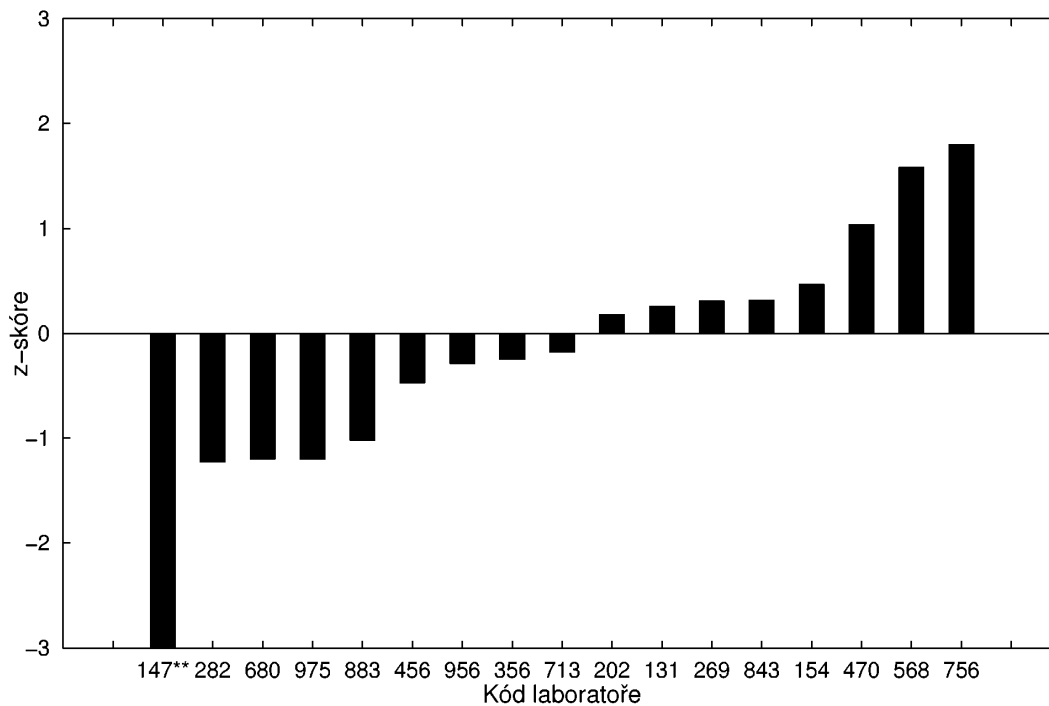




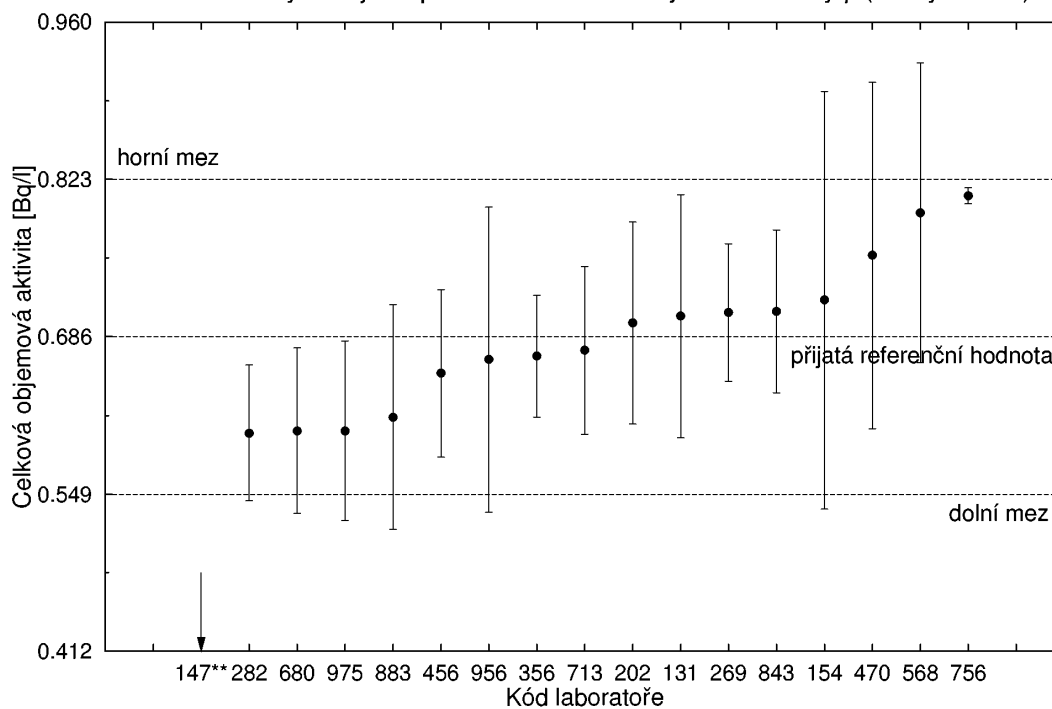
Histogram výsledků měření celkové objemové aktivity β (umělý vzorek)



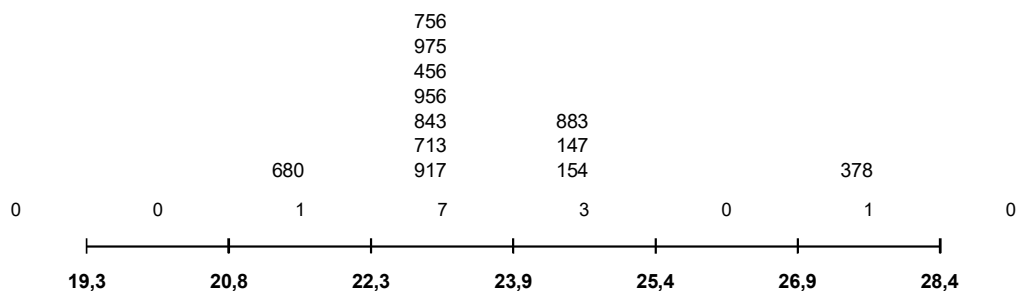
Graf z-skóre pro měření celkové objemové aktivity β (umělý vzorek)



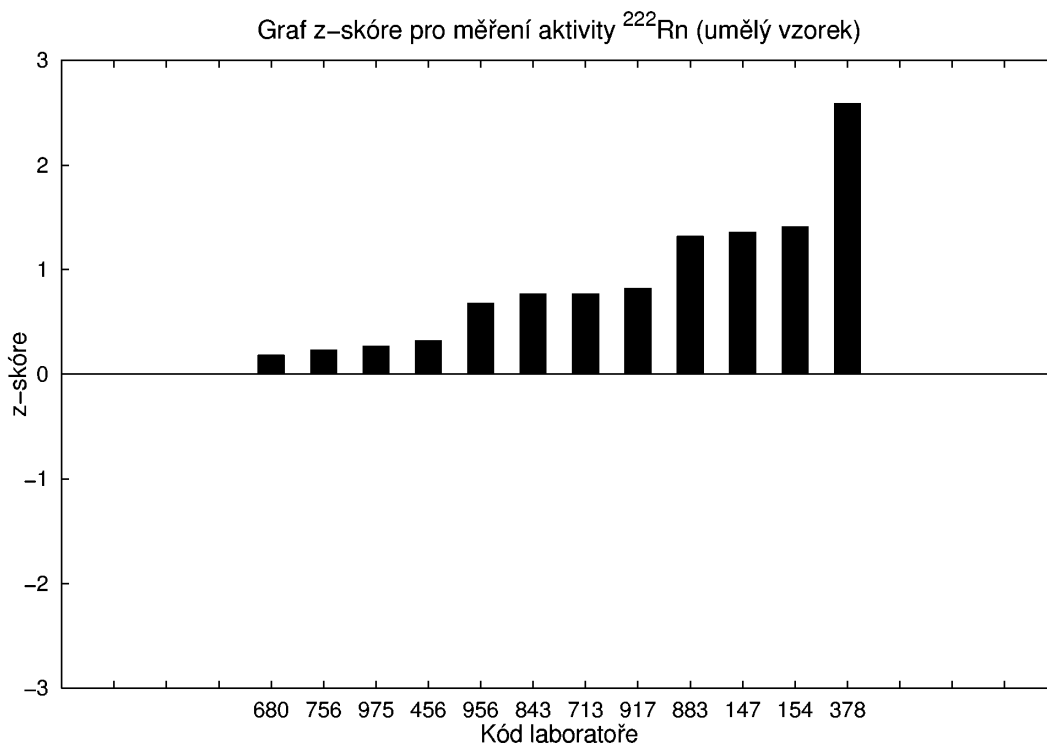
Graf rozšířených nejistot pro měření celkové objemové aktivity β (umělý vzorek)

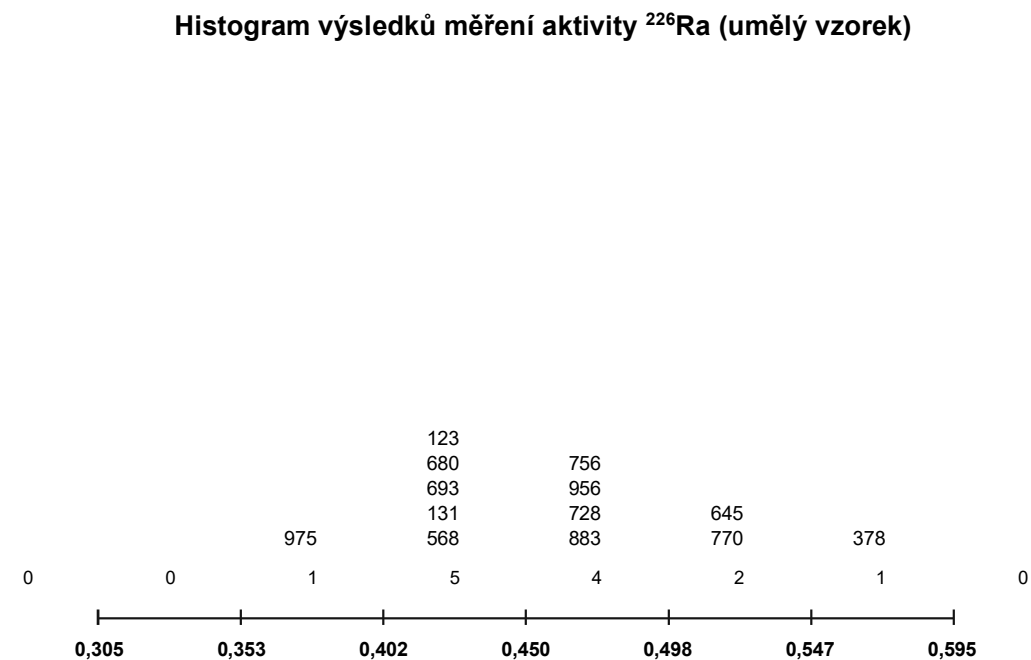
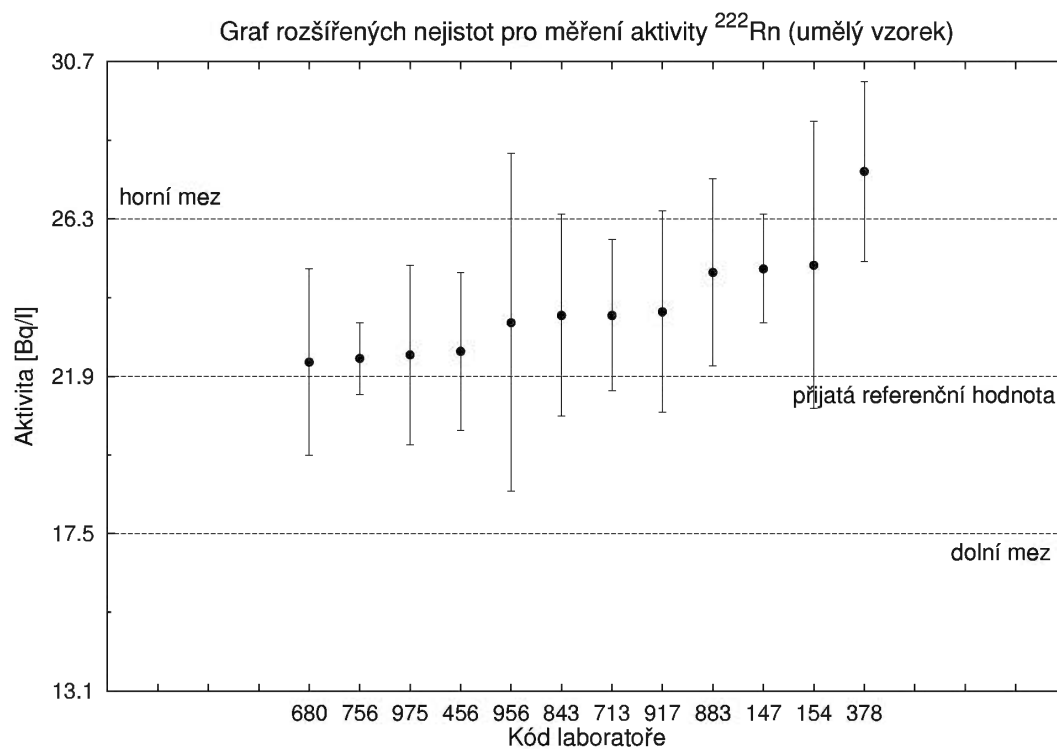


Histogram výsledků měření aktivity ^{222}Rn (umělý vzorek)

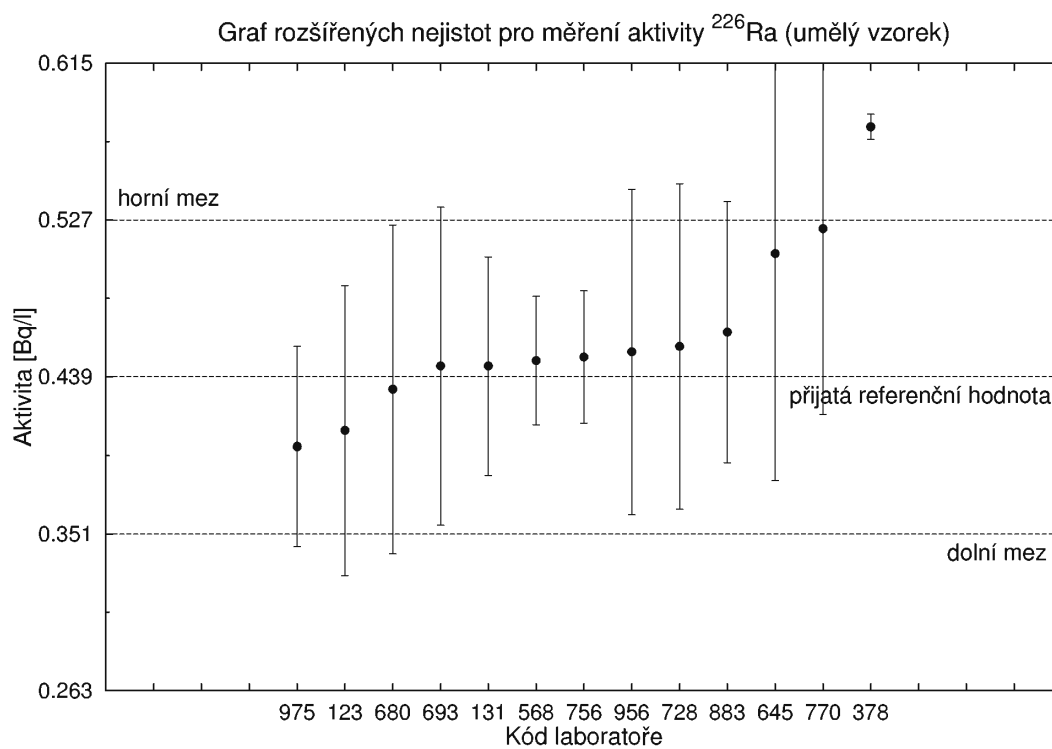
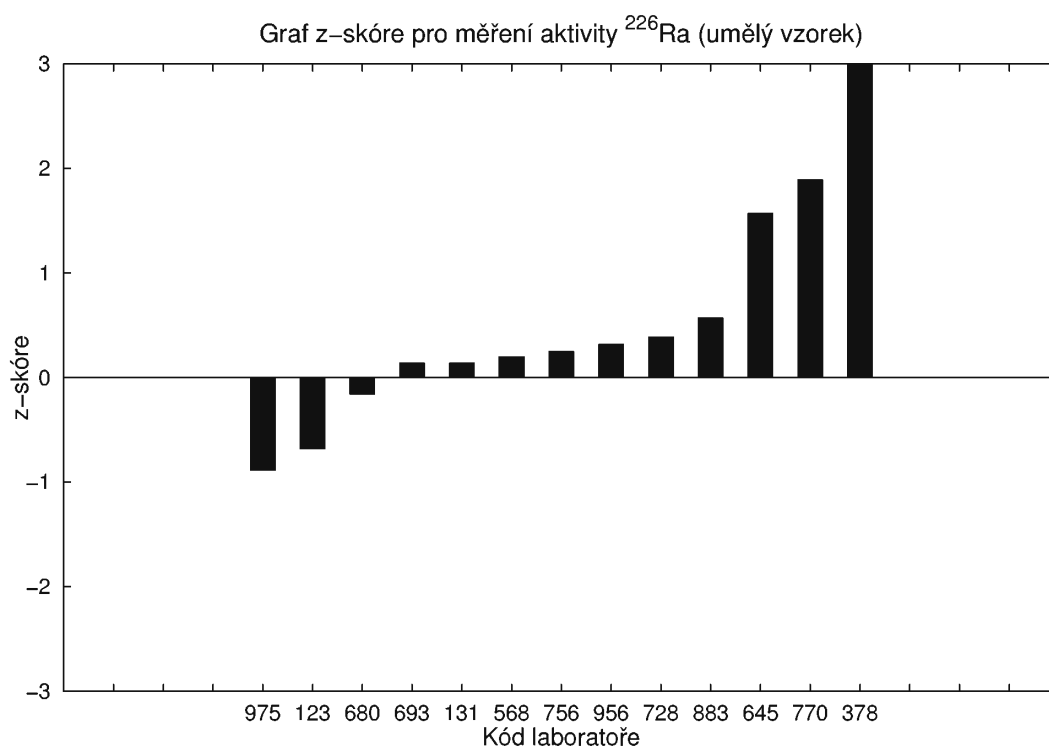


Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	12
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	12
Rozmezí naměřených výsledků	:	22,3 – 27,6 Bq/l
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	23,9 Bq/l
Přijatá referenční (vztažná) hodnota	:	21,9 Bq/l

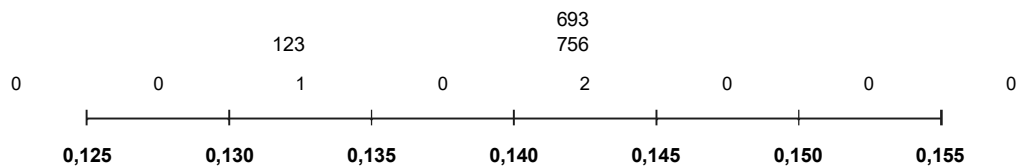




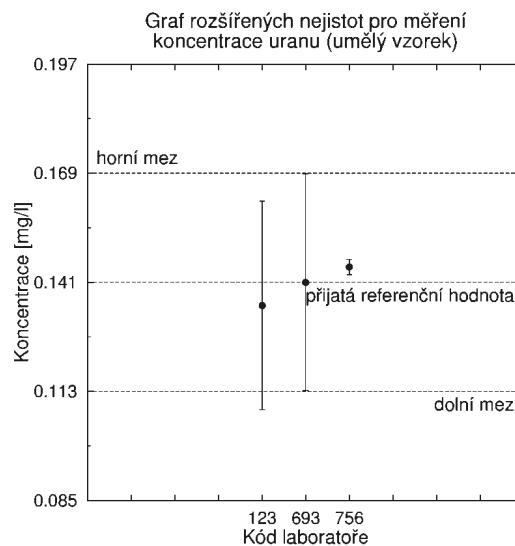
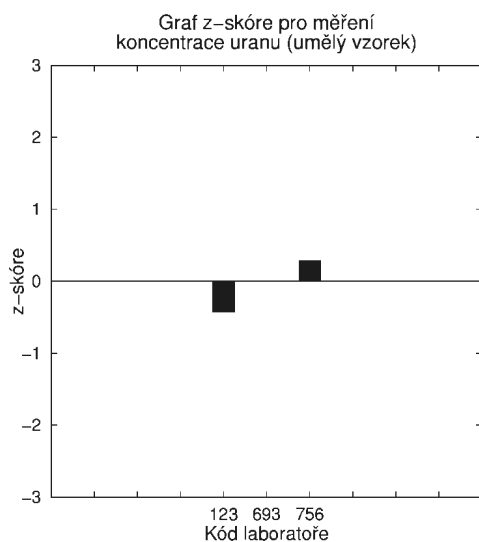
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	13
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	13
Rozmezí naměřených výsledků	:	0,400 – 0,579 Bq/l
Střední hodnota zpracovaných výsledků (medián)	:	0,450 Bq/l
Přijátá referenční (vztažná) hodnota	:	0,439 Bq/l



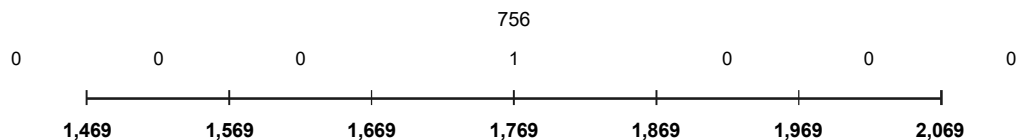
Histogram výsledků měření koncentrace uranu (umělý vzorek)



Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	3
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	3
Rozmezí naměřených výsledků	:	0,135 – 0,145 mg/l
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	0,140 mg/l
Přijátá referenční (vztažná) hodnota	:	0,141 mg/l

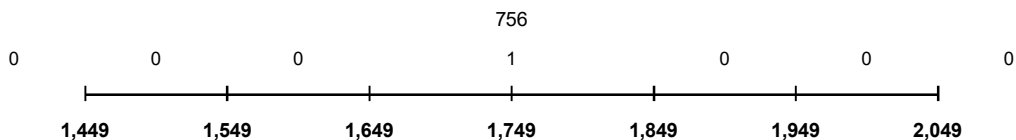


Histogram výsledků měření aktivity ²³⁸U (umělý vzorek)



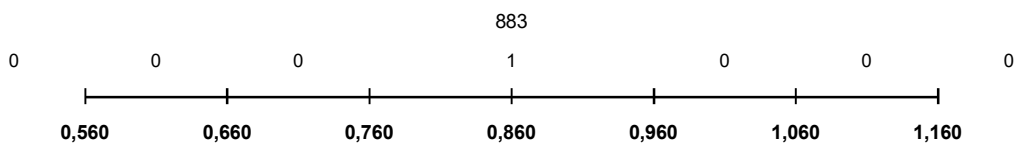
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	1
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	1
Rozmezí naměřených výsledků	:	—
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	1,769 Bq/l
Přijátá referenční (vztažná) hodnota	:	1,770 Bq/l

Histogram výsledků měření aktivity ^{234}U (umělý vzorek)



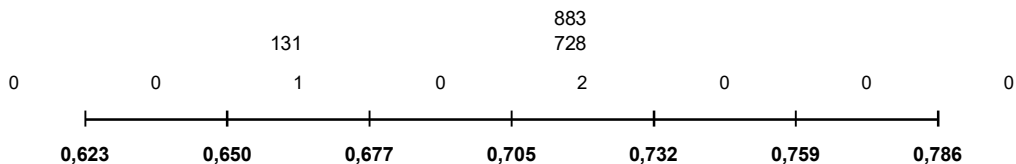
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	1
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	1
Rozmezí naměřených výsledků	:	–
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	1,749 Bq/l
Přijatá referenční (vztažná) hodnota	:	1,770 Bq/l

Histogram výsledků měření aktivity ^{210}Pb (umělý vzorek)

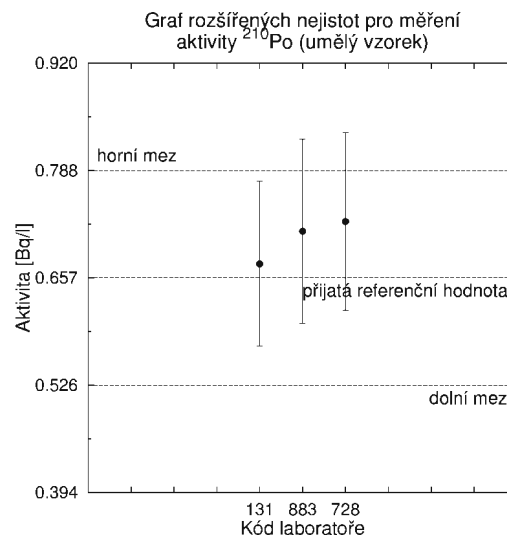
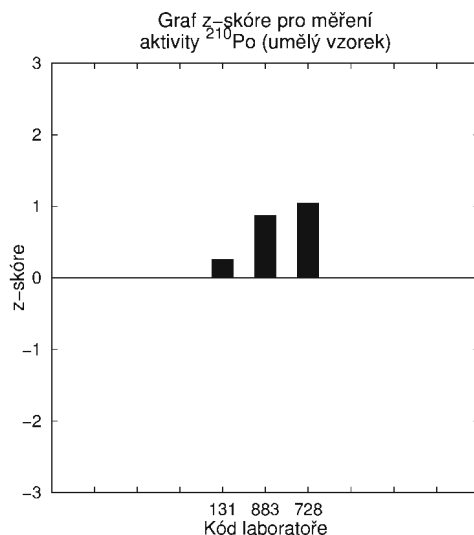


Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	1
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	1
Rozmezí naměřených výsledků	:	–
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	0,860 Bq/l
Přijatá referenční (vztažná) hodnota	:	0,824 Bq/l

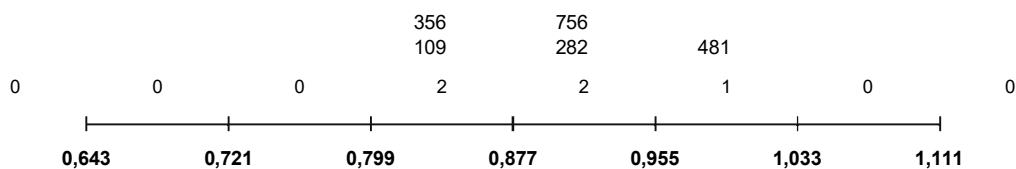
Histogram výsledků měření aktivity ^{210}Po (umělý vzorek)



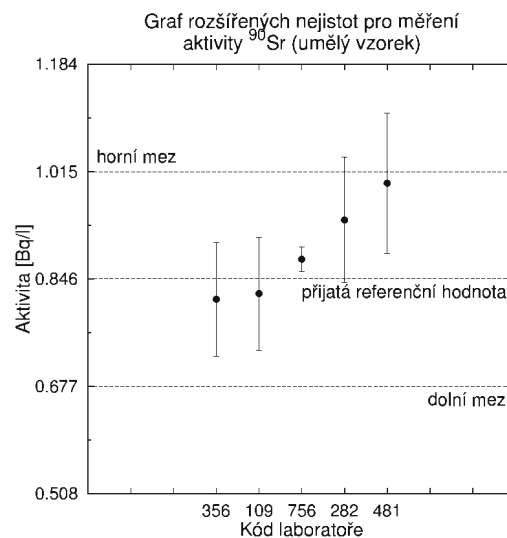
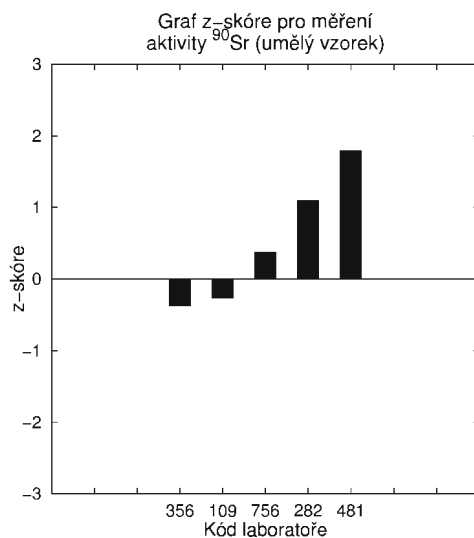
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	3
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	3
Rozmezí naměřených výsledků	:	0,674 – 0,726 Bq/l
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	0,705 Bq/l
Přijatá referenční (vztažná) hodnota	:	0,657 Bq/l



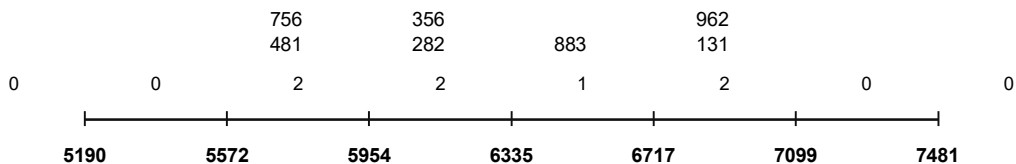
Histogram výsledků měření aktivity ^{90}Sr (umělý vzorek)



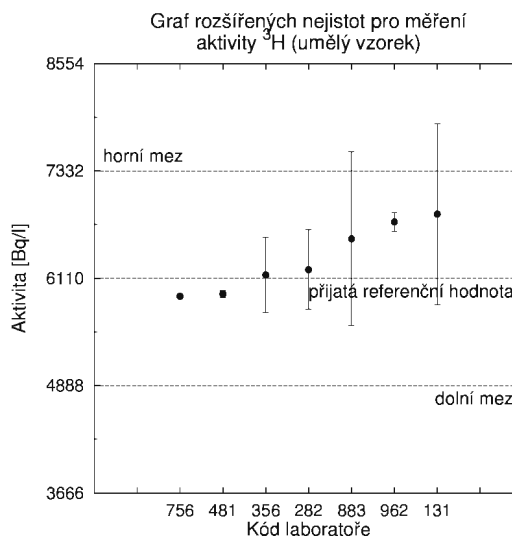
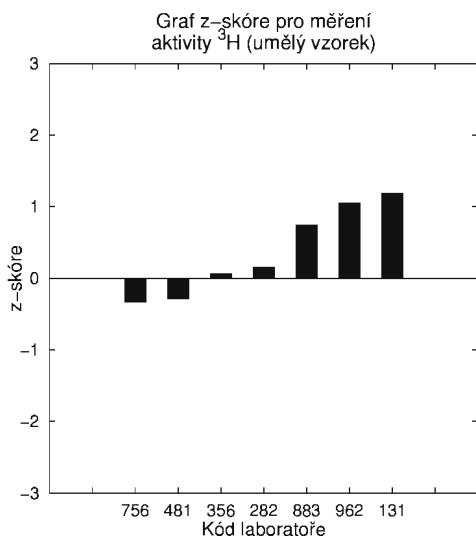
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	: 5
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	: 0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	: 0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	: 5
Rozmezí naměřených výsledků	: 0,814 – 0,997 Bq/l
Střední hodnota zpracovaných výsledků (medián)	: 0,877 Bq/l
Přijata referenční (vztažná) hodnota	: 0,846 Bq/l



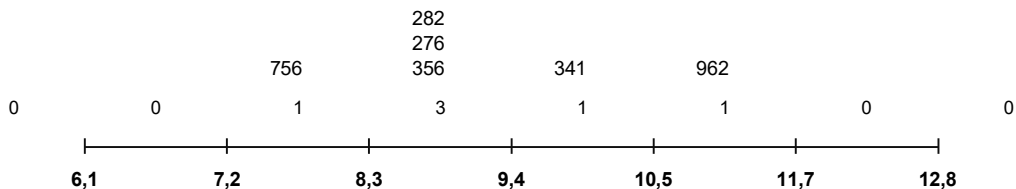
Histogram výsledků měření aktivity ^3H (umělý vzorek)



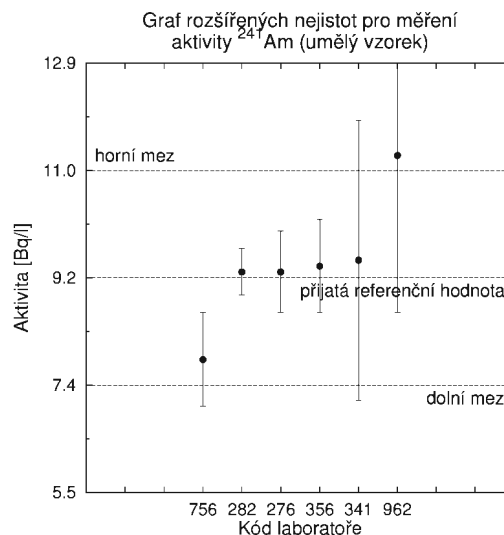
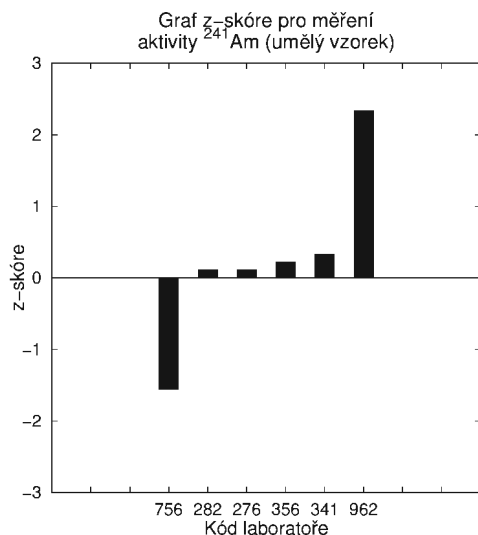
Počet laboratoří, které dodaly výsledky : 7
 Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti) : 0
 Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti) : 0
 Počet výsledků zahrnutých do zpracování : 7
 Rozmezí naměřených výsledků : 5906 – 6840 Bq/l
 Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr) : 6335 Bq/l
 Přijátá referenční (vztažná) hodnota : 6110 Bq/l



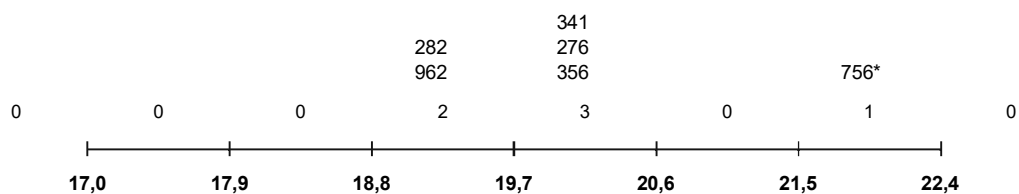
Histogram výsledků měření aktivity ^{241}Am (umělý vzorek)



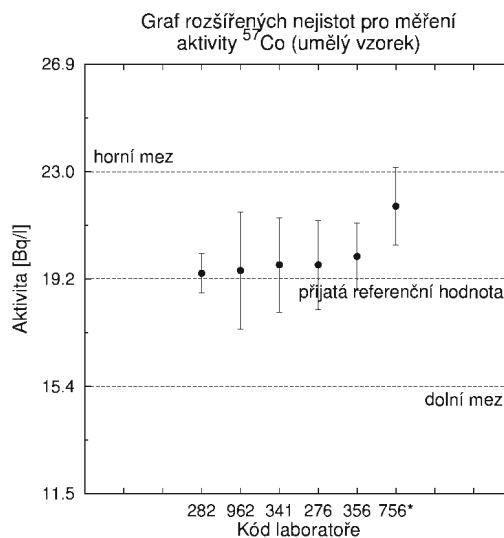
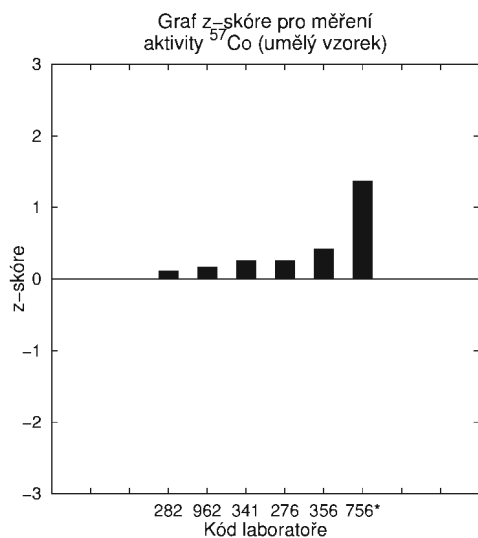
Počet laboratoří, které dodaly výsledky : 6
 Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti) : 0
 Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti) : 0
 Počet výsledků zahrnutých do zpracování : 6
 Rozmezí naměřených výsledků : 7,8 – 11,3 Bq/l
 Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr) : 9,4 Bq/l
 Přijátá referenční (vztažná) hodnota : 9,2 Bq/l



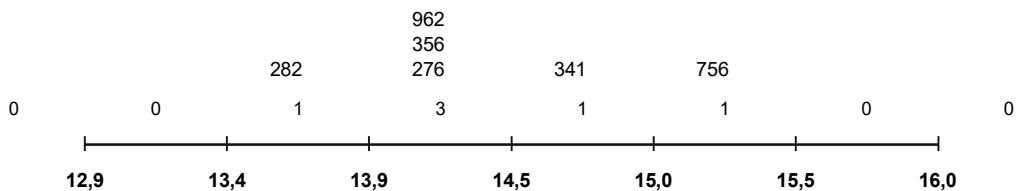
Histogram výsledků měření aktivity ^{57}Co (umělý vzorek)



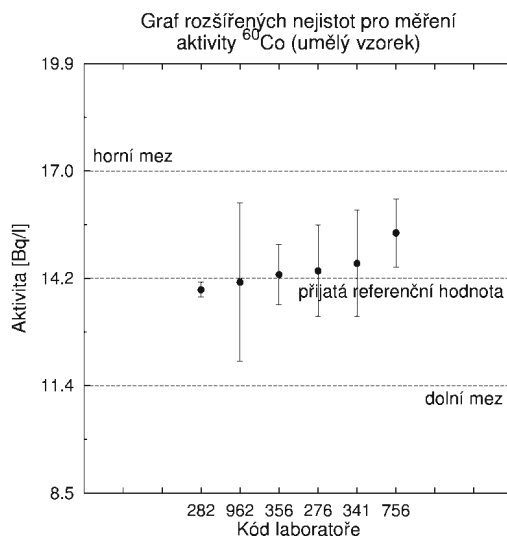
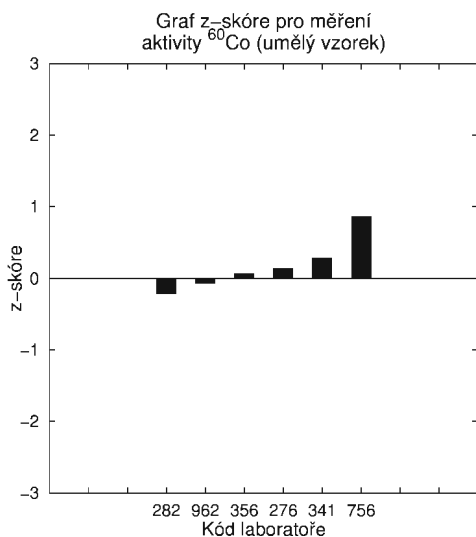
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	6
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	1
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	6
Rozmezí naměřených výsledků	:	19,4 – 21,8 Bq/l
Střední hodnota zpracovaných výsledků (medián)	:	19,7 Bq/l
Přijátá referenční (vztažná) hodnota	:	19,2 Bq/l



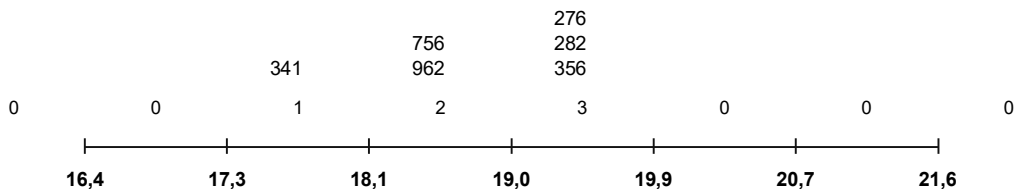
Histogram výsledků měření aktivity ^{60}Co (umělý vzorek)



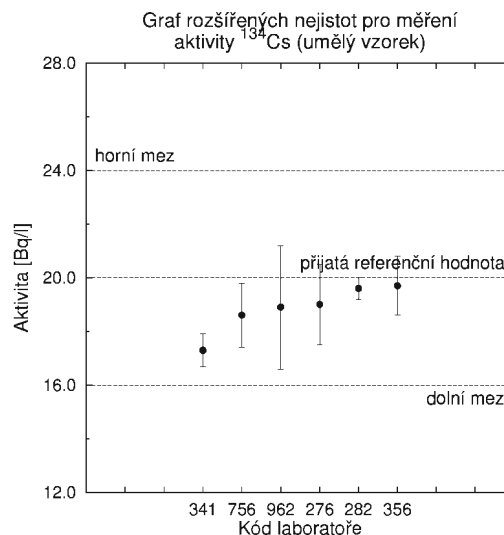
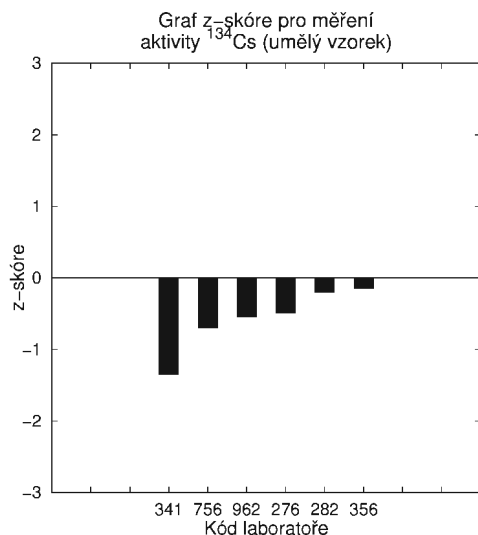
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	6
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	6
Rozmezí naměřených výsledků	:	13,9 – 15,4 Bq/l
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	14,5 Bq/l
Přijátá referenční (vztažná) hodnota	:	14,2 Bq/l



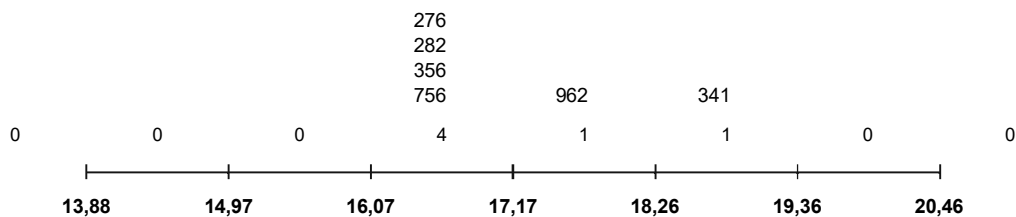
Histogram výsledků měření aktivity ^{134}Cs (umělý vzorek)



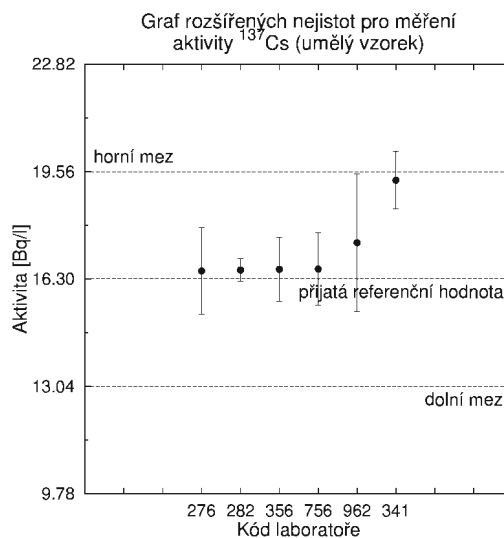
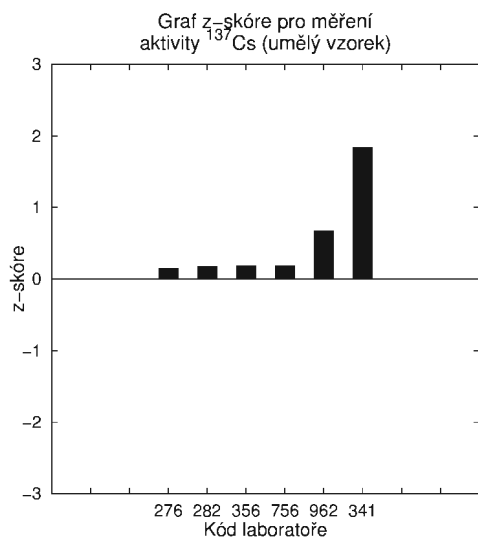
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	6
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	6
Rozmezí naměřených výsledků	:	17,3 – 19,7 Bq/l
Střední hodnota zpracovaných výsledků (medián)	:	19,0 Bq/l
Přijátá referenční (vztažná) hodnota	:	20,0 Bq/l



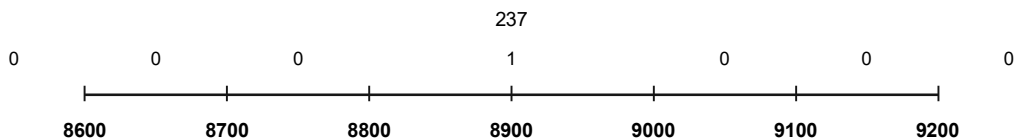
Histogram výsledků měření aktivity ^{137}Cs (umělý vzorek)



Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	6
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	6
Rozmezí naměřených výsledků	:	16,54 – 19,30 Bq/l
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	17,17 Bq/l
Přijátá referenční (vztažná) hodnota	:	16,30 Bq/l

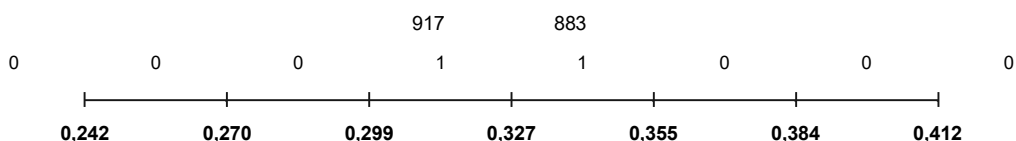


Histogram výsledků měření aktivity ^{137}Cs LSC (umělý vzorek)

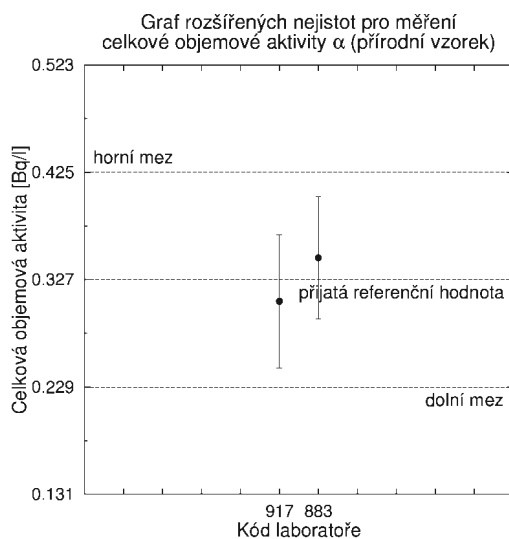
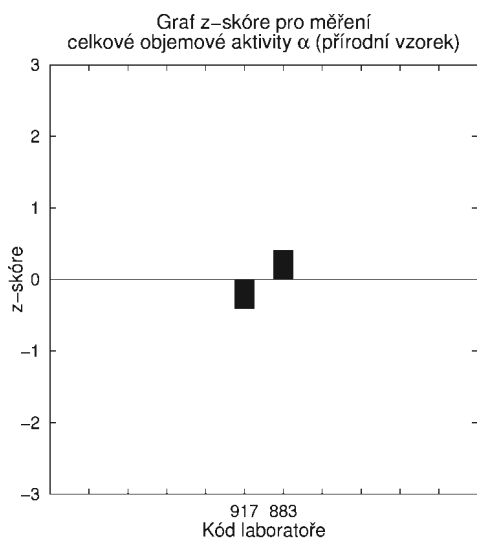


Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	1
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	1
Rozmezí naměřených výsledků	:	—
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	8900 Bq/l
Přijatá referenční (vztažná) hodnota	:	8850 Bq/l

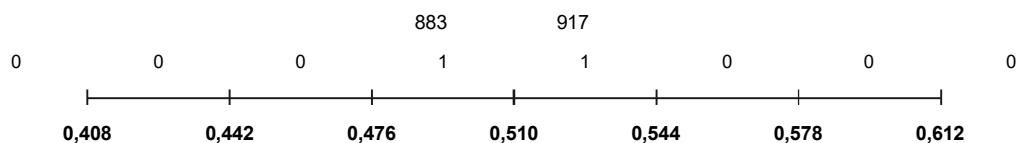
Histogram výsledků měření celkové objemové aktivity α (přírodní vzorek)



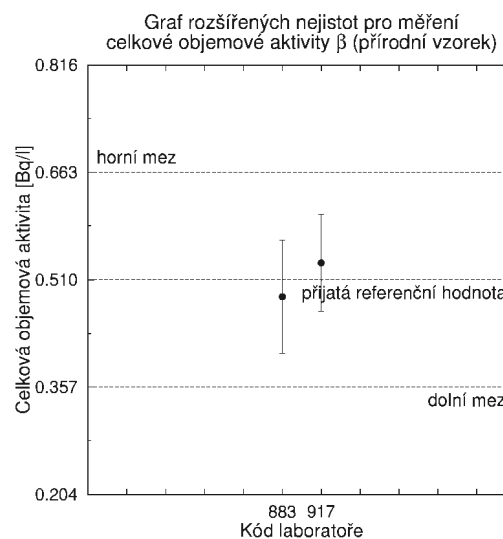
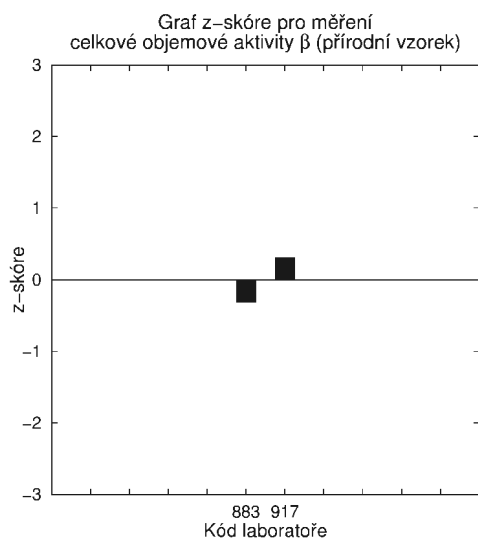
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	2
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	2
Rozmezí naměřených výsledků	:	0,307 – 0,347 Bq/l
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	0,327 Bq/l
Přijatá referenční (vztažná) hodnota	:	0,327 Bq/l



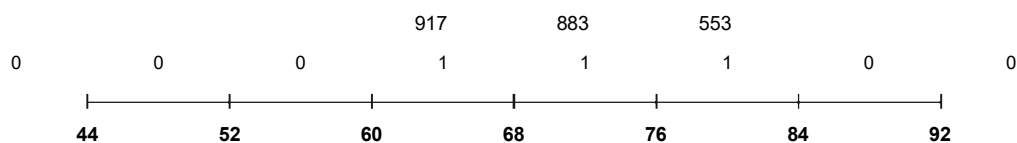
Histogram výsledků měření celkové objemové aktivity β (přírodní vzorek)



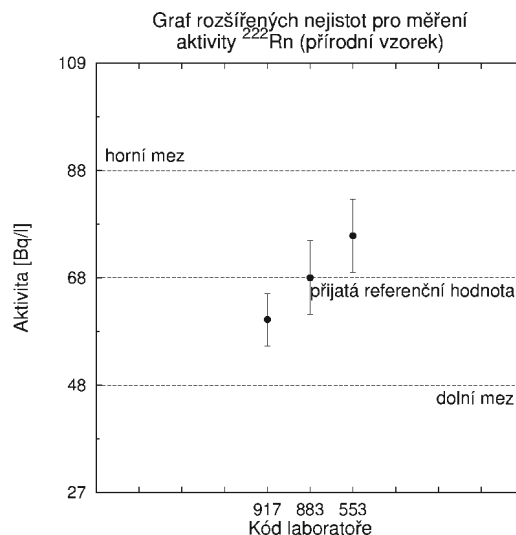
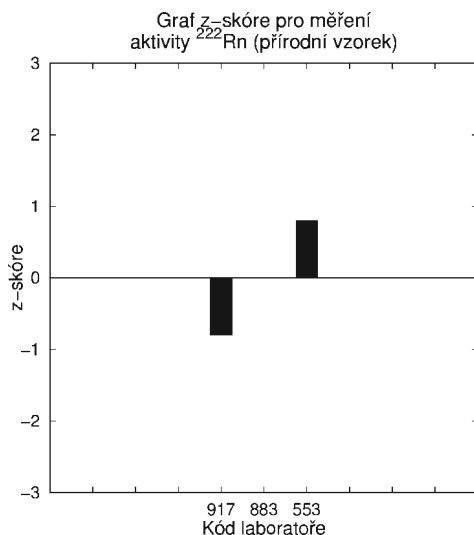
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	2
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	2
Rozmezí naměřených výsledků	:	0,486 – 0,534 Bq/l
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	0,510 Bq/l
Přijatá referenční (vztažná) hodnota	:	0,510 Bq/l



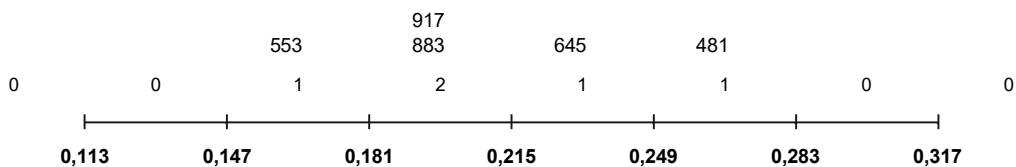
Histogram výsledků měření aktivity ^{222}Rn (přírodní vzorek)



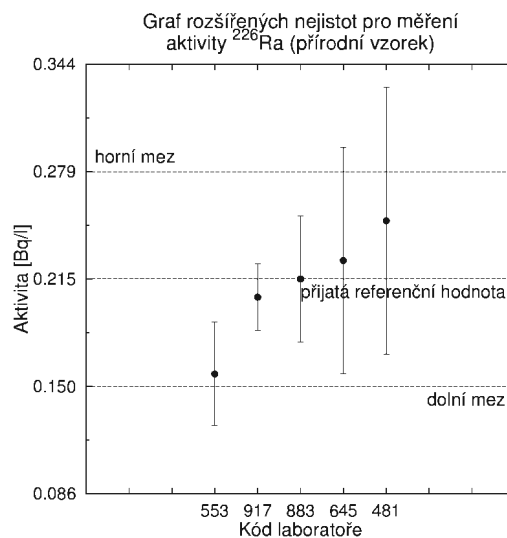
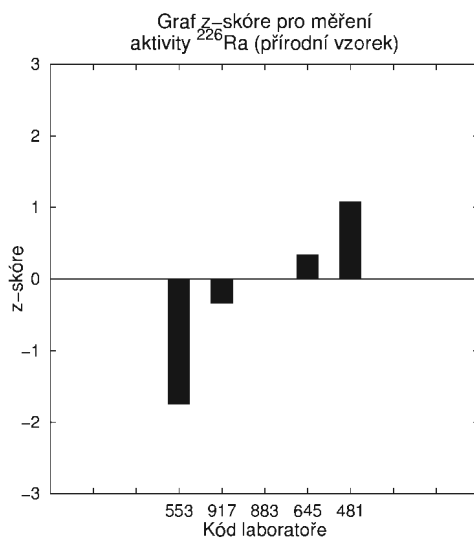
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	3
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	3
Rozmezí naměřených výsledků	:	60 – 76 Bq/l
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	68 Bq/l
Přijatá referenční (vztažná) hodnota	:	68 Bq/l



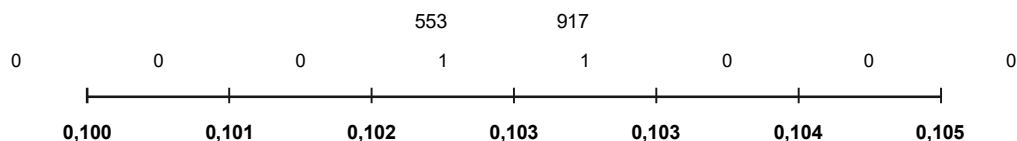
Histogram výsledků měření aktivity ^{226}Ra (přírodní vzorek)



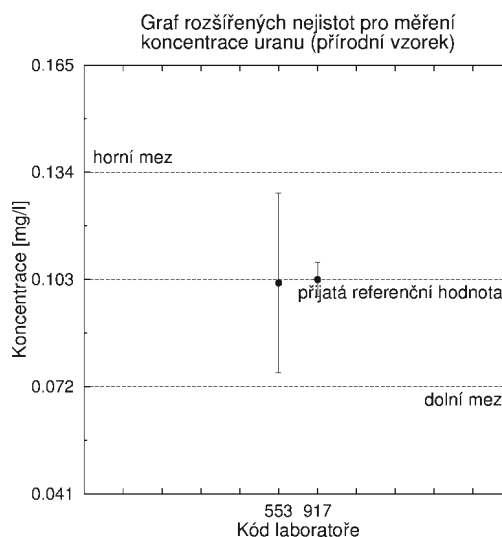
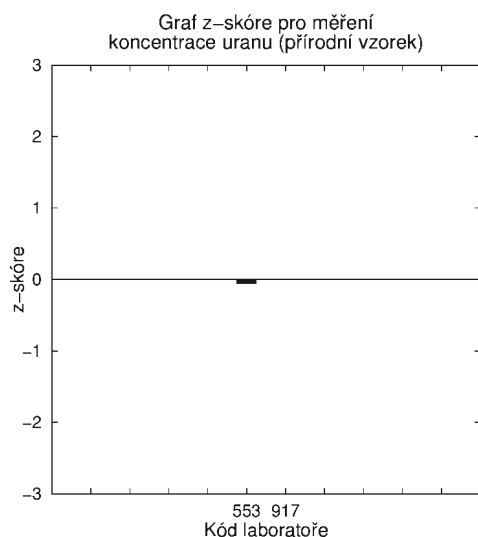
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	5
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	5
Rozmezí naměřených výsledků	:	0,158 – 0,250 Bq/l
Střední hodnota zpracovaných výsledků (medián)	:	0,215 Bq/l
Přijátá referenční (vztažná) hodnota	:	0,215 Bq/l



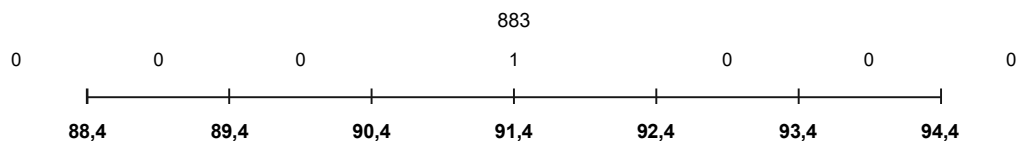
Histogram výsledků měření koncentrace uranu (přírodní vzorek)



Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	2
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	2
Rozmezí naměřených výsledků	:	0,102 – 0,103 mg/l
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	0,103 mg/l
Přijátá referenční (vztažná) hodnota	:	0,103 mg/l

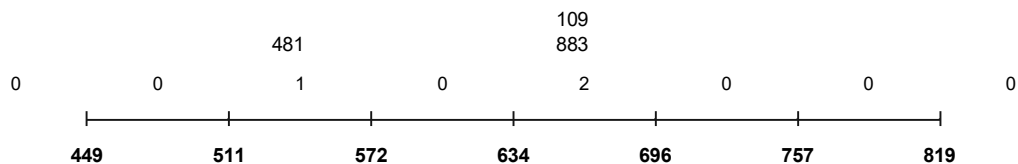


Histogram výsledků měření aktivity ^3H (přírodní vzorek)

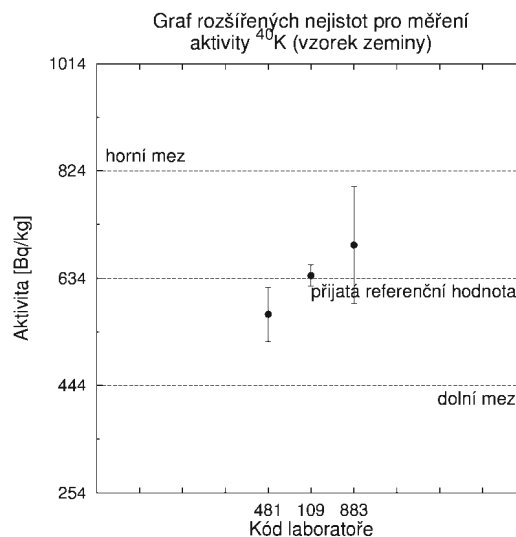
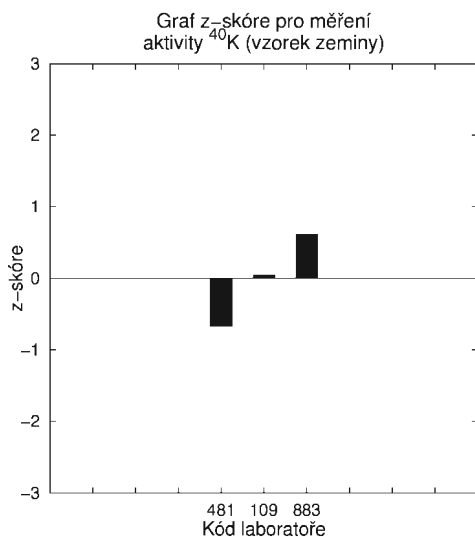


Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	1
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	1
Rozmezí naměřených výsledků	:	—
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	91,4 Bq/l
Přijátá referenční (vztažná) hodnota	:	91,4 Bq/l

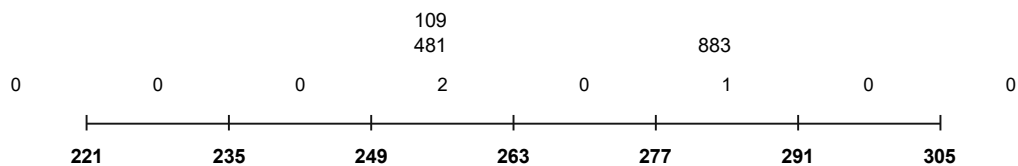
Histogram výsledků měření aktivity ^{40}K (vzorek zeminy)



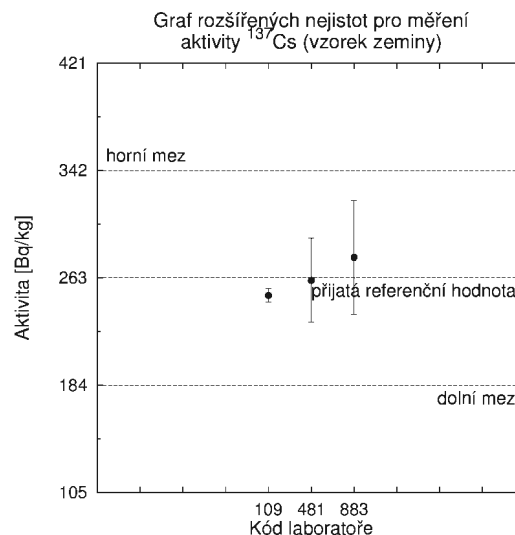
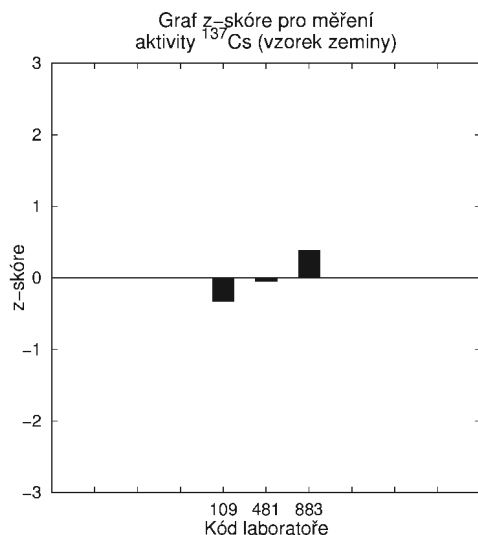
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	3
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	3
Rozmezí naměřených výsledků	:	570 – 693 Bq/kg
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	634 Bq/kg
Přijátá referenční (vztažná) hodnota	:	634 Bq/kg



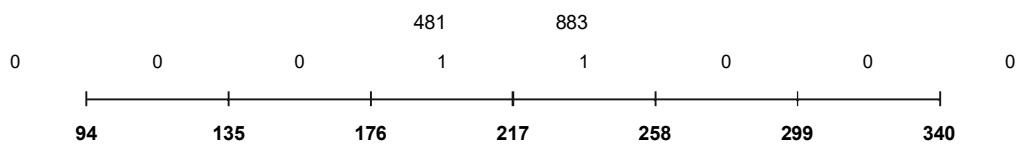
Histogram výsledků měření aktivity ^{137}Cs (vzorek zeminy)



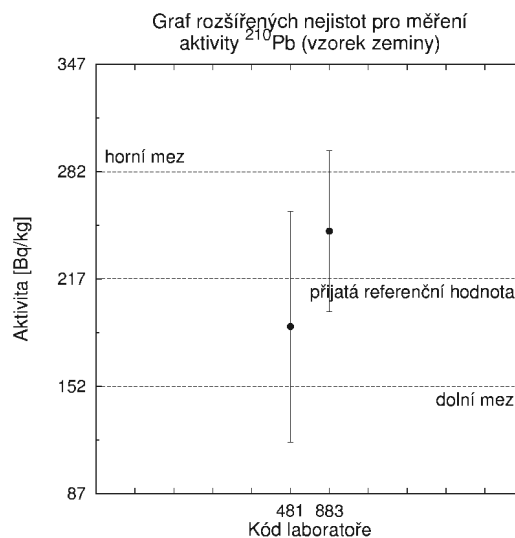
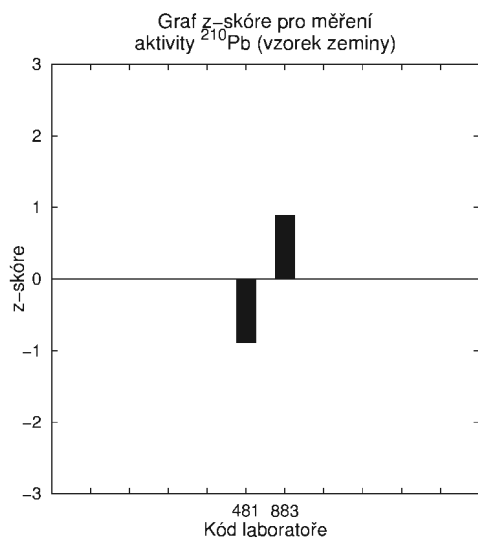
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	3
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	3
Rozmezí naměřených výsledků	:	250 – 278 Bq/kg
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	263 Bq/kg
Přijátá referenční (vztažná) hodnota	:	263 Bq/kg



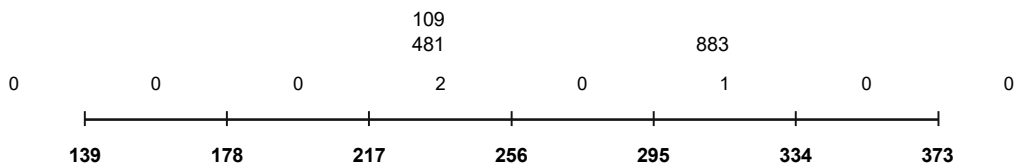
Histogram výsledků měření aktivity ^{210}Pb (vzorek zeminy)



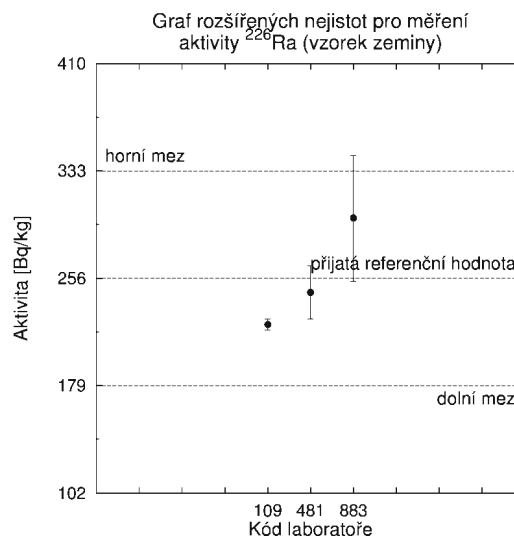
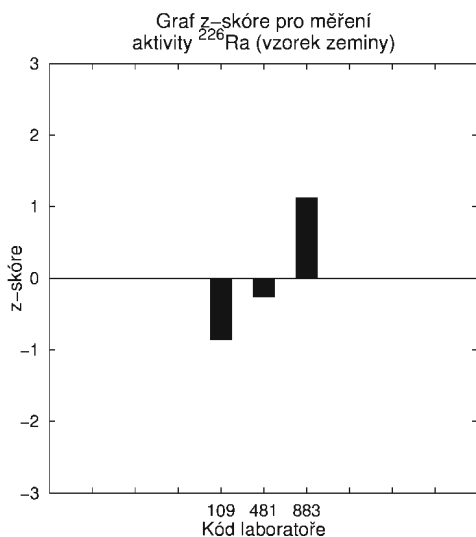
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	2
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	2
Rozmezí naměřených výsledků	:	188 – 246 Bq/kg
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	217 Bq/kg
Přijata referenční (vztažná) hodnota	:	217 Bq/kg



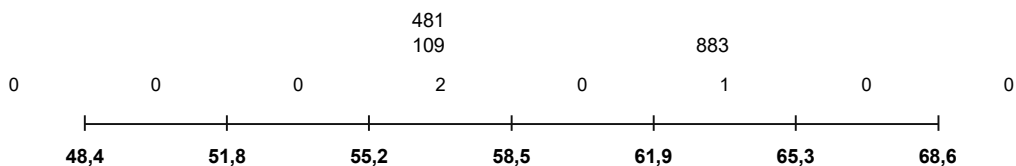
Histogram výsledků měření aktivity ^{226}Ra (vzorek zeminy)



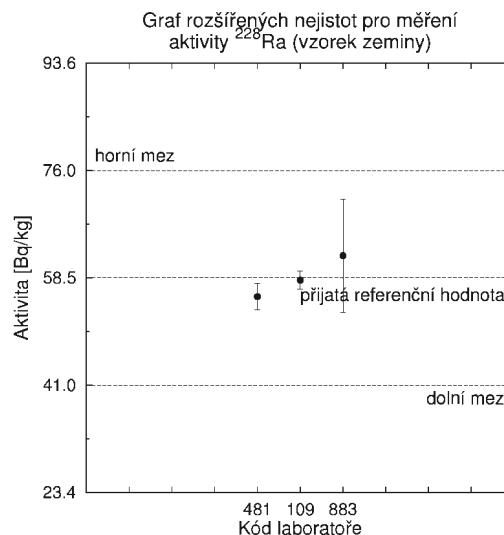
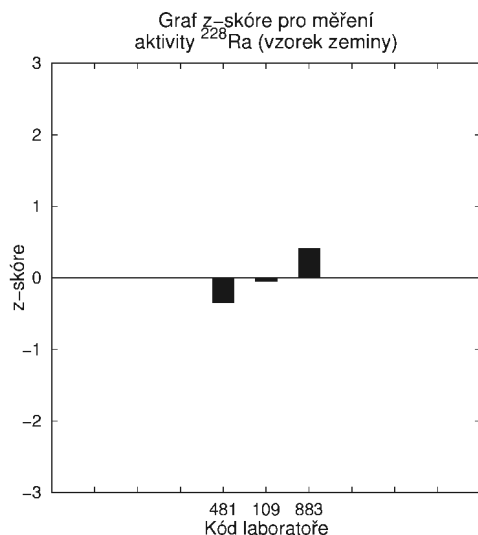
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	3
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	3
Rozmezí naměřených výsledků	:	223 – 299 Bq/kg
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	256 Bq/kg
Přijatá referenční (vztažná) hodnota	:	256 Bq/kg



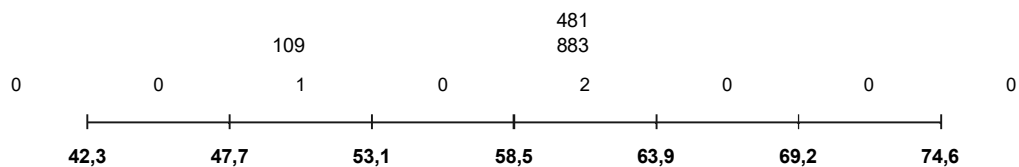
Histogram výsledků měření aktivity ^{228}Ra (vzorek zeminy)



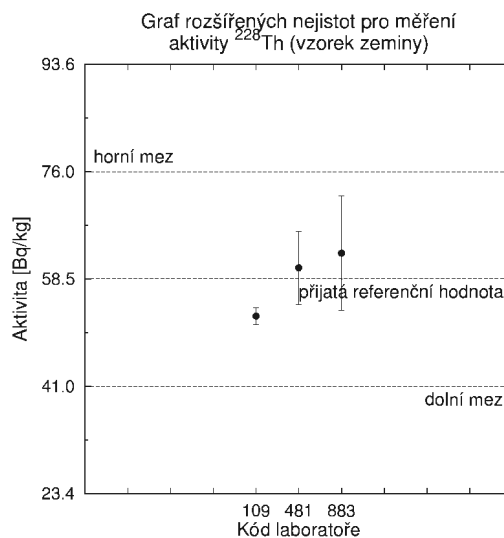
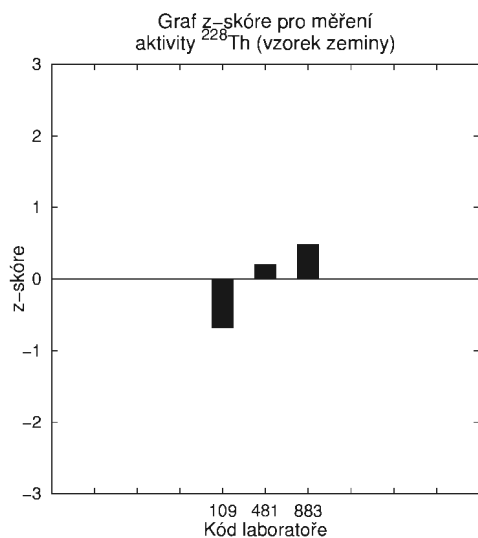
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	3
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	3
Rozmezí naměřených výsledků	:	55,4 – 62,1 Bq/kg
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	58,5 Bq/kg
Přijatá referenční (vztažná) hodnota	:	58,5 Bq/kg



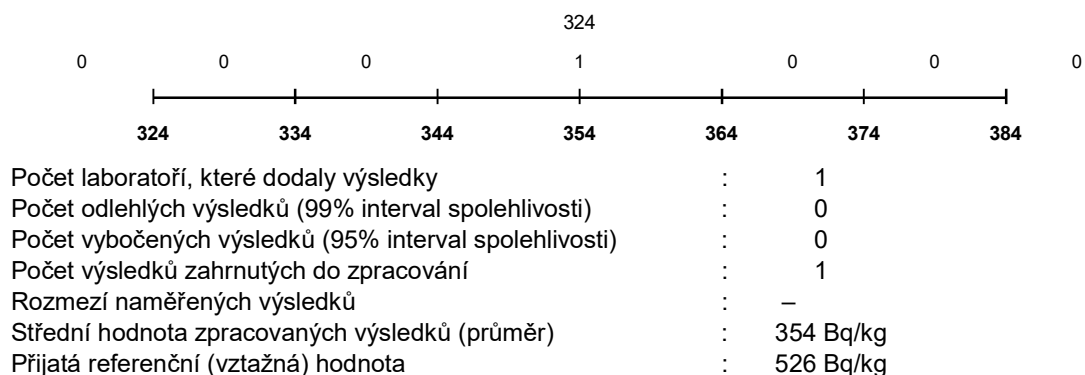
Histogram výsledků měření aktivity ^{228}Th (vzorek zeminy)



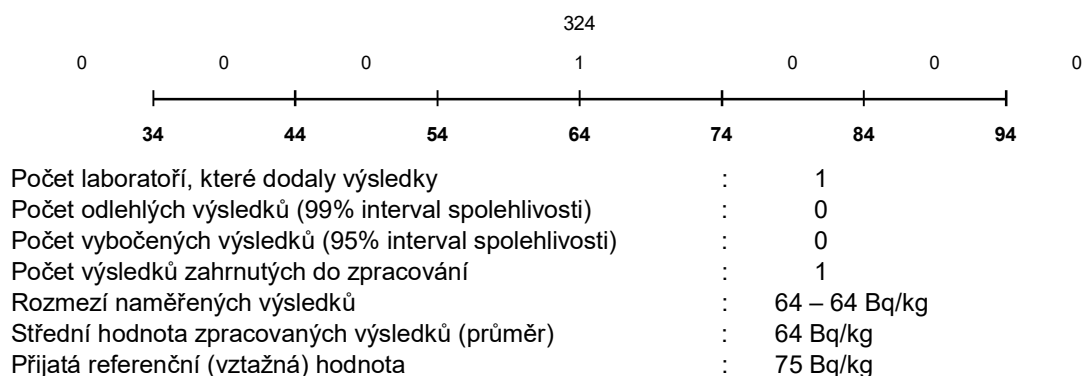
Počet laboratoří, které dodaly výsledky	:	3
Počet odlehlých výsledků (99% interval spolehlivosti)	:	0
Počet vybočených výsledků (95% interval spolehlivosti)	:	0
Počet výsledků zahrnutých do zpracování	:	3
Rozmezí naměřených výsledků	:	52,4 – 62,7 Bq/kg
Střední hodnota zpracovaných výsledků (průměr)	:	58,5 Bq/kg
Přijata referenční (vztažná) hodnota	:	58,5 Bq/kg



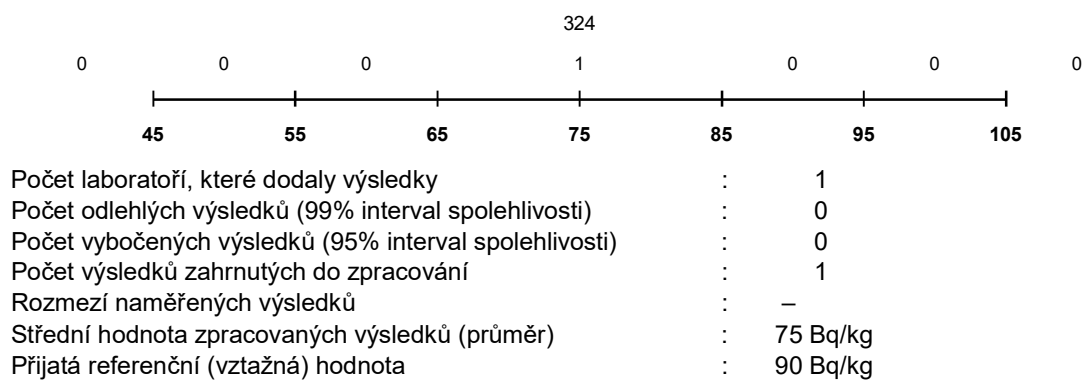
Histogram výsledků měření aktivity ^{226}Ra (filtrační náplň)



Histogram výsledků měření aktivity ^{228}Ra (filtrační náplň)



Histogram výsledků měření aktivity ^{228}Th (filtrační náplň)



Název: Výsledky zkoušení způsobilosti OR-RA-25
Autoři: Kolektiv autorů
Vyrobilo a vydalo ASLAB Středisko pro posuzování způsobilosti laboratoří
při Výzkumném ústavu vodohospodářském T. G. Masaryka, v.v.i.
Podbabská 2582/30
160 00 Praha 6
Rok vydání: 2025

Tato neprodejná publikace je určena účastníkům zkoušení způsobilosti a není určena k veřejnému šíření.