

Plán standardizace – Program rozvoje metrologie 2025

Zpráva pro závěrečnou oponenturu úkolu

Číslo úkolu: VII/7/25

**Název úkolu: Nejistoty měření ukazatelů čistírenského kalu
včetně vzorkování**

**Zadavatel: Česká republika – Úřad pro technickou normalizaci, metrologii
a státní zkušebnictví, organizační složka státu**

Řešitel: CSlab spol. s r.o., Bavorská 855, 155 00 Praha 5

Vypracovala: Ing. Alena Nižnanská
podpis

Datum: 10. listopadu 2025

Rozdělovník: 1x ÚNMZ
1x CSlab spol. s r.o.
2x oponenti úkolu - doc. Ing. Zbyněk Plzák, CSc., Ing. Eva Klokočnicková

OBSAH

1. Obsah	2
1.1. Seznam použitých zkratk	2
2. Úvod	3
3. Popis řešeného úkolu	3
4. Provedení experimentu	9
4.1. Mezilaboratorní porovnání	12
4.2. Experiment	12
4.3. Zpracování výsledků z mezilaboratorního porovnání	13
5. Dosažené výsledky	13
6. Čerpané náklady na úkol	18
7. Závěry	18
8. Literatura	19
9. Přílohy	19
Příloha 3 - Validace softwaru	
Příloha 5 - Vyhodnocení PT – PT/CHA/3/2025 (PT23), PT/S/O/1/2025 (PT2), programy PT2 2021–2025	

1. 1 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

PT	zkoušení způsobilosti
RANOVA	robustní analýza rozptylu
ANOVA	analýza rozptylu
OS	odběrová skupina

2. ÚVOD

Problematika odhadu nejistot výsledků analýz ukazatelů čistírenského kalu zajímá zejména zkušební laboratoře.

Důvodem jsou především požadavky akreditačních orgánů, právních předpisů a zákazníků.

Současný stav uvádění nejistot v laboratořích není uspokojivý. Nejistoty uváděné laboratořemi nezahrnují příspěvky k nejistotě z odběru vzorku a nerespektují vliv koncentrační úrovně zájmového analytu. Validační studie by pro každou laboratoř znamenala značné finanční i časové náklady a zahrnovala by pouze vnitrolaboratorní experiment. Nemalé problémy jsou i v oblasti využití nejistot ze strany správních orgánů, kdy nejistota je v mnoha případech chápána zcela nedostatečně a není využíváno reálných hodnot nejistot.

Řešení odhadu reálných hodnot dosahovaných nejistot při analýze vzorků životního prostředí je náročným úkolem a metodika cíleného mezilaboratorního experimentu je efektivní cestou, jak takové odhady hodnot nejistot výsledků měření včetně vzorkování získat.

Pomocí cíleného mezilaboratorního experimentu se úkol zabýval stanovením reálně dosahovaných nejist měření ukazatelů v čistírenském kalu, odhadem jejich cílových nejistot včetně vzorkování.

Úkol navazuje na realizovaný úkol PRM č. VII/7/16 a byl nově realizován tak, že odebrané vzorky kalu byly analyzovány v jedné laboratoři, tím se získaly nejistoty vzorkování.

Řešení tohoto úkolu si vyžaduje legislativa v oblasti životního prostředí, a to Vyhláška o podrobnostech nakládání s odpady č. 273/2021 Sb. a Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 256/2023 Sb.

Jednalo se o tyto ukazatele:

- a) rizikové prvky: arzen, kadmium, chrom, měď, rtuť, nikl, olovo, zinek
- b) adsorbovatelné organicky vázané halogeny (AOX)
- c) agrochemické parametry: pH, sušina, organické látky (ztráta žiháním), celkový dusík, fosfor, draslík, vápník, hořčík.

Jsou to ukazatele z Přílohy č. 37 a 38 vyhlášky č. 273/2021 Sb. a Přílohy č. 10 vyhlášky č. 256/2023 Sb., kterou se mění vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), ve znění pozdějších předpisů.

Pro metodiku stanovení ukazatelů čistírenského kalu a k odhadu nejistot vycházejících ze vzorkování a ke zpracování výsledků využíváme mezinárodní a české dokumenty [1], [2], [3], [4].

3. POPIS ŘEŠENÍ ÚKOLU

V současnosti existují dva hlavní přístupy k odhadům nejistoty [1]. První z nich, nazývaný jako empirický (experimentální, retrospektivní či shora dolů), opakuje do jisté míry celý proces měření pro získání přímého odhadu nejistoty finálního výsledku měření. Druhý z nich, většinou nazývaný jako modelový (teoretický, prediktivní či zdola nahoru), má za cíl kvantifikovat všechny zdroje nejistoty odděleně a zkombinovat je za pomoci daného modelu. Oba přístupy se vzájemně nevylučují a lze je v případě potřeby úspěšně aplikovat společně za účelem studování jednoho měřicího systému.

Empirický přístup si klade za cíl získat spolehlivý odhad nejistoty, aniž by byly známy její jednotlivé zdroje. Empirický přístup je tedy založen na vnitrolaboratorních a mezilaboratorních sledováních výkonnosti zkušebních postupů. Je důležité pochopit, že empirické přístupy jsou rovnocenné přístupu modelování a že občas vedou k výstižnějšímu (reálnějšímu) vyhodnocení nejistoty. Tyto přístupy vycházejí z dlouhodobých praktických zkušeností a odrážejí obvyklou praxi. Použití alternativních

postupů se více přibližuje reálné matici analyzované v laboratořích. Nevýhodou těchto přístupů je obtížnější stanovení vztažné hodnoty, a tím i dodržení odpovídající metrologické návaznosti.

Přehled stanovení nejistot:

A. Přístup modelováním

Přístup pro vyhodnocení nejistoty modelováním je popsán v dokumentech [1] a [2]. Modelování postupu měření může být neuskutečnitelné z ekonomických nebo jiných důvodů.

B1. Přístup s vnitrolaboratorní validací

Hlavní zdroje variability výsledků měření je možné často stanovit v rámci validační studie. Odhady vychýlení, opakovatelnosti a vnitrolaboratorní reprodukovatelnosti lze získat v rámci organizování experimentálních činností uvnitř laboratoře.

B2. Přístup s mezilaboratorní validací

Hlavní zdroje variability měření je možné stanovit v mezilaboratorních studiích, jak se uvádí v ČSN ISO 5725 [4]. Ta uvádí odhady opakovatelnosti (směrodatná odchylka opakovatelnosti s_r), reprodukovatelnosti (směrodatná odchylka reprodukovatelnosti s_R) a vychýlení metody (bias).

B3. Přístup s použitím údajů ze zkoušení způsobilosti.

Zkoušení způsobilosti (PT) – externí prokazování kvality (EHK), je určeno k pravidelné kontrole celkové výkonnosti laboratoře. Výsledky laboratoře získané účastí ve zkoušení způsobilosti se mohou tedy použít pro kontrolu vyhodnocené nejistoty měření, protože tato nejistota by měla být kompatibilní s rozptýlením výsledků získaných touto laboratoří v rámci více kol (cyklů) zkoušek způsobilosti.

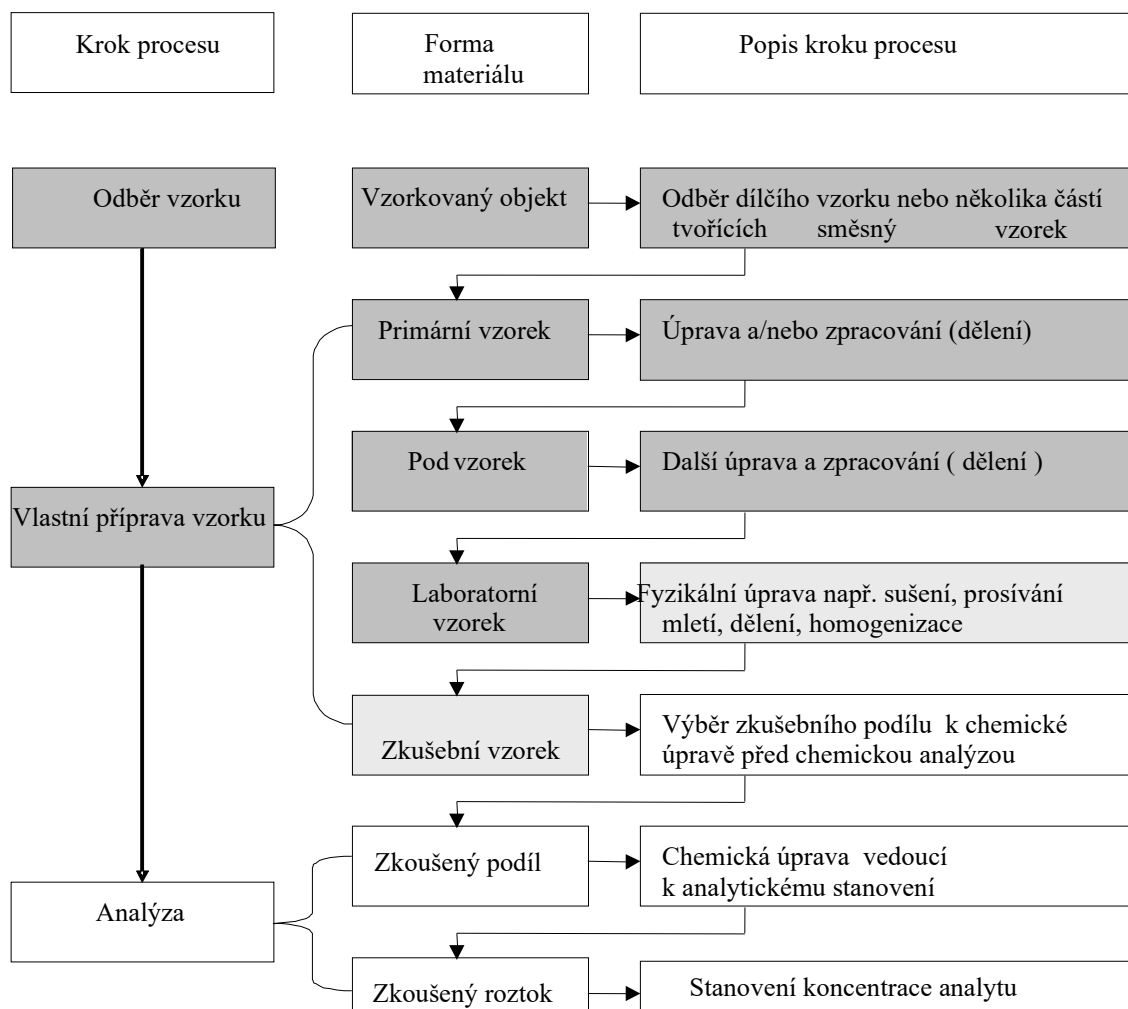
Například, pokud je v rámci programu PT použita všemi účastníky stejná metoda, je směrodatná odchylka ekvivalentem pro odhad mezilaboratorní reprodukovatelnosti a může se v podstatě použít jako směrodatná odchylka reprodukovatelnosti získaná v mezilaboratorní studii.

Dále mohou u více cyklů vychýlení výsledků laboratoře od vztažné hodnoty poskytnout předběžné vyhodnocení nejistoty měření příslušné laboratoře.

Nejistoty výsledků analytických měření jsou v současné době ve většině laboratoří zpracovány na rozdílné úrovni. Výjimečně byly stanoveny výše uvedenými způsoby, často je však využíváno tzv. kvalifikovaného odhadu nejistoty měření. Příspěvek nejistoty odběru vzorku není v celkové nejistotě zahrnut.

Jakým příspěvkem ovlivní nejistota odběru vzorku celkovou nejistotu měření, a především, jak ji optimálně stanovit? Nutno konstatovat, že zcela univerzální postup prozatím neexistuje. Vždy se jedná o přiblížení se k teoretické hodnotě, stejně jako v analytické chemii [1] (viz tabulka 1, 2, 3).

Tabulka 1: Diagram procesu měření



Tabulka 2: Možné zdroje nejistoty odběru a přípravy vzorků

Odběr vzorku	Příprava vzorku
- Heterogenita (či nehomogenita) - Vlivy strategie odběru vzorku (např. náhodný, stratifikovaný náhodný, proporcionální, atd.) - Vlivy pohybu vzorkovaného množství (zejména výběr hustoty) - Fyzikální vlastnosti vzorku (pevný, kapalný, plyný) - Vlivy teploty a tlaku - Vlivy odběru vzorku na složení (např. různá adsorpce ve vzorkovaném systému) - Přeprava a uchování vzorku	- Homogenizace a/nebo příprava podvzorku - Sušení - Mletí - Rozpouštění - Extrakce - Kontaminace - Derivatizace (chemické vlivy) - Chyby ředění - (Za)koncentrování

Tabulka 3: Příspěvky nejistoty při empirickém přístupu

Proces	Třída vlivu	
	<i>Náhodný (preciznost)</i>	<i>Systematický (vychýlení)</i>
Analýza	Analytická variabilita (kombinace příspěvků na základě náhodných vlivů)	Analytická systematická chyba (kombinovaný vliv více zdrojů vychýlení)
Odběr vzorku	Variabilita odběru vzorku (daná hlavně heterogenitou a odchylkami)	Vychýlení odběru vzorků (kombinovaný vliv výběru vzorku či odchylek obsluhy)

Příspěvek nejistoty vzorkování se skládá:

- z příspěvku, který souvisí s heterogenitou vzorkovaného objektu (v čase nebo místě)
- z příspěvku, který se vztahuje k vlastnímu odběru, tj. k vyjmutí vzorku ze vzorkovaného objektu (vliv vzorkovaného množství, fyzikální vlastnosti vzorku, vliv teploty, tlaku, sorpce, rozdělovací koeficienty ve vzorkovacím systému)
- z příspěvku, který v sobě zahrnuje zpracování vzorků, homogenizace, dělení, ukládání do vzorkovnic, konzervace, skladování a přepravu do laboratoře.

Statistický model pro empirický odhad nejistoty

K návrhu zkušebních metod pro empirický odhad nejistoty je třeba mít statistický model [1], popisující vztah mezi měřenou a pravou hodnotou koncentrace analytu. Tento model pro náhodné vlivy bere v potaz jedno měření analytické koncentrace (x) na jednom vzorku (směsném či jednoduchém) v rámci jednoho vzorkovaného objektu:

$$x = X_{skut.} + \varepsilon_{odb.} + \varepsilon_{analýzy}$$

kde $X_{skut.}$ je skutečná hodnota koncentrace analytu, reprezentující vzorkovaný objekt (tedy ekvivalent pro hodnotu měřené veličiny). Příspěvek k celkové chybě měření způsobený odběrem je vyjádřen hodnotou $\varepsilon_{odb.}$, zatímco celkový příspěvek chyby analýzy je vyjádřen hodnotou $\varepsilon_{analýzy}$.

Při zkoumání jednoho vzorkovaného objektu (pokud jsou zdroje variability nezávislé) platí pro rozptyl měření $\sigma^2_{měření}$

$$\sigma^2_{měření} = \sigma^2_{odb.} + \sigma^2_{analýzy}$$

kde $\sigma^2_{odb.}$ je rozptyl “mezi-vzorky” v rámci jednoho objektu (převážně způsobená heterogenitou analytu) a $\sigma^2_{analýzy}$ je rozptyl “mezi-analýzami” v rámci jednoho vzorku.

Při použití statistických odhadů výběrového rozptylu (s^2) k aproximaci těchto parametrů dostaneme

$$s^2_{měření} = s^2_{odb.} + s^2_{analýzy}$$

Standardní nejistotu (u) lze odhadnout pomocí $s_{měření}$, tedy výpočtem

$$u = s_{měření} = \sqrt{s^2_{odb.} + s^2_{analýzy}} \quad (1)$$

Variabilita způsobená fyzikální přípravou vzorku může být zahrnuta do variability vzorkování nebo ji lze v případě potřeby vyjádřit zvláštním členem.

Při hodnocení více vzorkovaných objektů musí být model rozšířen následovně:

$$x = X_{skut.} + \varepsilon_{objektu} + \varepsilon_{odb.} + \varepsilon_{analýzy}$$

kde výraz $\varepsilon_{\text{objektu}}$ představuje variabilitu koncentrace mezi objekty a má rozptyl $\sigma^2_{\text{mezi-objekty}}$.

Vhodným provedením ANOVA získáme odhad rozptylů $\sigma^2_{\text{mezi-objekty}}$, $\sigma^2_{\text{odb.}}$ a $\sigma^2_{\text{analýzy}}$ a nejistota se odhadne stejně jako předtím s použitím rovnice.

Celkový rozptyl $\sigma^2_{\text{celková}}$, vyjádřený rovnicí

$$\sigma^2_{\text{celková}} = \sigma^2_{\text{mezi-objekty}} + \sigma^2_{\text{odb.}} + \sigma^2_{\text{analýzy}}$$

je též užitečným parametrem při určování vhodnosti měření pro daný účel. Z praktických důvodů jsou rozptyly souboru nahrazeny jejich výběrovými odhady s^2 což poskytuje:

$$s^2_{\text{celková}} = s^2_{\text{mezi-objekty}} + s^2_{\text{odb.}} + s^2_{\text{analýzy}} \quad (2)$$

Empirický odhad přístup

Pro odhad nejistoty v rámci empirického přístupu lze použít čtyři typy metod (Tabulka 4).

Metoda	Popis metody	Vzorkaři	Technika odběru	Vyhodnocení složek			
				Odběr		Měření	
				Preciznost	Vychýlení	Preciznost	Vychýlení
1	Duplicitní vzorky	Jeden	Stejná	Ano	Ne	Ano	Ne ¹
2	Různé techniky odběru	Jeden	Různá	mezi technikami odběru		Ano	Ne ¹
3	Odběr dvou a více skupin (CTS)	Více vzorkařů	Stejná	mezi vzorkaři		Ano	Ano ²
4	MPO (SPT)	Více vzorkařů	Různá	mezi technikami odběru + mezi vzorkaři		Ano	Ano ²

Poznámky:

1) – zařazením certifikovaného referenčního materiálu pro analýzu je možno určit vychýlení analýzy

2) – vychýlení analýzy je částečně nebo zcela zahrnuta účastí více laboratoří v mezilaboratorní studii

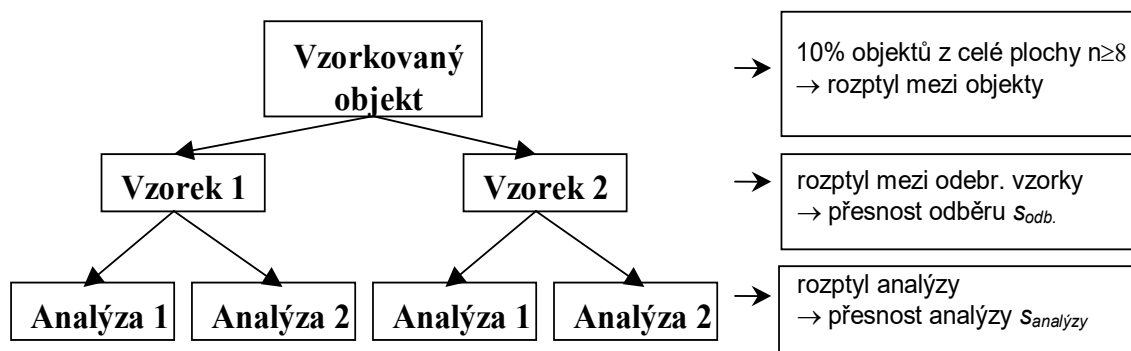
Vysvětlivky:

1) duplicitní metoda (metoda duplicitních odběrů) – nejjednodušší a nejlevnější

2) vzorkař používá různé techniky odběru, lze vychýlení mezi nimi snadno rozpoznat

3) více vzorkařů používá stejnou techniku odběru (odpovídá mezilaboratornímu odběru – CTS či testu výkonnosti metody), může pak být vychýlení mezi vzorkaři rozpoznáno a zahrnuto do odhadu nejistoty

4) různí vzorkaři kvalifikovaně vyberou a použijí různé techniky odběru, podle jejich profesionálního úsudku nejvhodnější pro daný účel – odpovídá mezilaboratornímu porovnání odběrů - MPO), může pak být jakékoliv vychýlení vzorkování, způsobené buď technikou odběru či vzorkařem, rozpoznáno a zahrnuto v odhadu nejistoty.

Obrázek 1: Vyvážená strategie odběru vzorku

Hodnoty $s_{odb.}$ a $s_{analýzy}$ z analýzy rozptylu (ANOVA) jsou odhady preciznosti odběru, respektive preciznosti analýzy. Náhodnou složku nejistoty měření získáme kombinací těchto dvou odhadů (rovnice 1). Pro získání rozšířené nejistoty (např. přibližně 95% úroveň spolehlivosti) je třeba tuto hodnotu vynásobit koeficientem rozšíření 2. Rozšířenou nejistotu pak spočítáme jako

$$U = 2s_{měření} \quad (3)$$

U lze též vyjádřit relativně k uváděné hodnotě x a vyjádřit ji v procentech jako relativní rozšířenou nejistotu U' :

$$U' = 100 \frac{2s_{měření}}{x} \% \quad (4)$$

Relativní nejistota je zde vhodnější než ta standardní. Podobně i samotná relativní rozšířená nejistota odběru, respektive analýzy může být vyjádřena jako

$$U_{odb.}' = 100 \frac{2s_{odb.}}{x} \%$$

Analogicky i samotná relativní rozšířená nejistota odběru, respektive analýzy může být vyjádřena jako

$$U_{analýzy}' = 100 \frac{2s_{analýzy}}{x} \%$$

Řízení kvality odběru vzorků

Přístup NORDEST [5] k vyhodnocení nejistoty z údajů PT využívá směrodatnou odchylku reprodukovatelnosti laboratoře kombinovanou s metodou odhadů vychýlení podle údajů z PT.

$$U = k * u = k * \sqrt{u(R_W)^2 + u(bias)^2} \quad (5)$$

$$u_{bias} = \sqrt{RMS_{bias}^2 + u(C_{ref})^2} \quad (6)$$

kde U je rozšířená nejistota, k je koeficient rozšíření, u je kombinovaná standardní nejistota,

$u(Rw)$ je směrodatná odchylka reprodukovatelnosti samotné laboratoře získaná z údajů řízení kvality, $u(bias)$ je složka nejistoty, která má původ ve vychýlení metody a laboratoře, vyjádřené z údajů PT, RMS_{bias} je střední kvadratická hodnota hodnot vychýlení, $u(Cref)$ je průměrná nejistota přiřazených hodnot.

Kontrolování odhadu nejistoty lze pomocí výsledků z PT lze provádět použitím ζ a čísla E_n dle následujících rovnic:

$$\zeta = \frac{x - x_a}{u(x)^2 + u(x_a)^2} \quad (7)$$

$$E_n = \frac{x - x_a}{U(x)^2 + U(x_a)^2} \quad (8)$$

kde x_a je přiřazená hodnota, x je výsledek laboratoře, u je standardní nejistota, rozšířená nejistota U . Skóre ζ je nevhodnější pro kontrolu standardní nejistoty u ; E_n poskytuje možnost ověření rozšířené nejistoty $U = k \cdot u$ a tím dodatečnou kontrolu platnosti koeficientu rozšíření k . Jestliže je odhadnutá nejistota správná, je ζ v rozsahu od -2 do +2 a hodnota E_n by měla být v rozsahu od -1 do 1.

4. PROVEDENÍ EXPERIMENTU

CSlab spol. s r. o. je poskytovatel zkoušení způsobilosti, akreditovaný Českým institutem pro akreditaci, o.p.s. (Příloha 2). Mezi jeho akreditované programy patří i program Vzorkování kalů z čistírných odpadních vod (PT/S/O/XXX (PT2)).

Laboratoře jsou informovány elektronicky o plánovaných programech (PT proficiency testing) a veškeré údaje o programech PT jsou uveřejněny na internetových stránkách www.cslab.cz.

Odborným garantem tohoto PT je Ing. Jan Vilímeček a koordinátorem Ing. Alena Nižnanská (CSlab, spol. s r.o.).

Uspořádání takovéto akce je velmi náročné.

CSlab spol. s r.o. pořádá programy zkoušení způsobilosti pro odběry vzorků kalu od roku 2005.

Realizované programy:

2005 Karlovy Vary, Zlín
 2006 Olomouc, Neštětice
 2007 Kroměříž, České Budějovice
 2008 Karviná, Plzeň
 2009 Nová Bystřice, Beroun
 2010 Šumperk, Havlíčkův Brod
 2011 Opava, Hradec Králové
 2012 Uherské Hradiště, Mladá Boleslav
 2013 Zlín, Karlovy Vary
 2014 Karviná, Liberec
 2015 Olomouc, České Budějovice
 2016 Kroměříž, Beroun
 2017 Šumperk, Sušice
 2018 Opava, Hradec Králové
 2019 Havlíčkův Brod, Třebíč
 2020 Hradec Králové
 2021 Olomouc
 2022 České Budějovice
 2023 Karviná

2024 Beroun
2025 Krnov

Pro experiment byla vybrána **Čistírna odpadních vod Krnov**, Papírový mlýn, Krnov a byl realizován ve dnech 16. 9. a 17. 9. 2025 za účasti 30 odběrových skupin.

Každá odběrová skupina obdržela při prezenci od poskytovatele PT jeden sáček označený *CSlab PT/S/O/1/2025 registrační číslo*. Účastníci po skončení odběru (17. 9. 2025) odevzdali poskytovateli PT tento sáček s odebraným kalem. Všechny takto získané vzorky byly analyzovány v jedné akreditované laboratoři (Pražské vodovody a kanalizace, a.s.) a výsledky potom budou uveřejněny anonymně ve zprávě k PT a zároveň byly použity při řešení tohoto úkolu. Zároveň účastníci analyzovali vzorky i ve svých laboratořích. Výsledky budou zpracovány v závěrečné zprávě k tomuto PT.

CSlab spol. s r.o. při organizování tohoto zkoušení vychází z právních předpisů a norem (ČSN EN ISO 5667-1, ČSN EN ISO 5667-3, ČSN ISO 5667-10, ČSN ISO 5667-15, ČSN EN ISO 5667-14).

Program vzorkování kalů z čistírny odpadních vod zahrnoval:

1. Posouzení dokumentace a připravenosti k odběru, hodnocení dokumentace účastníka (16. 9. 2025).
2. Odběr vzorků 17. 9. 2025 (jeho hodnocení) a odevzdání vzorku kalu poskytovateli.
4. Analýza odebraných vzorků v laboratořích účastníků a analýza odevzdaného vzorku v jedné laboratoři.

Součástí programu vzorkování je kromě hodnocení vlastního odběru i hodnocení připravenosti odběrových skupin (OS) k odběru vyškolenými posuzovateli. Součástí tohoto hodnocení byla kontrola dokumentace, plánu a záznamu o odběru, standardních operačních postupů, další vzdělávání, znalosti legislativy a postupů odběrů vzorků kalů, vybavení OS a úpravy vzorku provedené na lokalitě, uložení, přeprava vzorku do laboratoře a předání vzorku do laboratoře. Posuzovatele vše zaznamenávali do kontrolních listů, které sloužily k vyhodnocení úspěšnosti práce odběrových skupin. Hodnocení OS bude uvedeno ve zprávě k tomuto PT.

Účastníci odebrali vzorek čistírenského kalu pro stanovení vybraných ukazatelů v souladu s požadavky platných právních předpisů.

Při vlastním hodnocení odběru kalů z čistírny odpadních vod se posuzuje především několik stěžejních kroků:

- Plán vzorkování, standardní operační postup, záznam o odběru
- Postup pro odběr vzorku provedený účastníkem
- Úprava vzorku provedená na lokalitě
- Uložení a přeprava vzorku do laboratoře.

Všechny tyto faktory mohou velmi významně ovlivnit výsledek vlastní analýzy prováděné v laboratoři.

V měsíci dubnu až červnu se uskutečnil ještě jeden program PT/CHA/3/2025 (PT23) Stanovení vlastností čistírenského kalu a dále byly zpracovány výsledky programů vzorkování z let 2021 a 2025. Výsledky těchto programů byly také využity při výpočtech (Příloha 5).

V programu PT/CHA/3/2025 (PT23) laboratoře obdržely k analýze ideální homogenní vzorek kalu, kde nejistota je ovlivněna pouze vlastní přípravou vzorku a analytickou koncovkou. Oproti tomu je při odběru PT/S/O/1/XXX v celkové nejistotě zohledněna i nejistota odběru vzorku, protože laboratoře provádějí odběr a zpracování vzorku.



Obrázek č. 1 Vzorkovací místo



Obrázek č. 2 Vzorkování



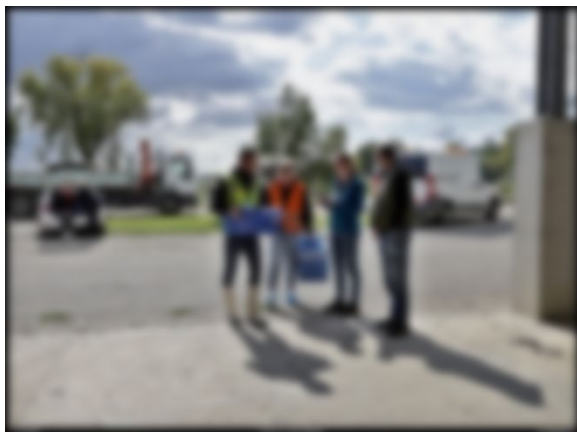
Obrázek č. 3 Vzorkování



Obrázek č. 4 Prezence OS



Obrázek č. 5 Posouzení dokumentace



Obrázek č. 6 Příprava na odběr



Obrázek č. 7 Posuzování při odběru



Obrázek č. 8 Odebraný vzorek pro poskytovatele



Obrázek č. 9 Odebrané vzorky

Celková nejistota je ovlivněna jak příspěvkem nejistoty odběru, tak nejistotou zpracování vzorku a analytického měření. Výsledky tohoto porovnávání jsou dostatečně robustní (vzorky jsou odebrány více odběrovými skupinami, které používají různou techniku).

4.1 MEZILABORATORNÍ POROVNÁVÁNÍ

- Pro hodnocení byla použita norma ČSN ISO 5725 [4]. Z dodaných výsledků byl vypočítán aritmetický průměr a směrodatná odchylka. Pro vyloučení odlehlých hodnot byl použit Grubbsův test.

- Pro hodnocení byla také použita norma ČSN ISO 13528 [7] Statistické metody používané při zkoušení způsobilosti mezilaboratorním porovnáváním. Byl vypočítán robustní průměr a robustní směrodatná odchylka. Pro vyloučení odlehlých hodnot byl použit Hamplovův test.

Určení vztažné hodnoty

Za vztažnou hodnotu byl u všech ukazatelů považován robustní průměr po vyloučení odlehlých výsledků.

Dle výkonnosti byly hodnoceny odebrané vzorky účastníky, které analyzovali v svých laboratořích.

4.2 EXPERIMENT

Pro výpočet ukazatelů experimentu byl použit výpočet z mezilaboratorního porovnávání, z rozpětí a dále pomocí programu ANOVA i pomocí programu RANOVA.

Validace softwaru je uvedena v příloze 3.

Postup ANOVA byl použit i v předchozím úkolu Programu rozvoje metrologie VII/7/2016.

4.3 ZPRACOVÁNÍ VÝSLEDKŮ Z MEZILABORATORNÍHO POROVNÁNÍ

Pro vytvoření robustního datového souboru nejistot analytických postupů prováděných v laboratoři byla využita také data z PT/CHA/3/2025 (PT23) Stanovení vlastností čistírenského kalu a z programů vzorkování z let 2021 a 2025. Tímto postupem vznikl unikátní soubor dat velkého počtu laboratoří využívajících různé techniky analýz.

Pro další vyhodnocení byl na základě testovacích souborů vybrán variační koeficient reprodukovatelnosti – VCR.

Pro kontrolu reálnosti průměrných nejistot uváděných laboratoří lze použít rozdíl hodnot variačního koeficientu reprodukovatelnosti (V_{CR}) a průměrné hodnoty rozšířené nejistoty uváděné laboratořemi jako informační hodnota. Veškeré výpočty byly prováděny na souborech primárních dat získaných při organizování PT a primární data z jednotlivých PT jsou součástí archivu CSlab spol. s r.o.

Je využito vztahu:

$$V_{CR}^2 = U'^2_{\text{odběru}} + U'^2_{\text{analýzy}} \quad (9)$$

Výsledky uvedené v jednotlivých zprávách z PT jsou účastníkům dostupné a na jejich základě mohou porovnat vlastní nejistoty s robustní nejistotou uvedenou ve zprávě z PT, hodnota laboratoře by měla být nižší než hodnota z PT.

5. DOSAŽENÉ VÝSLEDKY

V další části jsou tabulkově shrnuty výsledky experimentu a výsledky z PT.

Výsledky byly vypočítány z mezilaboratorního porovnávání, pomocí rozpětí a dále pomocí programu ANOVA A RANOVA.

Tabulka 5: Výsledky vypočítány z experimentu (analýza v jedné laboratoři)

Ukazatel	Jednotka	Koncentrace	U' odběru [% rel.]	U' analýzy [% rel.]	U' celková [% rel.]
As	[mg/kg suš.]	5,04	9,05	15,01	17,53
Cd	[mg/kg suš.]	0,75	12,23	12,10	17,21
Cr	[mg/kg suš.]	58,1	12,29	7,72	11,57
Cu	[mg/kg suš.]	138	8,02	8,02	11,34
Hg	[mg/kg suš.]	<1,3	-	-	-
Ni	[mg/kg suš.]	26	5,45	7,47	9,24
Pb	[mg/kg suš.]	27,6	2,57	5,44	6,02
Zn	[mg/kg suš.]	531	2,82	6,16	6,78
Ztráta žiháním	[%]	67,0	0,50	0,87	1,00
Celkový dusík	[%]	5,20	3,27	5,95	6,79
Vápník	[g/kg suš.]	17,0	8,26	9,25	12,39
Hořčík	[g/kg suš.]	5,60	4,53	6,29	7,75
Draslík	[g/kg suš.]	3,38	21,46	19,06	28,70
Fosfor	[g/kg suš.]	15,0	3,94	5,57	6,82
pH kalu	[-]	8,3	1,55	1,20	1,96
AOX	[mg/kg suš.]	241	4,81	5,89	7,61
Sušina - kal	[%]	20,7	2,25	1,86	2,92

Tabulka 6: Výsledky vypočítány z PT

Ukazatel	Jednotka	Koncentrace	U' odběru [% rel.]	U' analýzy [% rel.]	U' celková [% rel.]
As	[mg/kg suš.]	4,48	13,55	20,45	24,53
Cd	[mg/kg suš.]	0,87	20,08	11,69	23,24
Cr	[mg/kg suš.]	64,2	17,46	26,53	31,76
Cu	[mg/kg suš.]	154	12,99	13,87	19,01
Hg	[mg/kg suš.]	0,68	17,96	46,21	49,58
Ni	[mg/kg suš.]	31	18,78	19,81	27,30
Pb	[mg/kg suš.]	29,6	9,31	16,04	18,55
Zn	[mg/kg suš.]	566	8,79	17,19	18,28
Ztráta žiháním	[%]	66,9	1,36	0,93	1,65
Celkový dusík	[%]	5,29	20,4	32,45	38,34
Vápník	[g/kg suš.]	16,7	11,22	14,41	18,26
Hořčík	[g/kg suš.]	5,30	9,91	16,20	19,00
Draslík	[g/kg suš.]	3,19	34,90	23,61	42,17
Fosfor	[g/kg suš.]	14,9	9,00	12,86	15,70
pH kalu	[-]	8,1	2,29	4,58	5,12
AOX	[mg/kg suš.]	259	9,94	10,64	14,56
Sušina - kal	[%]	20,8	3,04	1,80	3,53

Tabulka 7: Výsledky experimentu a PT vypočítány z ANOVY

Ukazatel	Jednotka	Koncentrace	U' odběru [% rel.]	U' analýzy [% rel.]	U' celková [% rel.]
As	[mg/kg suš.]	4,69	18,90	25,13	31,44
Cd	[mg/kg suš.]	0,81	20,15	31,50	37,40
Cr	[mg/kg suš.]	61,7	17,22	26,15	31,31
Cu	[mg/kg suš.]	148	15,27	19,88	25,07
Hg	[mg/kg suš.]	<1,3	-	-	-
Ni	[mg/kg suš.]	28,6	25,85	19,40	32,32
Pb	[mg/kg suš.]	28,7	10,56	17,53	20,46
Zn	[mg/kg suš.]	550	9,52	12,77	15,93
Ztráta žiháním	[%]	66,9	1,46	1,92	2,42
Celkový dusík	[%]	5,20	14,01	40,60	42,95
Vápník	[g/kg suš.]	17,0	4,72	17,49	18,12
Hořčík	[g/kg suš.]	5,5	7,29	15,66	17,27
Draslík	[g/kg suš.]	3,20	13,20	29,37	32,20
Fosfor	[g/kg suš.]	14,9	9,26	12,85	15,83
pH kalu	[-]	8,2	5,68	7,00	9,02
AOX	[mg/kg suš.]	250	9,99	10,49	14,49
Sušina - kal	[%]	20,8	2,34	2,79	3,64

*počítáno z PT, nejistoty nebyly počítány

Tabulka 8: Výsledky experimentu a PT vypočítány z RANOVY

Ukazatel	Jednotka	Koncentrace	U' odběru [% rel.]	U' analýzy [% rel.]	U' celková [% rel.]
As	[mg/kg suš.]	4,71	23,97	21,63	32,29
Cd	[mg/kg suš.]	0,81	24,17	21,04	32,04
Cr	[mg/kg suš.]	61,3	16,55	18,79	25,11
Cu	[mg/kg suš.]	148	16,44	11,72	20,19
Hg	[mg/kg suš.]	<1,3	-	-	-
Ni	[mg/kg suš.]	28,5	30,23	13,63	33,17
Pb	[mg/kg suš.]	28,7	14,61	9,30	17,32
Zn	[mg/kg suš.]	549	11,76	8,69	14,63
Ztráta žiháním	[%]	67,0	0,17	1,19	1,20
Celkový dusík	[%]	5,20	15,69	11,92	19,71
Vápník	[g/kg suš.]	17,0	12,33	12,11	17,28
Hořčík	[g/kg suš.]	5,5	10,40	11,96	15,85
Draslík	[g/kg suš.]	3,31	15,75	30,36	34,20
Fosfor	[g/kg suš.]	14,9	8,37	9,82	12,90
pH kalu	[-]	8,2	6,32	2,68	6,28
AOX	[mg/kg suš.]	249	10,92	8,52	13,85
Sušina - kal	[%]	20,8	1,62	2,17	2,71

Tabulka 9: Porovnání výsledků celkových nejistot z ANOVY, RANOVY, z PT, experimentu, rozpětí a maximální a průměrné nejistoty uváděné laboratoří v PT/S/O/1/2025 (PT2)

Ukazatel	Jednotka	U'celková (ANOVA)	U'celková (RANOVA)	U'celková (z PT)	U'celková (z rozpětí)	U'celková (z experimentu)	U' min (lab) (PT/S/O/1/2025)	U' max (lab) (PT/S/O/1/2025)	U' průměr (lab) (PT/S/O/1/2025)
		[% rel.]	[% rel.]	[% rel.]	[% rel.]	[% rel.]	[% rel.]	[% rel.]	[% rel.]
As	[mg/kg suš.]	31,44	32,29	24,53	41,67	17,53	13,3	33,2	19,2
Cd	[mg/kg suš.]	37,40	32,04	23,24	38,53	17,21	9,5	38,1	19,0
Cr	[mg/kg suš.]	31,31	25,11	31,76	24,11	11,57	7,2	49,4	19,7
Cu	[mg/kg suš.]	25,07	20,19	19,01	14,35	11,34	9,8	30,7	17,6
Hg	[mg/kg suš.]	-	-	49,58	-	-	10,0	31,4	21,4
Ni	[mg/kg suš.]	32,32	33,17	27,30	15,42	9,24	9,4	43,8	18,8
Pb	[mg/kg suš.]	20,46	17,32	18,55	10,88	6,02	10,6	30,6	19,9
Zn	[mg/kg suš.]	15,93	14,63	18,28	13,16	6,78	8,9	27,4	16,3
Ztráta žiháním	[%]	2,42	1,20	1,65	2,09	1,00	4,0	20,1	9,9
Celkový dusík	[%]	42,95	19,71	38,34	10,76	6,79	2,5	38,3	16,6
Vápník	[g/kg suš.]	18,12	17,28	18,26	23,32	12,39	8,2	20,6	14,7
Hořčík	[g/kg suš.]	17,27	15,85	19,00	14,29	7,75	8,4	26,4	15,4
Draslík	[g/kg suš.]	32,20	34,20	42,17	59,23	28,70	9,9	33,2	18,0
Fosfor	[g/kg suš.]	15,83	12,90	15,70	6,86	6,82	9,3	22,7	16,0
pH kalu	[-]	9,02	6,28	5,12	2,40	1,96	1,3	5,1	2,5
AOX	[mg/kg suš.]	14,49	13,85	14,56	12,44	7,61	10,3	42,1	25,0
Sušina - kal	[%]	3,64	2,71	3,53	4,82	2,92	1,0	30,0	8,7

Tabulka 10: Porovnání výsledků celkových nejistot z ANOVY, RANOVY, z PT, experimentu, rozpětí a výsledky úkolu č. VII 7/16 z roku 2016, VII 7/11 z roku 2011 (výsledky z ANOVY)

Ukazatel	Jednotka	U'celková (ANOVA)	U'celková (RANOVA)	U'celková (z PT)	U'celková (z rozpětí)	U'celková z experimentu)	U'odběru VII/7/16	U'analýzy VII/7/16	U'celková VII/7/16	Koncentrace VII/7/16	U'celková VII/7/11
		[% rel.]	[% rel.]	[% rel.]	[% rel.]	[% rel.]	[% rel.]	[% rel.]	[% rel.]	-	[% rel.]
As	[mg/kg suš.]	31,44	32,29	24,53	41,67	17,53	14,66	17,55	22,86	4,04	31,8
Cd	[mg/kg suš.]	37,40	32,04	23,24	38,53	17,21	11,93	12,95	17,61	1,22	29,4
Cr	[mg/kg suš.]	31,31	25,11	31,76	24,11	11,57	15,16	12,30	18,54	50	17,1
Cu	[mg/kg suš.]	25,07	20,19	19,01	14,35	11,34	6,41	7,15	9,59	257	24,2
Hg	[mg/kg suš.]	-	-	49,58		-	16,60	14,63	22,13	1,50	38,9
Ni	[mg/kg suš.]	32,32	33,17	27,30	15,42	9,24	16,06	6,13	17,19	32,3	29,8
Pb	[mg/kg suš.]	20,46	17,32	18,55	10,88	6,02	8,29	8,16	11,66	54,1	17,2
Zn	[mg/kg suš.]	15,93	14,63	18,28	13,16	6,78	4,74	7,33	8,73	1154	9,8
Ztráta žiháním	[%]	2,42	1,20	1,65	2,09	1,00	8,87	2,23	9,15	56,8	-
Celkový dusík	[%]	42,95	19,71	38,34	10,76	6,79	17,09	6,38	18,24	5,74	-
Vápník	[g/kg suš.]	18,12	17,28	18,26	23,32	12,39	21,71	7,51	22,98	25,10	-
Hořčík	[g/kg suš.]	17,27	15,85	19,00	14,29	7,75	7,07	7,80	10,53	3,18	-
Draslík	[g/kg suš.]	32,20	34,20	42,17	59,23	28,70	16,08	8,25	18,67	2,11	-
Fosfor	[g/kg suš.]	15,83	12,90	15,70	6,86	6,82	9,63	8,23	12,66	27,02	-
pH kalu	[-]	9,02	6,28	5,12	2,40	1,96	11,18	1,21	11,25	7,9	-
AOX	[mg/kg suš.]	14,49	13,85	14,56	12,44	7,61	10,02	13,30	16,65	714	26,7
Sušina - kal	[%]	3,64	2,71	3,53	4,82	2,92	7,92	6,23	10,08	19,9	-

6. ČERPANÉ NÁKLADY NA ÚKOL

Náklady čerpané v rámci řešení úkolu jsou v souladu s podmínkami uvedenými v zadávací dokumentaci. Vícenáklady především v oblasti zpracování a statistického vyhodnocení jsou kryty jako náklady řešitele – CSLab spol. s r.o. (Příloha 1)

7. ZÁVĚRY

Pro hodnocení výsledků jednotlivých ukazatelů je důležitý odběr a úprava vzorků.

Z provedení experimentu a PT lze konstatovat následující závěry:

- experiment: rozšířená nejistota odběru u sledovaných ukazatelů je od 1,55 % (pH) do 21,46 % (draslík). Rozšířená nejistota měření se pohybuje od 1,96 % (pH) do 28,70 % (draslík).
- PT: rozšířená nejistota odběru u sledovaných ukazatelů je od 2,29 % (pH) do 34,90 % (draslík). Rozšířená nejistota měření se pohybuje od 3,43 % (sušina) do 49,58 % (rtuť). Rozšířená nejistota byla vypočítána jen u rtuti z PT, protože Pražské vodovody a kanalizace, a.s. mají mez stanovitelnosti <1,3 mg/kg sušiny. Jednalo se o nízkou koncentraci. U ukazatelů draslík a rtuť je i velké rozšířené nejistoty analýzy.
- porovnáním výsledku experimentu (analýza 18 vzorků jednou laboratoří) ve srovnání s výsledky vypočítané z PT, ANOVOU, RANOVOU jsou rozšířené nejistoty měření nižší, což ukazuje na to, že vyšší nejistoty jsou u analýz než u odběru.
- ukazatele arsen, kadmium, draslík vykazují vysokou variabilitu výsledků (výpočet z rozpětí).
- porovnáním výsledků vypočítaných z PT, ANOVOU, RANOVOU se dospělo k podobným výsledkům.
- porovnáním výsledků vypočítaných z PT, ANOVOU a RANOVOU ve srovnání s výsledky úkolu úkol č. VII/7/16 jsou rozšířené nejistoty měření vyšší u podobných koncentrací (arsen, kadmium, chrom, měď, rtuť, nikl, olovo, zinek, hořčík, draslík). V roce 2016 se PT účastnilo méně laboratoří. Výsledky jsou ale podobné ve srovnání s úkolem roku 2011 (arsen, kadmium, měď, rtuť, nikl, olovo).
- laboratoře vybavené na lepší technické úrovni s dobře nastaveným vnitřním systémem kontroly kvality uvádějí nižší nejistoty měření, což je znevýhodňuje oproti laboratořím s vyšší nejistotou stanovenou velice často „kvalifikovaným odhadem“.
- z hlediska reprezentativnosti a použití v legislativě je vhodné zpracovávat pro vyhodnocení maximálních nejistot soubory hodnot naměřených v rámci mezilaboratorních porovnávacích zkoušek.
- pro provedení vzorkování je velmi důležitý plán vzorkování, který zahrnuje účel, pro jaký je vzorkování prováděno.

Zjištění:

- celková rozšířená nejistota měření uváděná akreditovanými laboratořemi se téměř neliší pro odebraný vzorek kalu vzorkovacími skupinami a pro vzorek kalu, který připravil poskytovatel programu zkoušení způsobilosti v rámci PT/CHA/3/2025 (homogenní vzorek). Laboratoře provádějící analýzy tohoto vzorku tedy pravděpodobně neuvažují nejistoty odběru vzorků.
- celková rozšířená nejistota uváděná laboratořemi je hodnota konstantní, není koncentračně závislá,
- celková rozšířená nejistota vypočítaná z mezilaboratorního experimentu je nižší (analýza v jedné laboratoři) než nejistoty vypočítané z PT, ANOVY, RANOvy (analýza ve více laboratořích),
- z hlediska dalšího zlepšování činnosti laboratoří je vhodné se zaměřit především na ukazatele: arsen, kadmium, draslík, dusík.

Jako hlavní přínos vyhodnocení nejistot pomocí PT lze uvádět:

- robustnost souboru dat – různé techniky odběru, různé analytické techniky pro stanovení analytů využitelné pro zkušební laboratoře,
- rozšířené nejistoty měření vypočítané s využitím dat PRM VII/7/25 jsou použitelné pro reálné stanovení nejistot sledovaných ukazatelů,
- přestože vzorkovací skupiny používaly různá odběrová zařízení, můžeme konstatovat dobrou shodu výsledků.

Praktické využití výsledků řešení (Jedná se o konkrétní využití výstupů řešení úkolu v praxi.):

Výsledky úkolu je možno využít k těmto účelům:

1. Zkušební laboratoře při vyhodnocení a přezkoumání svých nejistot měření podle normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2018 (bod 7. Požadavky na proces) a k sjednocení nejistot výsledků analýz zkušebních laboratoří.
2. Pro stanovení maximální nejistoty ukazatelů čistírenského kalu pro limitní hodnoty.
3. Pracovníci státní správy mohou výsledky použít při svých rozhodováních s limitními hodnotami.
4. Při tvorbě a revizi právních předpisů.
5. Posuzovatelé Českého institutu pro akreditaci, o.p.s. a při posuzování zkušebních laboratoří.

Výsledky úkolů v oblasti vzorkování kalů z čistírny odpadních vod budou prezentovány na vzdělávacích akcích.

8. LITERATURA

- [1] EURACHEM ČR: Kvalimetrie 25, Nejistota měření vyplývající z odběrů vzorků, Příručka EURACHEM / CITAC /, Praha 2020.
- [2] EURACHEM ČR: Kvalimetrie 26, Nejistota měření a vzorkování, Příručka EURACHEM / NORDTEST TR 537, NORDTEST TR 604, Praha 2021.
- [3] TNI 01 4109-3 Pokyn pro vyjádření nejistoty měření. ČNI, Praha 2011.
- [4] ČSN ISO 5725 část 2, 4, 5, 6 Přesnost (pravdivost a preciznost) metod a výsledků měření, ÚNMZ.
- [6] CSLab, spol. s r.o.: Zprávy z PT, Praha 2021–2025.
- [7] ČSN ISO 13528 Statistické metody používané při zkoušení způsobilosti mezilaboratorním porovnáváním, ÚNMZ.

V Praze, dne 10. 11. 2025

Ing. Alena Nižnanská

9. PŘÍLOHY

Příloha 1 – Plánovací list, kalkulační list

Příloha 2 - Osvědčení o akreditaci CSLab spol. s r.o.

Příloha 3 - Validace softwaru

Příloha 4 - Fotodokumentace – Vzorkování čistírenského kalu ČOV Krnov

Příloha 5 - Vyhodnocení PT – PT/CHA/3/2025 (PT23), PT/S/O/1/2025 (PT2), programy PT2 2021–2025

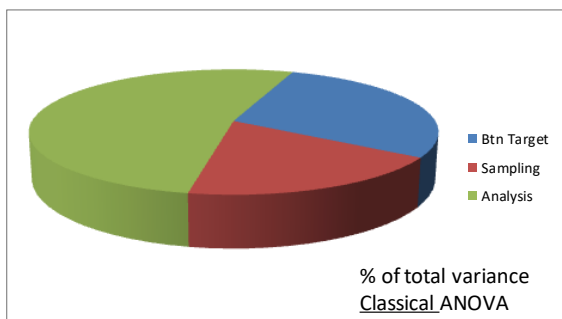
Validace softwaru

Příklad: TR 604 NORDTEST

402	325	361	351
382	319	349	362
332	291	397	348
280	278	358	321
370	409	378	460
344	318	381	392
297	333	341	315
336	320	292	306
372	353	332	337
407	361	322	382

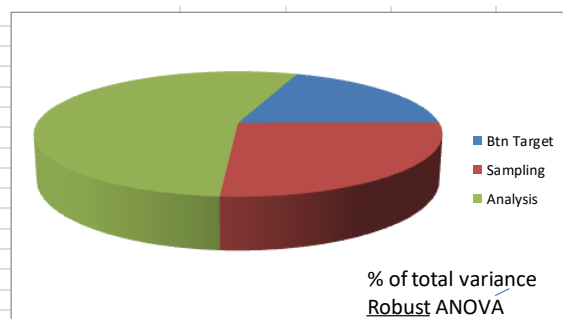
Classical ANOVA

Mean	347,8500061			
Total Sdev	39,7333107			
	Btn Target	Sampling	Analysis	Measure
Standard deviation	21,26760674	17,22425652	28,80538177	33,56225606
% of total variance	28,65	18,79	52,56	71,35
Expanded relative uncertainty (95%)		9,90	16,56	19,30



Robust ANOVA

Mean	346,0160217			
Total Sdev	41,31283188			
	Btn Target	Sampling	Analysis	Measure
Standard deviation	18,13698387	21,21798134	30,45647812	37,11872482
% of total variance	19,27	26,38	54,35	80,73
Expanded relative uncertainty (95%)		12,26	17,60	21,45



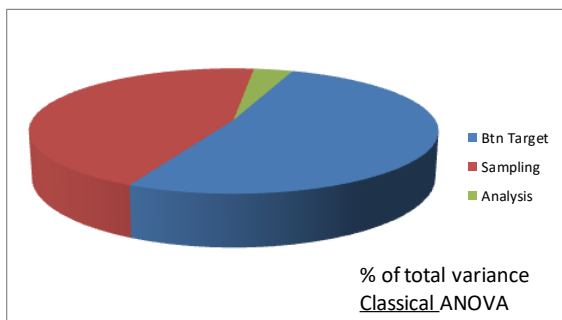
Validace softwaru

Příklad: Kvalimetrie 15

3898	4139	4466	4693
3910	3993	4201	4126
5708	5903	4061	3782
5028	4754	5450	5416
4640	4401	4248	4191
5182	5023	4662	4839
3028	3224	3023	2901
3966	4283	4131	3788

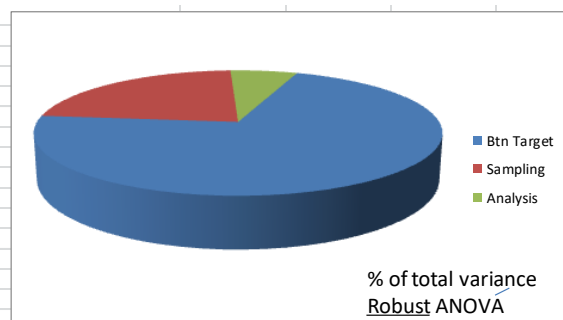
Classical ANOVA

Mean	4345,5625			
Total Sdev	774,5296021			
	Btn Target	Sampling	Analysis	Measure
Standard deviation	556,2803955	518,1608887	148,1806335	538,9324695
% of total variance	51,58	44,76	3,66	48,42
Expanded relative uncertainty (95%)		23,85	6,82	24,80



Robust ANOVA

Mean	4408,32373			
Total Sdev	670,5761719			
	Btn Target	Sampling	Analysis	Measure
Standard deviation	565,3986816	319,0483704	167,9430847	360,5505981
% of total variance	71,09	22,64	6,27	28,91
Expanded relative uncertainty (95%)		14,47	7,62	16,36



Tabulka 1: Výsledky ukazatelů PT/O/1/2025

Ukazatel		Průměr*	Robustní** průměr	Vztažná hodnota	Směrodat. * odchylka	[%]	Robustní** odchylka	[%]	Minim.	Maxim.	Toleran. [%]
As	[mg/kg suš.]	4,22	4,48	4,48	1,05	24,9	0,66	14,7	2,24	6,72	±50
Cd	[mg/kg suš.]	0,84	0,87	0,87	0,16	19,0	0,12	13,8	0,52	1,22	±40
Cr	[mg/kg suš.]	66,4	64,2	64,2	16,1	24,2	12,9	20,1	44,9	83,5	±30
Cu	[mg/kg suš.]	153	154	154	18	11,8	21	13,6	116	193	±25
Hg	[mg/kg suš.]	0,70	0,68	0,68	0,18	25,7	0,16	23,5	0,34	1,02	±50
Ni	[mg/kg suš.]	32	31	31	6	18,8	5	16,1	22	40	±30
Pb	[mg/kg suš.]	30,1	29,6	29,6	5,1	16,9	4,3	14,5	20,7	38,5	±30
Zn	[mg/kg suš.]	570	566	566	70	12,3	57	10,1	425	708	±25
Ztráta žiháním	[%]	66,7	66,9	66,9	0,8	1,2	0,5	0,7	60,2	73,6	±10
Celkový dusík	[%]	4,33	4,98	5,29	2,02	46,7	1,08	21,7	4,23	6,35	±20
Vápník	[g/kg suš.]	17,0	16,7	16,7	2,9	17,1	2,7	16,2	10,9	22,5	±35
Hořčík	[g/kg suš.]	5,38	5,30	5,30	0,81	15,1	0,64	12,1	3,71	6,89	±30
Draslík	[g/kg suš.]	3,22	3,19	3,19	0,82	25,5	0,87	27,3	2,07	4,31	±35
Fosfor	[g/kg suš.]	15,0	14,9	14,9	1,9	12,7	1,9	12,8	10,4	19,4	±30
pH kalu***	[-]	7,9	8,1	8,1	0,5	6,3	0,3	3,7	7,6	8,6	±0,5
AOX	[mg/kg suš.]	252	259	259	22	8,7	27	10,4	207	311	±20
Sušina (informativní údaj)	[%]	20,7	20,8	20,8	0,3	1,4	0,3	1,4	18,7	22,9	±10

Minimum, Maximum – hodnoty pro udělení Osvědčení, Tolerance v % - interval pro udělení Osvědčení o účasti ve zkoušení způsobilosti, u pH a teploty tolerance v jednotkách pH a ° C, * ČSN ISO 5725, ** ČSN ISO 13528

Tabulka 2: Hodnoty a rozšířené nejistoty v PT/S/O/1/2025

Ukazatel		Průměr*	Robustní** průměr	Vztažná hodnota	Směrodat. * odchylka	[%]	Robustní** odchylka	[%]	Minim.	Maxim.	Toleran. [%]
As	[mg/kg suš.]	4,22	4,48	4,48	1,05	24,9	0,66	14,7	2,24	6,72	±50
Cd	[mg/kg suš.]	0,84	0,87	0,87	0,16	19,0	0,12	13,8	0,52	1,22	±40
Cr	[mg/kg suš.]	66,4	64,2	64,2	16,1	24,2	12,9	20,1	44,9	83,5	±30
Cu	[mg/kg suš.]	153	154	154	18	11,8	21	13,6	116	193	±25
Hg	[mg/kg suš.]	0,70	0,68	0,68	0,18	25,7	0,16	23,5	0,34	1,02	±50
Ni	[mg/kg suš.]	32	31	31	6	18,8	5	16,1	22	40	±30
Pb	[mg/kg suš.]	30,1	29,6	29,6	5,1	16,9	4,3	14,5	20,7	38,5	±30
Zn	[mg/kg suš.]	570	566	566	70	12,3	57	10,1	425	708	±25
Ztráta žiháním	[%]	66,7	66,9	66,9	0,8	1,2	0,5	0,7	60,2	73,6	±10
Celkový dusík	[%]	4,33	4,98	5,29	2,02	46,7	1,08	21,7	4,23	6,35	±20
Vápník	[g/kg suš.]	17,0	16,7	16,7	2,9	17,1	2,7	16,2	10,9	22,5	±35
Hořčík	[g/kg suš.]	5,38	5,30	5,30	0,81	15,1	0,64	12,1	3,71	6,89	±30
Draslík	[g/kg suš.]	3,22	3,19	3,19	0,82	25,5	0,87	27,3	2,07	4,31	±35
Fosfor	[g/kg suš.]	15,0	14,9	14,9	1,9	12,7	1,9	12,8	10,4	19,4	±30
pH kalu***	[-]	7,9	8,1	8,1	0,5	6,3	0,3	3,7	7,6	8,6	±0,5
AOX	[mg/kg suš.]	252	259	259	22	8,7	27	10,4	207	311	±20
Sušina (informativní údaj)	[%]	20,7	20,8	20,8	0,3	1,4	0,3	1,4	18,7	22,9	±10

U_{ref} – rozšířená nejistota vztažné hodnoty

Laboratoře celkem – počet laboratoří, které uvedly do protokolu spolu s výsledkem daného ukazatele i rozšířenou nejistotu

Průměr – průměr výsledků ukazatele vypočítaný ze všech dodaných hodnot po vyloučení odlehlých výsledků

Průměr U_{lab} – průměr rozšířené nejistoty, který byl vypočítaný z hodnot, které uvedly laboratoře

Minim. U_{lab} – minimální rozšířená nejistota daného ukazatele, minimální hodnota, kterou uvedla jedna z laboratoří

Maxim. U_{lab} – maximální rozšířená nejistota daného ukazatele, maximální hodnota, kterou uvedla jedna z laboratoří

Tabulka 3: Výsledky ukazatelů PT/CHA/3/2025

Ukazatel/jednotka		Průměr*	Robustní** průměr	Vztažná hodnota	Směrodat. * odchylka	[%]	Robustní* odchylka	[%]	Minim.	Maxim.	Toleran. [%]
As	[mg/kg]	22,3	22,4	22,4	2,0	9,0	1,9	8,5	16,8	28,0	±25
Be	[mg/kg]	0,899	0,914	0,914	0,127	14,1	0,113	12,4	0,640	1,188	±30
Cd	[mg/kg]	5,40	5,40	5,40	0,37	6,9	0,41	7,6	4,32	6,48	±20
Co	[mg/kg]	9,82	9,65	9,65	0,61	6,2	0,4	4,1	7,72	11,58	±20
Cr	[mg/kg]	134	135	135	12	9,0	8	5,9	101	169	±25
Cu	[mg/kg]	591	588	588	30	5,1	29	4,9	470	706	±20
Hg	[mg/kg]	3,50	3,48	3,48	0,19	5,4	0,18	5,2	2,78	4,18	±20
Ni	[mg/kg]	75,4	75,8	75,8	6,8	9,0	6,6	8,7	56,9	94,8	±25
Pb	[mg/kg]	145	144	144	8	5,5	7	4,9	115	173	±20
V	[mg/kg]	36,6	35,2	35,2	7,2	19,7	4,9	13,9	24,6	45,8	±30
Zn	[mg/kg]	1620	1620	1620	120	7,4	130	8,0	1380	1860	±15
Ztráta žiháním	[%]	41,3	41,4	41,4	1,2	2,9	0,7	1,7	37,3	45,5	±10
Celkový dusík	[%]	2,60	2,59	2,59	0,04	1,5	0,05	1,9	2,20	2,98	±15
Amoniakální dusík***	[%]	0,150	0,151	0,153	0,043	28,7	0,047	31,1	0,092	0,214	±40
Dusičnanový dusík***	[%]	0,035	0,032	0,030	0,028	80,0	0,027	84,4	0,015	0,045	±50
Vápník	[g/kg]	49,3	49,3	49,3	3,2	6,5	2,8	5,7	39,4	59,2	±20
Hořčík	[g/kg]	4,95	5,02	5,02	0,33	6,7	0,29	5,8	3,51	6,53	±30
Draslík	[g/kg]	3,13	3,13	3,13	0,77	24,6	0,87	27,8	2,03	4,23	±35
Fosfor	[g/kg]	15,0	15,2	15,2	1,2	8,0	1,5	9,9	12,2	18,2	±20
AOX	[mg/kg]	384	384	384	12	3,1	13	3,4	307	461	±20
PCB, kongener 28	[mg/kg]	1,02	1,08	0,87	0,60	58,8	0,57	52,8	0,44	1,31	±50
PCB, kongener 52	[mg/kg]	0,374	0,456	0,338	0,189	50,5	0,072	15,8	0,169	0,507	±50
PCB, kongener 101	[mg/kg]	0,173	0,173	0,195	0,091	52,6	0,103	59,5	0,098	0,293	±50
PCB, kongener 118	[mg/kg]	0,133	0,126	0,123	0,053	39,8	0,021	16,7	0,062	0,185	±50
PCB, kongener 138	[mg/kg]	0,184	0,195	0,172	0,094	51,1	0,084	43,1	0,103	0,241	±40
PCB, kongener 153	[mg/kg]	0,223	0,255	0,244	0,106	47,5	0,047	18,4	0,171	0,317	±30
PCB, kongener 180	[mg/kg]	0,224	0,217	0,212	0,023	10,3	0,03	13,8	0,148	0,276	±30
Suma PCB	[mg/kg]	2,06	2,72	2,08	1,04	50,5	0,11	4,0	1,35	2,81	±35
Anthracen	[mg/kg]	0,076	0,072	0,072	0,019	25,0	0,012	16,7	0,050	0,094	±30
Benzo[a]anthracen	[mg/kg]	0,460	0,433	0,424	0,105	22,8	0,052	12,0	0,297	0,551	±30
Benzo[a]pyren	[mg/kg]	0,451	0,451	0,442	0,049	10,9	0,056	12,4	0,309	0,575	±30
Benzo[b]fluoranthén	[mg/kg]	0,661	0,651	0,649	0,057	8,6	0,041	6,3	0,454	0,844	±30
Benzo[g,h,i]perylene	[mg/kg]	0,601	0,601	0,593	0,071	11,8	0,08	13,3	0,415	0,771	±30
Benzo[k]fluoranthén	[mg/kg]	0,322	0,333	0,324	0,035	10,9	0,051	15,3	0,227	0,421	±30
Fluoranthén	[mg/kg]	1,25	1,23	1,21	0,21	16,8	0,17	13,8	0,85	1,57	±30
Fenanthren	[mg/kg]	1,140	1,127	1,102	0,115	10,1	0,045	4,0	0,771	1,433	±30
Chrysen	[mg/kg]	0,558	0,581	0,576	0,120	21,5	0,079	13,6	0,403	0,749	±30
Indeno[1,2,3- c,d]pyren	[mg/kg]	0,502	0,502	0,496	0,072	14,3	0,082	16,3	0,347	0,645	±30
Naftalen	[mg/kg]	0,142	0,160	0,133	0,046	32,4	0,018	11,3	0,086	0,180	±35
Pyren	[mg/kg]	1,32	1,31	1,31	0,15	11,4	0,14	10,7	0,92	1,70	±30
Suma PAU	[mg/kg]	7,49	7,44	7,40	0,58	7,7	0,42	5,6	5,18	9,62	±30
Sušina - kal	[%]	94,5	94,3	94,3	0,9	1,0	0,6	0,6	89,6	99,0	±5
pH kalu	[-]	7,1	7,2	7,2	0,2	2,8	0,1	1,4	6,8	7,6	±0,4

Minimum, Maximum – hodnoty pro udělení Osvědčení, Tolerance v % - interval pro udělení Osvědčení o účasti ve zkoušení způsobilosti, u pH tolerance v jednotkách pH, * ČSN ISO 5725, ** ČSN ISO 13528

Tabulka 4: Hodnoty a rozšířené nejistoty v PT/CHA/3/2025

Ukazatel/jednotka		Laboratoře celkem	Průměr	Vztažná hodnota	U _{ref}	Průměr U _{lab}	Průměr U _{lab} v %	Minim. U _{lab}	Minim. U _{lab} v %	Maxim. U _{lab}	Maxim. U _{lab} v %
As	[mg/kg]	13	22,3	22,4	1,3	5,1	22,9	2,1	9,4	6,9	30,9
Be	[mg/kg]	8	0,899	0,914	0,089	0,201	22,4	0,110	12,2	0,304	33,8
Cd	[mg/kg]	14	5,40	5,40	0,26	1,26	23,3	0,77	14,3	1,76	32,6
Co	[mg/kg]	9	9,82	9,65	0,32	1,74	17,7	0,45	4,6	2,48	25,3
Cr	[mg/kg]	13	134	135	5	30	22,4	9	6,7	48	35,8
Cu	[mg/kg]	13	591	588	19	123	20,8	52	8,8	173	29,3
Hg	[mg/kg]	15	3,50	3,48	0,12	0,82	23,4	0,36	10,3	1,22	34,9
Ni	[mg/kg]	13	75,4	75,8	4,3	16,5	21,9	4,3	5,7	23,7	31,4
Pb	[mg/kg]	14	145	144	4	31	21,4	12	8,3	44	30,3
V	[mg/kg]	10	36,6	35,2	3,7	7,0	19,1	1,7	4,6	13,4	36,6
Zn	[mg/kg]	13	1620	1620	80	340	21,0	110	6,8	520	32,1
Ztráta žiháním	[%]	14	41,3	41,4	0,5	4,3	10,4	0,4	1,0	10,4	25,2
Celkový dusík	[%]	8	2,60	2,59	0,04	0,50	19,2	0,39	15,0	0,74	28,5
Amoniakální dusík	[%]	3	0,150	0,153	0,059	0,026	17,3	0,016	10,7	0,040	26,7
Dusičnanový dusík	[%]	3	0,035	0,030	0,034	0,004	11,4	0,001	2,9	0,007	20,0
Vápník	[g/kg]	9	49,3	49,3	2,2	8,1	16,4	2,5	5,1	13,0	26,4
Hořčík	[g/kg]	9	4,95	5,02	0,23	0,90	18,2	0,26	5,3	1,31	26,5
Draslík	[g/kg]	9	3,13	3,13	0,69	0,63	20,1	0,31	9,9	1,06	33,9
Fosfor	[g/kg]	10	15,0	15,2	1,1	2,6	17,3	1,3	8,7	4,0	26,7
AOX	[mg/kg]	9	384	384	11	86	22,4	56	14,6	118	30,7
PCB, kongener 28	[mg/kg]	5	1,02	0,87	0,58	0,38	37,3	0,05	4,9	0,52	51,0
PCB, kongener 52	[mg/kg]	5	0,374	0,338	0,073	0,153	40,9	0,022	5,9	0,226	60,4
PCB, kongener 101	[mg/kg]	5	0,173	0,195	0,105	0,068	39,3	0,008	4,6	0,104	60,1
PCB, kongener 118	[mg/kg]	5	0,133	0,123	0,021	0,045	33,8	0,023	17,3	0,069	51,9
PCB, kongener 138	[mg/kg]	5	0,184	0,172	0,086	0,061	33,2	0,010	5,4	0,086	46,7
PCB, kongener 153	[mg/kg]	5	0,223	0,244	0,048	0,073	32,7	0,005	2,2	0,113	50,7
PCB, kongener 180	[mg/kg]	5	0,224	0,212	0,031	0,078	34,8	0,052	23,2	0,099	44,2
Suma PCB	[mg/kg]	4	2,06	2,08	0,12	0,81	39,3	0,17	8,3	1,13	54,9
Anthracen	[mg/kg]	6	0,076	0,072	0,011	0,024	31,6	0,010	13,2	0,046	60,5
Benzo[a]anthracen	[mg/kg]	5	0,460	0,424	0,053	0,131	28,5	0,068	14,8	0,200	43,5
Benzo[a]pyren	[mg/kg]	6	0,451	0,442	0,053	0,131	29,0	0,064	14,2	0,163	36,1
Benzo[b]fluoranthén	[mg/kg]	5	0,661	0,649	0,042	0,183	27,7	0,092	13,9	0,230	34,8
Benzo[g,h,i]perylene	[mg/kg]	6	0,601	0,593	0,076	0,173	28,8	0,079	13,1	0,231	38,4
Benzo[k]fluoranthén	[mg/kg]	7	0,322	0,324	0,045	0,084	26,1	0,040	12,4	0,113	35,1
Fluoranthén	[mg/kg]	6	1,25	1,21	0,16	0,32	25,6	0,19	15,2	0,50	40,0
Fenanthren	[mg/kg]	6	1,140	1,102	0,043	0,313	27,5	0,158	13,9	0,452	39,6
Chrysen	[mg/kg]	6	0,558	0,576	0,075	0,140	25,1	0,089	15,9	0,228	40,9
Indeno[1,2,3-c,d]pyren	[mg/kg]	5	0,502	0,496	0,084	0,133	26,5	0,049	9,8	0,192	38,2
Naftalen	[mg/kg]	6	0,142	0,133	0,017	0,042	29,6	0,029	20,4	0,061	43,0
Pyren	[mg/kg]	7	1,32	1,31	0,12	0,40	30,3	0,20	15,2	0,50	37,9
Suma PAU	[mg/kg]	6	7,49	7,40	0,43	2,26	30,2	1,24	16,6	3,38	45,1
Sušina - kal	[%]	20	94,5	94,3	0,3	8,3	8,8	0,5	0,5	28,2	29,8
pH kalu	[-]	12	7,1	7,2	0,1	0,2	2,8	0,0	0,0	0,4	5,6

U_{ref} – rozšířená nejistota vztažné hodnoty, Laboratoře celkem – počet laboratoří, které uvedly do protokolu spolu s výsledkem daného ukazatele i rozšířenou nejistotu, Průměr – průměr výsledků ukazatele vypočítaný ze všech dodaných hodnot po vyloučení odlehklých výsledků

Průměr U_{lab} – průměr rozšířené nejistoty, který byl vypočítaný z hodnot, které uvedly laboratoře

Minim. U_{lab} – minimální rozšířená nejistota daného ukazatele, minimální hodnota, kterou uvedla jedna z laboratoří

Maxim. U_{lab} – maximální rozšířená nejistota daného ukazatele, maximální hodnota, kterou uvedla jedna z laboratoří

Tabulka 5: Vyhodnocení PT/S/O/1/2021 – 2025

	Ukazatel	Jednotka	Průměr*	Robustní** průměr	Vztažná hodnota	Směrodat. * odchylka v %	Robustní* *odchylka v %	Průměr U _{lab} v %	Minim. U _{lab} v %	Maxim.	Počet laboratoří
PT/S/O/1/2021	AOX	[mg/kg suš.]	266	265	265	6,8	6,0	21,1	8,6	33,8	13
PT/S/O/1/2022	AOX	[mg/kg suš.]	248	245	245	9,3	8,2	26,2	18,5	38,7	11
PT/S/O/1/2023	AOX	[mg/kg suš.]	246	251	251	6,9	4,0	21,1	8,9	31,7	7
PT/S/O/1/2024	AOX	[mg/kg suš.]	264	265	265	4,9	4,9	25,4	11,4	45,8	14
PT/S/O/1/2025	AOX	[mg/kg suš.]	252	259	259	8,7	10,4	25	10,3	42,1	8
PT/S/O/1/2021	As	[mg/kg suš.]	5,88	5,82	5,82	10,9	8,8	21,9	9,7	41,5	16
PT/S/O/1/2022	As	[mg/kg suš.]	8,86	8,51	8,51	28,9	12,7	17,6	2,8	34,1	15
PT/S/O/1/2023	As	[mg/kg suš.]	5,02	5,14	5,14	21,9	19,8	21,3	11,2	37,6	13
PT/S/O/1/2024	As	[mg/kg suš.]	4,5	4,83	4,83	28,9	17,6	21,1	10	28,9	17
PT/S/O/1/2025	As	[mg/kg suš.]	4,22	4,48	4,48	24,9	14,7	19,2	13,3	33,2	15
PT/S/O/1/2021	Cd	[mg/kg suš.]	1,08	1,08	1,08	9,3	9,3	20,4	11,1	31,5	17
PT/S/O/1/2022	Cd	[mg/kg suš.]	2,74	2,76	2,76	9,5	9,1	18,6	8,8	27,4	19
PT/S/O/1/2023	Cd	[mg/kg suš.]	0,96	0,95	0,95	10,4	7,4	22,9	14,6	46,9	14
PT/S/O/1/2024	Cd	[mg/kg suš.]	1,24	1,18	1,18	28,2	16,9	26,6	12,9	104,8	20

PT/S/O/1/2025	Cd	[mg/kg suš.]	0,84	0,87	0,87	19,0	13,8	19	9,5	38,1	15
PT/S/O/1/2021	Celkový dusík	[%]	3,68	3,68	3,68	7,1	7,9	16,8	10,9	28,5	11
PT/S/O/1/2022	Celkový dusík	[%]	4,03	4,04	4,04	5,5	4,2	15,6	5	21,1	14
PT/S/O/1/2023	Celkový dusík	[%]	4,19	4,19	4,19	8,6	9,8	16,7	14,8	18,6	3
PT/S/O/1/2024	Celkový dusík	[%]	5,1	4,96	4,96	6,3	4,0	15,3	4,9	31,4	13
PT/S/O/1/2025	Celkový dusík	[%]	4,33	4,98	5,29	46,7	21,7	16,6	2,5	38,3	7
PT/S/O/1/2021	Cr	[mg/kg suš.]	54,7	55,3	55,3	7,9	9,8	18,6	6,4	32,7	17
PT/S/O/1/2022	Cr	[mg/kg suš.]	43,6	44,4	44,4	10,1	10,1	19,3	10,3	28,9	17
PT/S/O/1/2023	Cr	[mg/kg suš.]	41,2	42	42	11,4	14,5	20,1	10	30,6	13
PT/S/O/1/2024	Cr	[mg/kg suš.]	41,5	42,7	42,7	12,5	7,0	22,4	10,4	50,8	20
PT/S/O/1/2025	Cr	[mg/kg suš.]	66,4	64,2	64,2	24,2	20,1	19,7	7,2	49,4	15
PT/S/O/1/2021	Cu	[mg/kg suš.]	300	300	300	10,0	10,0	16,7	6,7	33,3	17
PT/S/O/1/2022	Cu	[mg/kg suš.]	270	270	270	7,4	3,7	18,5	7,4	25,9	17
PT/S/O/1/2023	Cu	[mg/kg suš.]	125	123	123	6,4	4,1	20	9,6	32	14
PT/S/O/1/2024	Cu	[mg/kg suš.]	168	170	170	10,1	9,4	19,6	9,5	28	20
PT/S/O/1/2025	Cu	[mg/kg suš.]	153	154	154	11,8	13,6	17,6	9,8	30,7	16

PT/S/O/1/2021	Draslík	[g/kg suš.]	3	2,86	2,86	48,3	45,8	18,7	6	41	18
PT/S/O/1/2022	Draslík	[g/kg suš.]	3,29	3,14	3,14	27,1	20,7	16,7	6,4	23,4	15
PT/S/O/1/2023	Draslík	[g/kg suš.]	3,19	3,19	3,19	9,7	11,0	19,1	8,8	27,3	10
PT/S/O/1/2024	Draslík	[g/kg suš.]	3,29	3,28	3,28	19,1	17,7	19,1	4,3	34,3	17
PT/S/O/1/2025	Draslík	[g/kg suš.]	3,22	3,19	3,19	25,5	27,3	18	9,9	33,2	13
PT/S/O/1/2021	Fosfor	[g/kg suš.]	26,5	26,7	26,7	9,1	7,1	17	9,8	23,4	17
PT/S/O/1/2022	Fosfor	[g/kg suš.]	25,2	24,7	24,7	9,9	6,9	16,3	5,6	24,2	16
PT/S/O/1/2023	Fosfor	[g/kg suš.]	30,4	28,5	31,1	15,1	6,7	17,4	9,9	22	6
PT/S/O/1/2024	Fosfor	[g/kg suš.]	27	26,6	26,6	13,0	13,5	16,7	6,3	26,3	20
PT/S/O/1/2025	Fosfor	[g/kg suš.]	15	14,9	14,9	12,7	12,8	16	9,3	22,7	12
PT/S/O/1/2021	Hg	[mg/kg suš.]	2,59	2,59	2,59	6,6	6,9	22,4	9,3	35,5	17
PT/S/O/1/2022	Hg	[mg/kg suš.]	0,98	0,97	0,97	18,4	20,6	19,4	8,2	25,5	16
PT/S/O/1/2023	Hg	[mg/kg suš.]	1,13	1,14	1,14	25,7	15,8	22,1	9,7	48,7	12
PT/S/O/1/2024	Hg	[mg/kg suš.]	4,55	4,49	4,49	11,9	12,9	21,5	7,9	34,7	19
PT/S/O/1/2025	Hg	[mg/kg suš.]	0,7	0,68	0,68	25,7	23,5	21,4	10	31,4	12
PT/S/O/1/2021	Hořčík	[g/kg suš.]	4,97	5,26	5,26	23,9	12,4	16,9	4,6	34,2	18

PT/S/O/1/2022	Hořčík	[g/kg suš.]	6,62	6,58	6,58	6,5	7,3	16,3	3	23,1	16
PT/S/O/1/2023	Hořčík	[g/kg suš.]	7,45	7,59	7,59	10,6	13,0	19,3	8,9	28,6	10
PT/S/O/1/2024	Hořčík	[g/kg suš.]	4,38	4,44	4,44	10,3	7,4	19,2	4,6	28,5	19
PT/S/O/1/2025	Hořčík	[g/kg suš.]	5,38	5,3	5,3	15,1	12,1	15,4	8,4	26,4	13
PT/S/O/1/2021	Ni	[mg/kg suš.]	35,8	35,8	35,8	10,6	11,5	18,7	10,1	31,3	17
PT/S/O/1/2022	Ni	[mg/kg suš.]	29,7	29,4	29,4	13,5	12,6	18,5	12,1	24,9	19
PT/S/O/1/2023	Ni	[mg/kg suš.]	25	24,5	24,5	17,2	15,1	20,8	9,2	34,8	14
PT/S/O/1/2024	Ni	[mg/kg suš.]	27	27	27	15,6	15,9	22,2	10,7	55,9	21
PT/S/O/1/2025	Ni	[mg/kg suš.]	32	31	31	18,8	16,1	18,8	9,4	43,8	16
PT/S/O/1/2021	Pb	[mg/kg suš.]	48,7	48,5	48,5	9,7	10,3	18,5	7,4	33,3	17
PT/S/O/1/2022	Pb	[mg/kg suš.]	27,9	28,1	28,1	14,7	15,7	18,6	6,1	27,2	18
PT/S/O/1/2023	Pb	[mg/kg suš.]	29,9	29,7	29,7	8,4	6,1	20,1	9,4	31,1	12
PT/S/O/1/2024	Pb	[mg/kg suš.]	30,7	31,1	31,1	13,7	14,8	22,5	9,8	37,8	20
PT/S/O/1/2025	Pb	[mg/kg suš.]	30,1	29,6	29,6	16,9	14,5	19,9	10,6	30,6	16
PT/S/O/1/2021	pH kalu	[-]	8	8	8	5,0	5,0	3,8	1,3	20	23
PT/S/O/1/2022	pH kalu	[-]	8	8,1	8,1	6,3	3,7	2,5	0	6,3	21

PT/S/O/1/2023	pH kalu	[-]	7,9	8	8	8,9	7,5	3,8	0	10,1	14
PT/S/O/1/2024	pH kalu	[-]	7,6	7,7	7,7	7,9	3,9	2,6	1,3	6,6	20
PT/S/O/1/2025	pH kalu	[-]	7,9	8,1	8,1	6,3	3,7	2,5	1,3	5,1	17
PT/S/O/1/2021	Sušina - kal	[%]	30,5	30,4	30,4	1,6	1,3	8,2	1	15,1	28
PT/S/O/1/2022	Sušina - kal	[%]	24,9	24,9	24,9	2,0	1,6	8,8	2	20,5	24
PT/S/O/1/2023	Sušina - kal	[%]	30	29,7	29,7	2,3	1,0	8,7	1	27,7	17
PT/S/O/1/2024	Sušina - kal	[%]	19,3	19,1	19,1	5,7	5,2	10,4	2,1	29	25
PT/S/O/1/2025	Sušina - kal	[%]	20,7	20,8	20,8	1,4	1,4	8,7	1	30	23
PT/S/O/1/2021	Vápník	[g/kg suš.]	38,7	38,8	38,8	9,3	8,5	17,1	5,9	25,8	18
PT/S/O/1/2022	Vápník	[g/kg suš.]	22,1	22,3	22,3	4,5	4,0	16,3	3,2	20,8	16
PT/S/O/1/2023	Vápník	[g/kg suš.]	20	20	20	6,5	7,0	20,5	9,5	31	10
PT/S/O/1/2024	Vápník	[g/kg suš.]	29,6	29,8	29,8	10,5	9,1	17,9	10,1	21,6	19
PT/S/O/1/2025	Vápník	[g/kg suš.]	17	16,7	16,7	17,1	16,2	14,7	8,2	20,6	13
PT/S/O/1/2021	Zn	[mg/kg suš.]	1319	1321	1321	7,4	8,0	17,1	6,5	30,2	17
PT/S/O/1/2022	Zn	[mg/kg suš.]	755	754	754	10,1	10,7	18,1	8,1	24,9	18
PT/S/O/1/2023	Zn	[mg/kg suš.]	734	731	731	6,5	6,2	20,3	10,2	31,3	14

PT/S/O/1/2024	Zn	[mg/kg suš.]	734	742	742	7,9	6,7	17,7	0,7	27,8	21
PT/S/O/1/2025	Zn	[mg/kg suš.]	570	566	566	12,3	10,1	16,3	8,9	27,4	16
PT/S/O/1/2021	Ztráta žiháním	[%]	51,1	51	51	1,8	1,6	9,6	0,2	20	28
PT/S/O/1/2022	Ztráta žiháním	[%]	53,3	53,2	53,2	1,7	1,3	10,7	4,9	19,7	26
PT/S/O/1/2023	Ztráta žiháním	[%]	50,5	50,6	50,6	3,0	1,6	11,7	2	35,2	19
PT/S/O/1/2024	Ztráta žiháním	[%]	60,6	60,6	60,6	2,1	1,3	11,1	0,2	20,6	25
PT/S/O/1/2025	Ztráta žiháním	[%]	66,7	66,9	66,9	1,2	0,7	9,9	4	20,1	23

Poznámka: * ČSN ISO 5725, ** ČSN ISO 13528 Směrodat. * odchylka

Laboratoře celkem – počet laboratoří, které uvedly do protokolu spolu s výsledky daného ukazatele i rozšířenou nejistotu

Průměr – průměr výsledků ukazatele vypočítaný ze všech dodaných hodnot po vyloučení odlehlých výsledků

Průměr Ulab – průměr rozšířené nejistoty, který byl vypočítaný z hodnot, které uvedly laboratoře bez odlehlých výsledků

Minim. Ulab – minimální rozšířená nejistota daného ukazatele, minimální hodnota, kterou uvedla jedna z laboratoří

Maxim. Ulab – maximální rozšířená nejistota daného ukazatele, maximální hodnota, kterou uvedla jedna z laboratoří

*ČSN ISO 5725, Grubbsův test, **ČSN ISO 13528, Hamplův test