



Výběr odběrového nástroje pro vzorkování zemín

Michal Setnička, R. Marek, T. Kroupa, A. Čtvrtečková

Možnosti AI

- czech firefighters are taking soil samples in the corn field after nuclear fallout and behind them is nuclear power plant Temelín



16:9 - everbot.cz

1:1 - davinci.ai

Kdy a proč odebírat vzorky půdy

- Nehoda při transportu RaL
- Špinavá bomba
- Ověření kontaminace ze starých zátěží
- Výbuch jaderné zbraně
- Nehoda JE
- Posoudit stupeň kontaminace v důsledku mokré či suché depozice RaL
- Určit konkrétní radionuklid a jeho koncentraci
- Posoudit danou lokalitu z pohledu konkrétního radionuklidu (expozice vdechováním, ozářením)
- Podklady pro rozhodnutí o dalším využití zasaženého území



Proč právě vzorkování ?

FÁZE

PODÍL NA CELKOVÉ VARIABILITĚ VÝSLEDKU

Sestavení plánu odběru vzorků

Odběr, přeprava a skladování vzorků

Příprava vzorku k analýze

Analýza vzorků

Vyhodnocení (statistické) výsledků

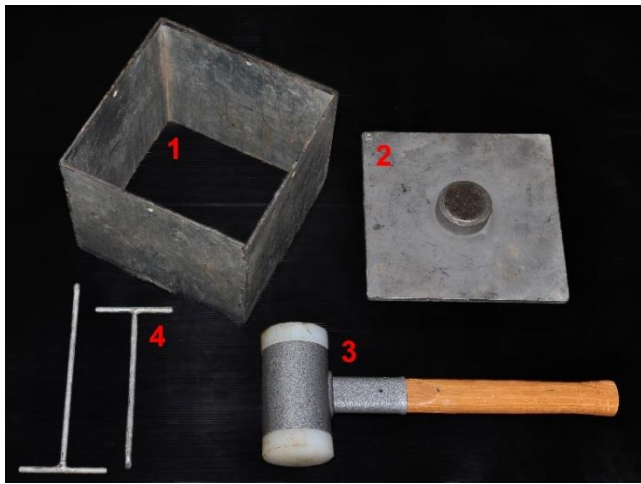
92%

7%

1%



Odběrové nástroje CHL HZS



Čtvercový půdní vzorkovač



Kořenový vrták



Stony-soil



RIVER



Ruční zemní vrtáky a lopatky

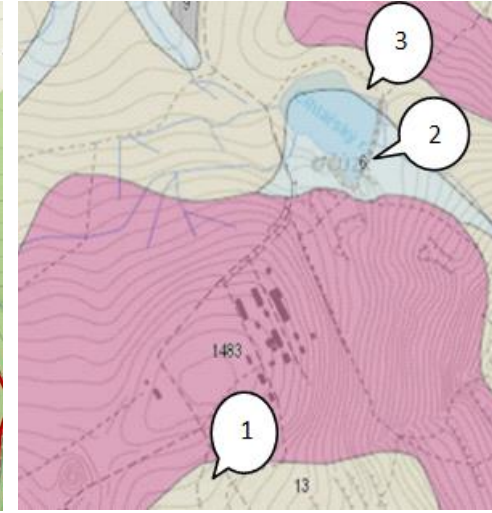
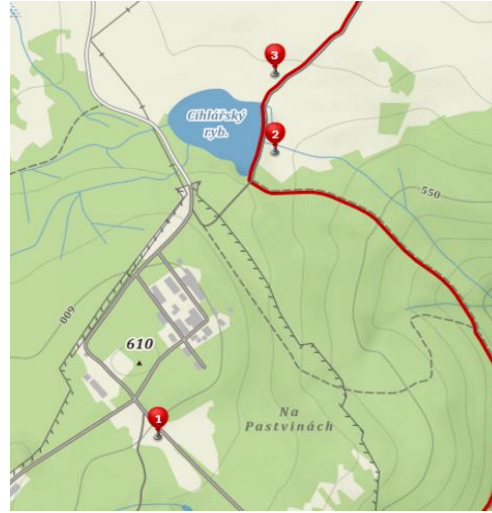
Edelmanovy vrtáky



HZS ČR

Místo a způsob odběru

VVP
Tisá



- 1 středně zrnitá zemina tvořená metamorfovanou ortorulou
- 2 nivní sediment s vyšším obsahem jílu a půdní vlhkosti
- 3 hlinito-kamenitý nezpevněný sediment

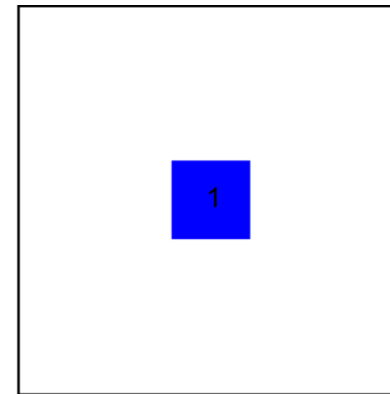
Odběrové schéma

Každá CHL na každém místě odebrala 4 vzorky za použití 2 různých nástrojů

Odebíraný profil
5-10 cm



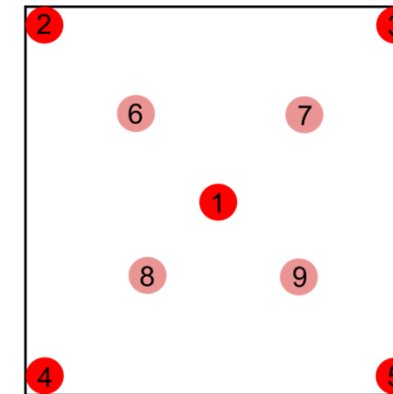
Čtvercový půdní
vzorkovač



HZS ČR

1 m

Ruční
zemní vrtáky



1 m

5

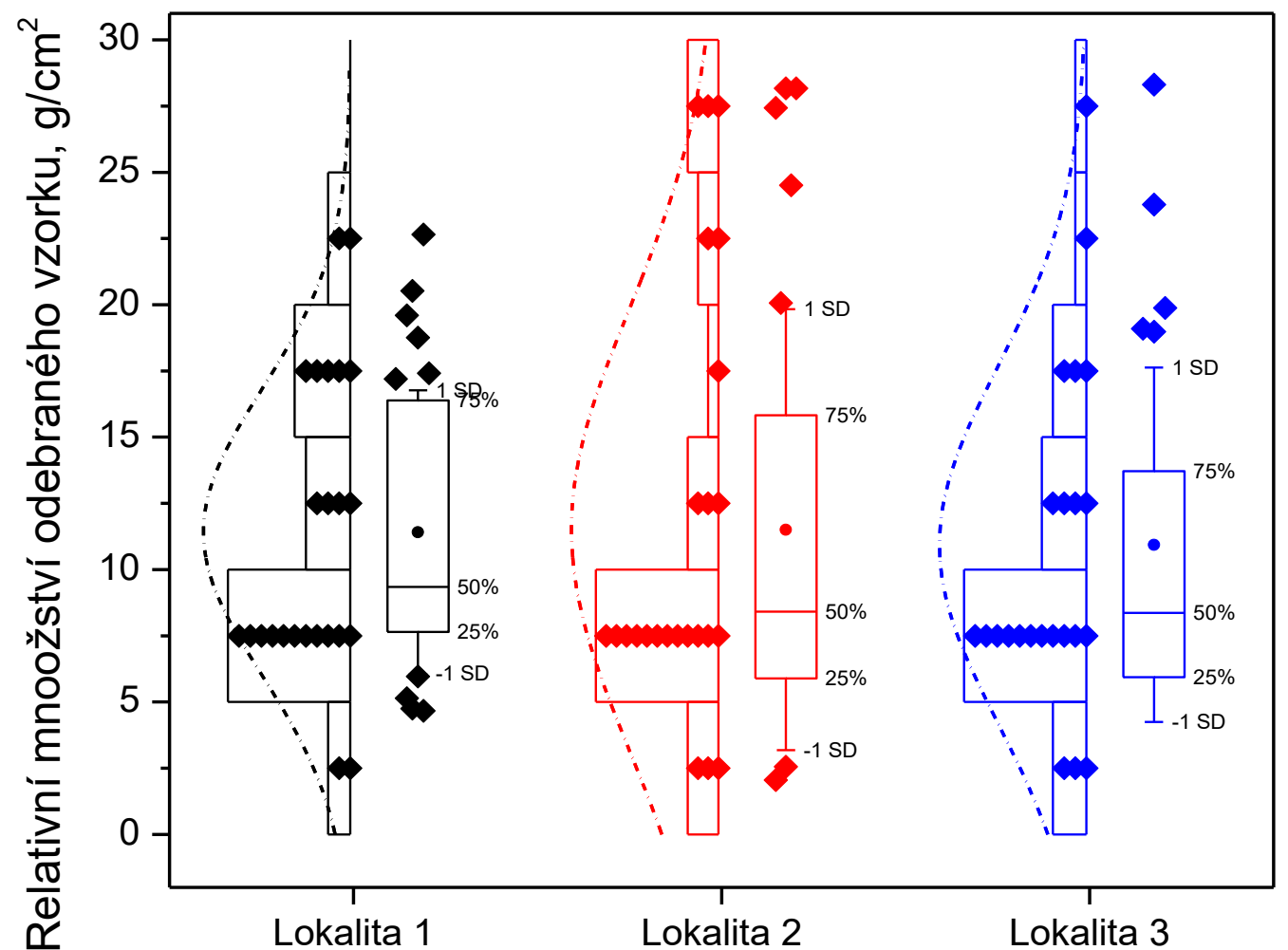
Sledované veličiny - kvantitativní

- **Celkem 13 kvantitativních veličin** (hmotnost odebraného vzorku, plocha, vlhkost, hustota vzorku v nádobě ...)
- Podrobné statistické zpracování pouze u
 - Relativní množství odebraného vzorku, g/cm²

$$\frac{\text{hmotnost odebraného vzorku}}{\text{plocha odebraného vzorku}}$$

Nástroj	Plocha nástroje, cm ²	Počet odběrů pro jeden vzorek	Plocha odebraného vzorku, cm ²
vrták Edelman	56,7	5	283,7
vrták River	23,8	5	118,8
vrták Stony-soil	23,8	5	118,8
kořenový vrták	50,3	5	251,3
čtvercový půdní vzorkovač	400,0	1	400,0
polní lopatka	jak kdy (plocha se mění v závislosti na způsobu odběru)		

Relativní množství odebraného vzorku



Celkem bylo odebráno 72 vzorků (24 z každé lokality)

Většina hodnot 5-10 g/cm²



Čtvercový půdní vzorkovač, kořenový vrták

Průměr pro všechny lokality shodný



$p = 0,9549$

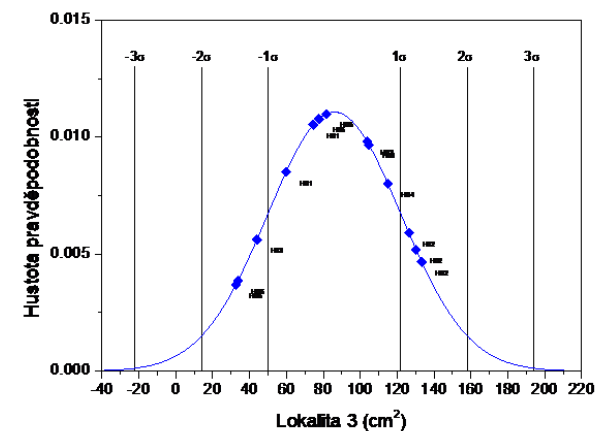
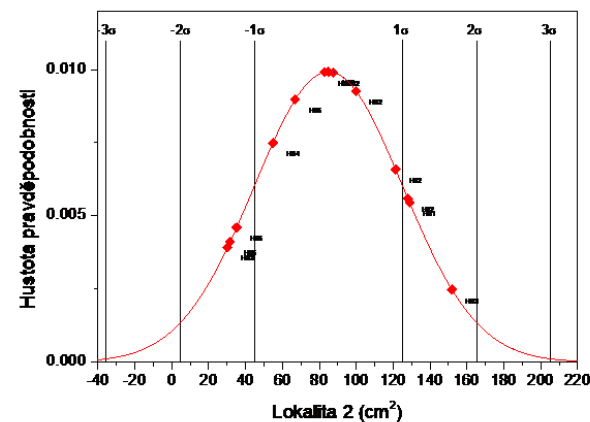
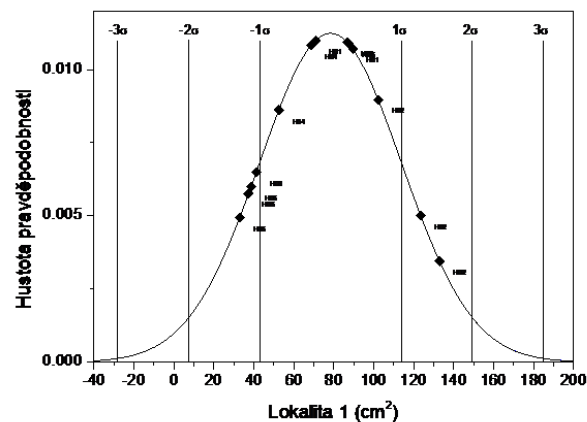
**Relativní množství odebraného vzorku
nezávisí na lokalitě**

Velká chyba (až 72 %) !

Parametr	Lokalita		
	1	2	3
Průměr, g/cm ²	11,4	11,5	10,9
Směrodatná odchylka, g/cm ²	5,4	8,3	6,5
Relativní směr. odchylka (k), %	46,9	72,3	49,8
Medián, g/cm ²	9,3	8,4	8,4
Minimum, g/cm ²	4.7	2.1	4.5
Maximum, g/cm ²	22.7	28.2	28.3

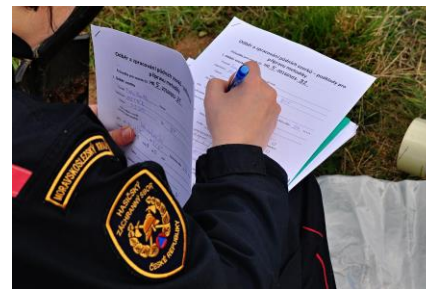
Kde se vzaly chyby

Grafy hustoty
pravděpodobnosti
normálního rozdělení



Nástroj	Četnost použití	Četnost chyb*	Relativní četnost, %
polní lopatka	8	6	75
čtvercový půdní vzorkovač	30	6	20
kořenový vrták	15	4	26
vrták River	8	6	75
vrták Edelman	10	3	30

* Za významné chyby byla považována data, jejichž hodnota ležela v pásu 2 a 3 σ



16.12.2024

HZS ČR

Závisí relativní množství odebraného vzorku na odběrovém zařízení?

H_0 : Relativní množství odebraného vzorku nezávisí na použitém odběrovém zařízení

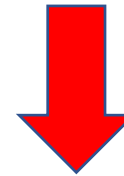
H_A : Relativní množství odebraného vzorku závisí na použitém odběrovém zařízení

Hladina významnosti $\alpha = 0,05$

Analýza rozptylu (ANOVA)

Výběr	Počet	Průměr	Rozptyl	Směr. odchylka
Edelman	10	19,84	62,87	7,93
čtvercový půdní vzorkovač	30	8,32	7,98	2,82
kořenový vrták	15	9,24	21,41	4,63
polní lopatka	8	6,35	14,65	3,83
River	8	20,51	15,64	3,95

$$p_{\text{hodnota}} (2,06 \cdot 10^{-12}) < \alpha$$



Zamítáme H_0 o nezávislosti množství odebraného vzorku na použitém odběrovém zařízení přijímáme H_A .

Čtverc. půd. vz., kořenový vrták a lopatka - $p_{\text{hodnota}} (0,1893) > \alpha \rightarrow$ přijímáme H_0

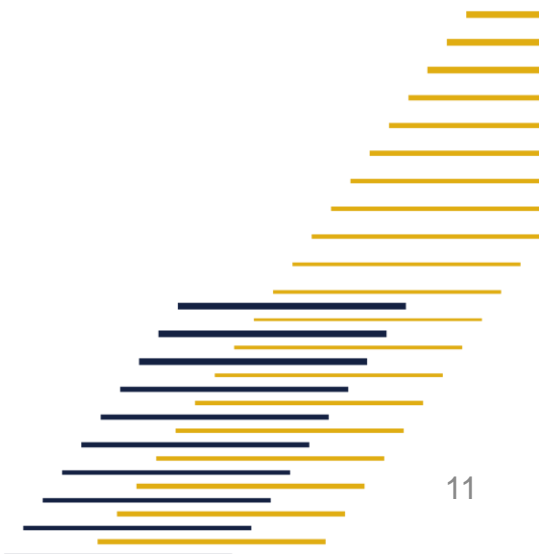
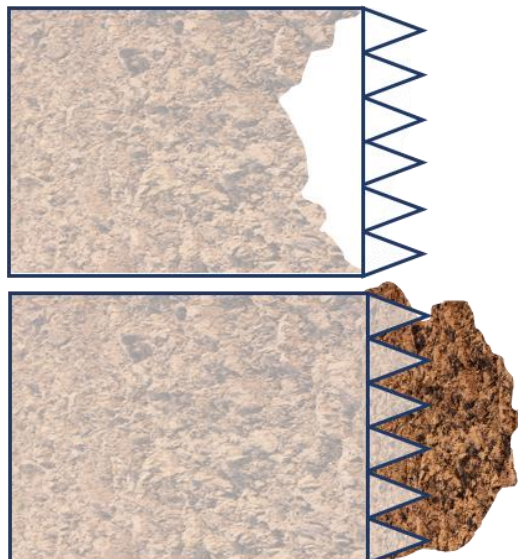
Čtvercový půdní vz., kořenový vrták - $p_{\text{hodnota}} (0,4102) > \alpha \rightarrow$ přijímáme H_0



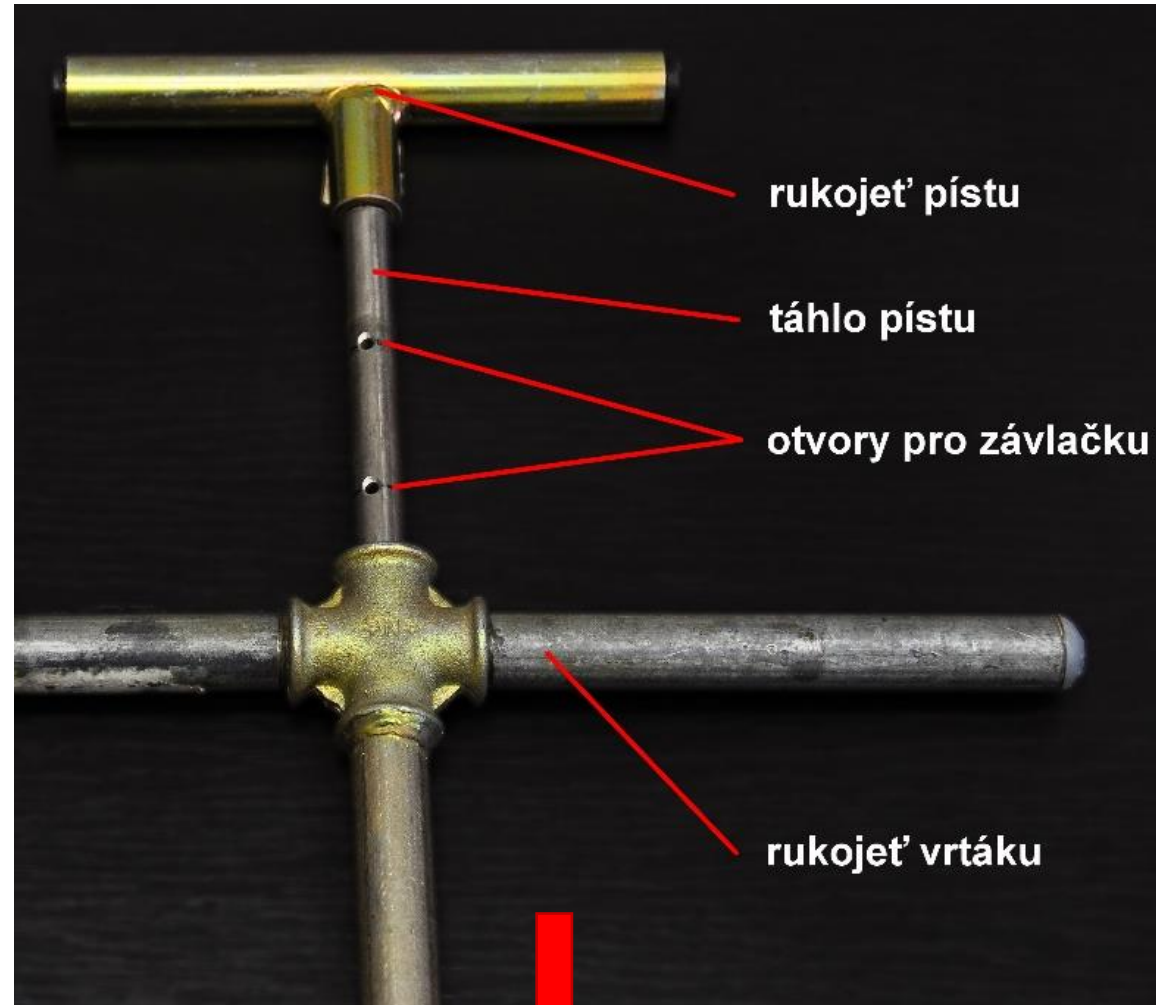
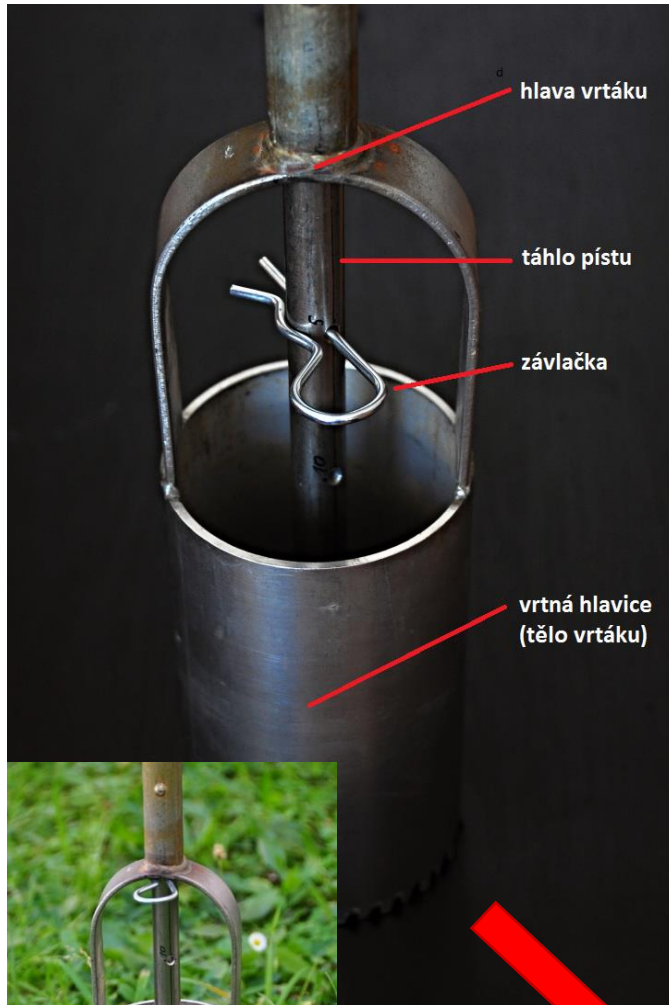
Nástroj	Výhody	Nevýhody
Čtvercový půdní vzorkovač	Přesně definovaná plocha a hloubka odběru, lze provádět odběry podle horizontu (následné porcování odebrané krychle po vrstvách), snadná dekontaminace	Velmi těžký => obtížná manipulace, časová náročnost, zbytečně velké množství odebraného vzorku, nelze použít v přítomnosti kamenů, větších kořenů nebo u vyschlé tvrdé půdy, obtížné vyjmutí vzorku z odběrového nástroje, nelze použít pro odběry z větších hloubek, nejedná se o standardní nástroj
Kořenový vrták	Přesně definovaná plocha, jednoduchá práce a manipulovatelnost, rychlost reprezentativnější vzorek, lze provádět odběry podle horizontu (následné porcování odebrané válečku po vrstvách), jednoduché vyjmutí vzorku z odběrového nástroje, lze použít i pro odběry z větších hloubek	Často dochází k podvrtání či odtrhu => odběr podle horizontu není tolik přesný, nelze použít v přítomnosti velkých kamenů nebo větších kořenů, hůře dostupný vnitřní prostor odběrového zařízení => obtížnější dekontaminace.
Vrtáky River, Edelman a Stony-soil	Jednoduchá práce a manipulovatelnost, reprezentativnější vzorek, lze použít i pro odběry z větších hloubek, volbou vhodného typu vrtáku si poradí téměř se všemi typy půd	Nepřesně definovaná plocha odběru, často dochází k podvrtání, obtížné vyjmutí vzorku z odběrového nástroje => vzorek nejde vyjmout v kuse a následně naporcovat, obtížnější dekontaminace, pořizovací cena a nutnost mít několik typů
Polní lopatka	Nejrychlejší a univerzální způsob odběru, jednoduché zařízení => minimální riziko zničení a následné nefunkčnosti, pořizovací cena, snadná dekontaminace,	Nejhůře definovaná plocha a hloubka odběru, přesný odběr podle horizontu je téměř nemožný



Nástroj	Výhody	Nevýhody
Čtvercový půdní vzorkovač	Přesně definovaná plocha a hloubka odběru, lze provádět odběry podle horizontu (následné porcování odebrané krychle po vrstvách), snadná dekontaminace	Velmi těžký => obtížná manipulace, časová náročnost, zbytečně velké množství odebraného vzorku, nelze použít v přítomnosti kamenů, větších kořenů nebo u vyschlé tvrdé půdy, obtížné vyjmutí vzorku z odběrového nástroje, nelze použít pro odběry z větších hloubek, nejedná se o standardní nástroj
Kořenový vrták	Přesně definovaná plocha, jednoduchá práce a manipulovatelnost, rychlost reprezentativnější vzorek, lze provádět odběry podle horizontu (následné porcování odebrané válečku po vrstvách), jednoduché vyjmutí vzorku z odběrového nástroje, lze použít i pro odběry z větších hloubek	Často dochází k podvrtání či odtrhu => odběr podle horizontu není tolik přesný, nelze použít v přítomnosti velkých kamenů nebo větších kořenů, hůře dostupný vnitřní prostor odběrového zařízení => obtížnější dekontaminace.



Úprava kořenového vrtáku



Zpřesnění odběru podle horizontu

Upřesňující odběry



Místo odběru

k.ú. – Rohovládova bělá

Typ půdy

jemnozrnný sediment, tvrdý a suchý (vlhkost $21,6 \pm 1,5 \%$)



16.12.2024



HZS ČR

Testované nástroje

kořenový vrták a čtvercový půdní vzorkovač

Počet odběrů

20 vzorků každým odběrovým nástrojem

Účel odběrů

zpřesnit odhad chyby vybraných odběrových nástrojů

Upřesňující odběry - výsledky

Závisí relativní množství odebraného vzorku na odběrovém zařízení?

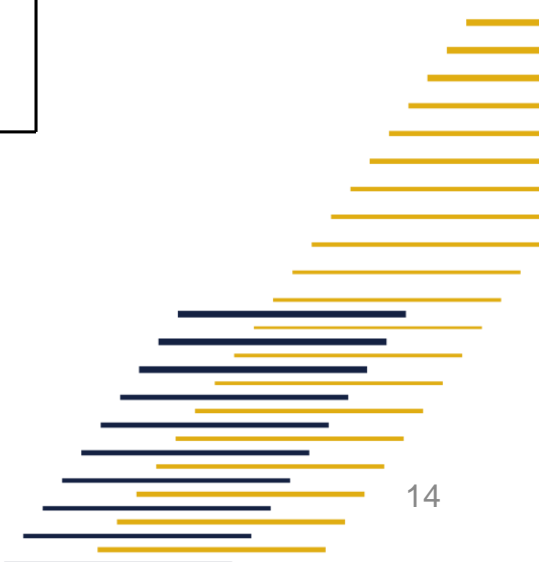
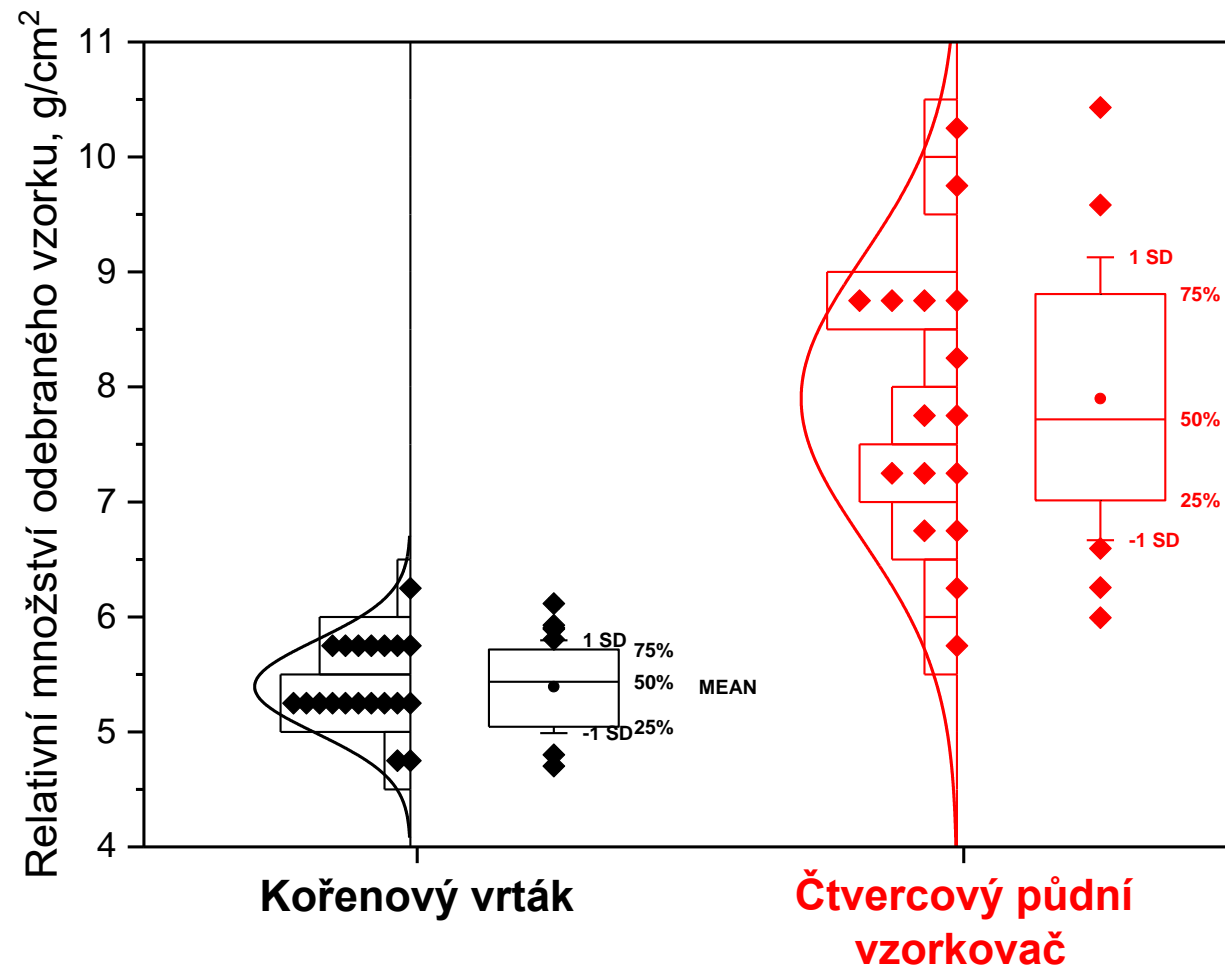
H_0 : nezávisí

H_A : závisí

$p_{\text{hodnota}} (5,13 \cdot 10^{-10}) < \alpha$



Zamítáme H_0 o nezávislosti
a doporučujeme přednostně
použít kořenový vrták ...



Závěrečné shrnutí

- Relativní množství odebraného vzorku = vhodný parametr pro porovnání různých odběrových nástrojů
- Relativní množství odebraného vzorku velmi silně závisí na použitém odběrovém nástroji
- Nejvyšší reprodukovatelnost vykazuje kořenový vrták a čtvercový půdní vzorkovač
 - Relativní chyba při odběru vzorku za použití upraveného kořenového vrtáku je 7,5%, pro čtvercový půdní vzorkovač je to 15,6%
- Kořenový vrták = nástroj první volby
 - přesně definovaná plocha a hloubka odběru,
 - jednoduchá manipulovatelnost a časová náročnost,
 - více dílčích vzorků → reprezentativnější vzorek,
 - lze provádět odběry podle horizontu,
 - jednoduché vyjmutí vzorku → bezpečnější





Tisá - Lokalita 3



Děkuji za pozornost

Michal Setnička

Kontakt: michal.setnicka@hzscr.cz ; +420 771 252 420

16.12.2024

HZS ČR