



# 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

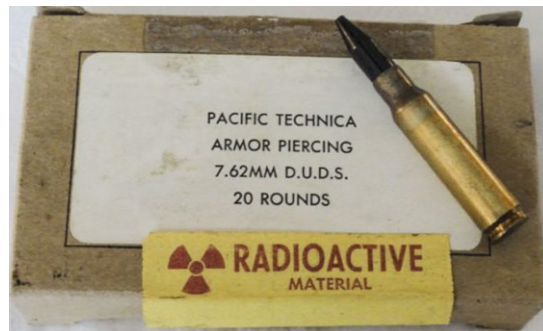


16:9 - everbot.cz

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%



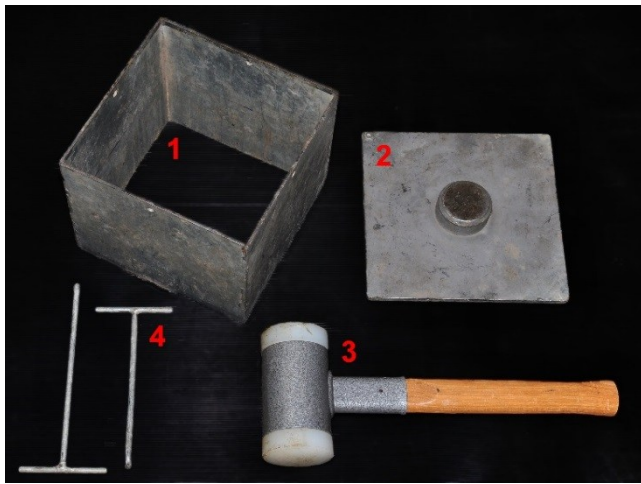
7%



1%



# Odběrové nástroje CHL HZS



Čtvercový půdní vzorkovač



Ruční zemní vrtáky a lopatky

Kořenový vrták



Stony-soil



RIVER

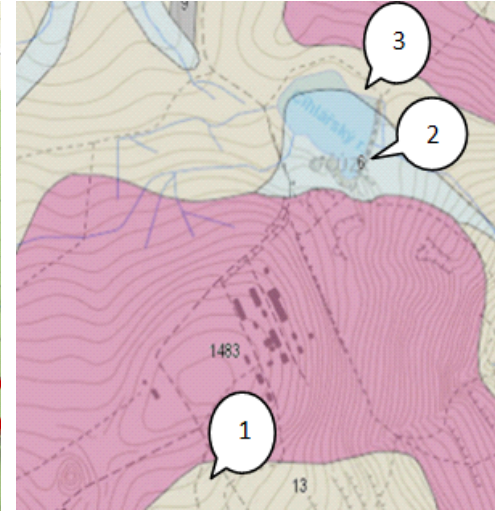
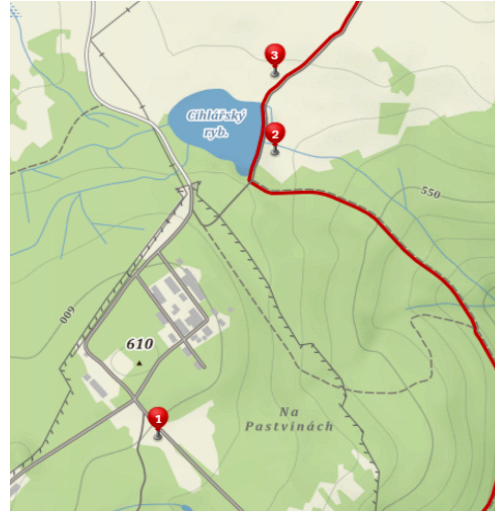


Edelmanovy vrtáky



# 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

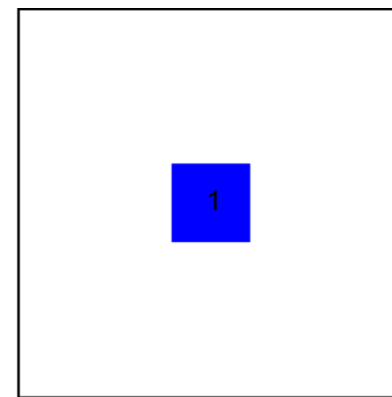
Každá CHL na každém místě odebrala 4 vzorky za použití 2 různých nástrojů

## Odebíraný profil

5-10 cm



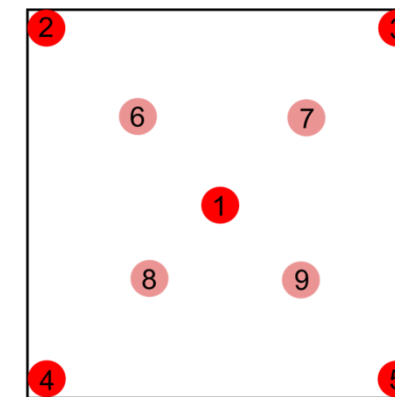
## Čtvercový půdní vzorkovač



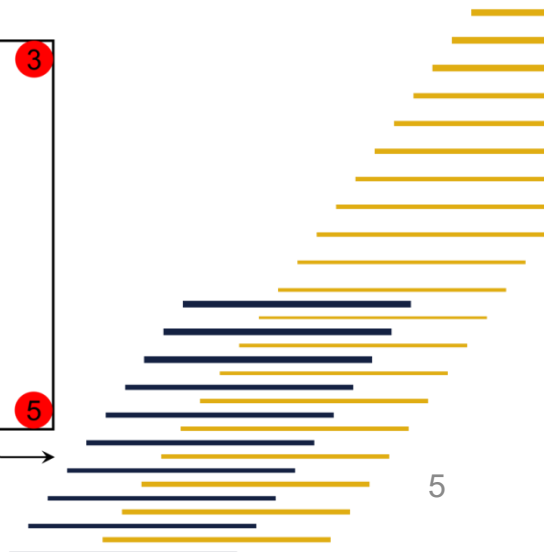
HZS ČR

1 m

## Ruční zemní vrtáky



1 m



5

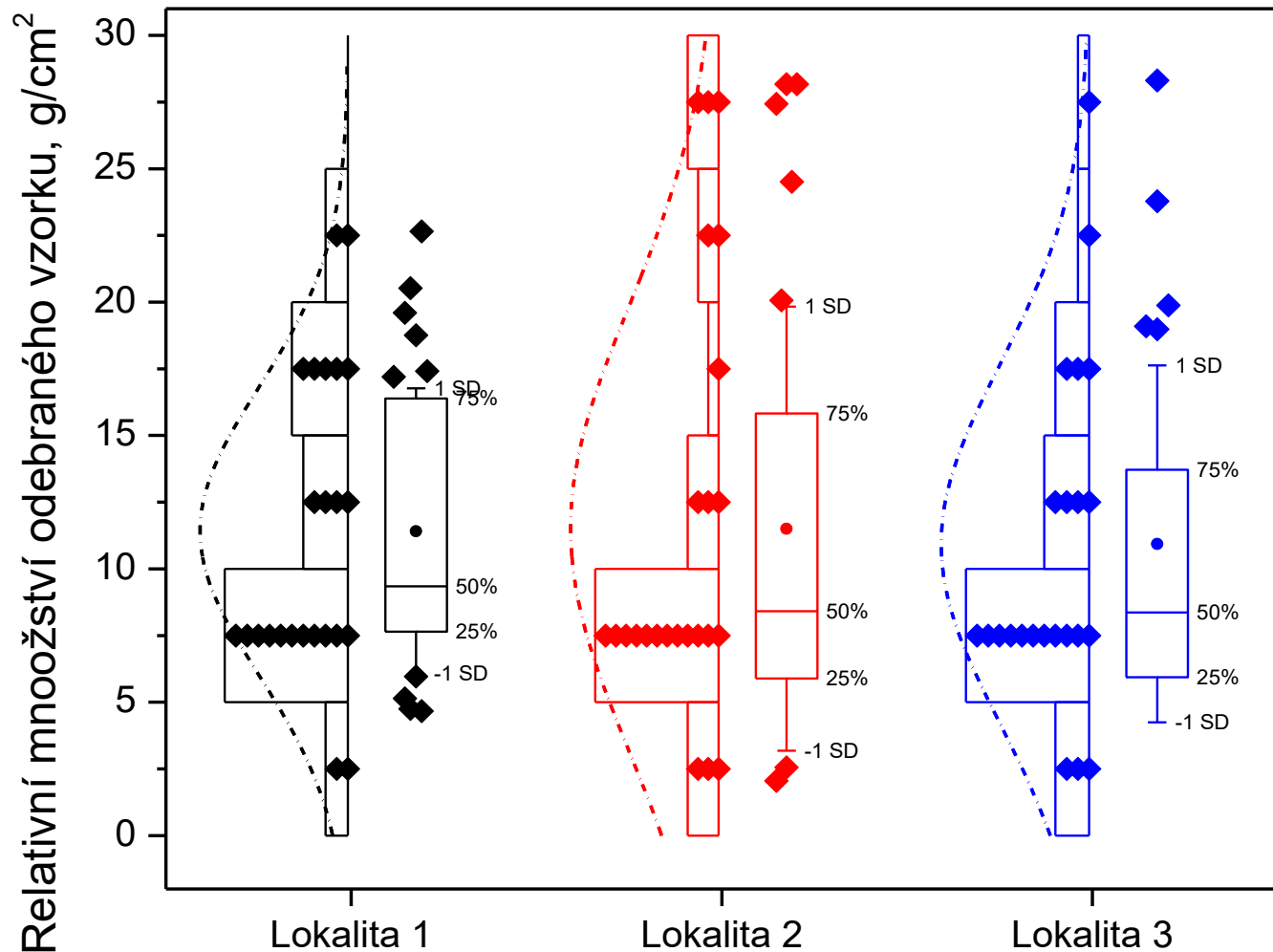
# Sledované veličiny - kvantitativní

- Celkem 13 kvantitativních veličin (hmotnost odebraného vzorku, plocha, vlhkost, hustota vzorku v nádobě ...)
- Podrobné statistické zpracování pouze u
  - Relativní množství odebraného vzorku, g/cm<sup>2</sup>

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

Nástroj	Plocha nástroje, cm <sup>2</sup>	Počet odběrů pro jeden vzorek	Plocha odebraného vzorku, cm <sup>2</sup>
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/cm<sup>2</sup>



Čtvercový půdní vzorkovač, kořenový vrták

Průměr pro všechny lokality shodný



$p = 0,9549$

Relativní množství odebraného vzorku  
nezávisí na lokalitě

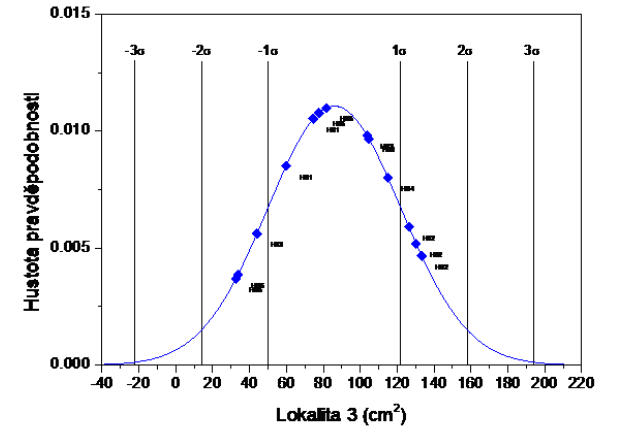
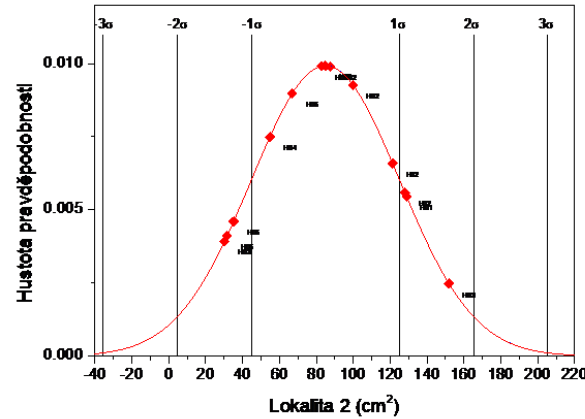
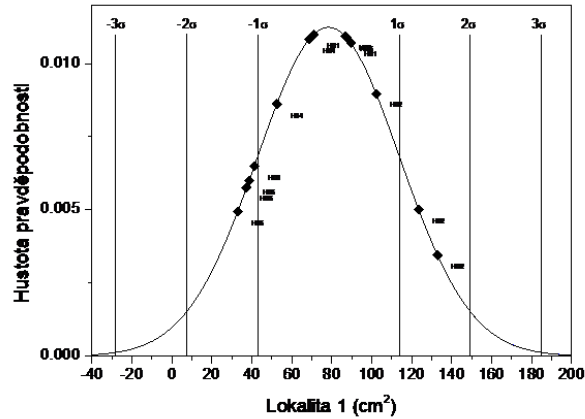
**Velká chyba (až 72 %) !**

Parametr	Lokalita		
	1	2	3
Průměr, g/cm <sup>2</sup>	11,4	11,5	10,9
Směrodatná odchylka, g/cm <sup>2</sup>	5,4	8,3	6,5
Relativní směr. odchylka (k), %	46,9	72,3	49,8
Medián, g/cm <sup>2</sup>	9,3	8,4	8,4
Minimum, g/cm <sup>2</sup>	4,7	2,1	4,5
Maximum, g/cm <sup>2</sup>	22,7	28,2	28,3



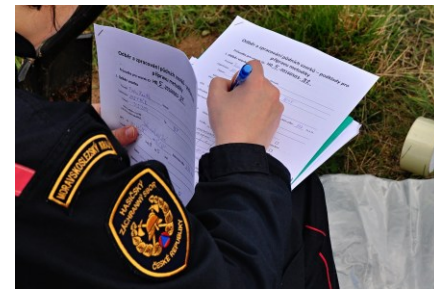
# Kde se vzaly chyby

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  $\sigma$



16.12.2024

HZS ČR

# Závisí relativní množství odebraného vzorku na odběrovém zařízení?

$H_0$ : Relativní množství odebraného vzorku nezávisí na použitém odběrovém zařízení

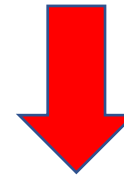
$H_A$ : Relativní množství odebraného vzorku závisí na použitém odběrovém zařízení

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  $H_0$

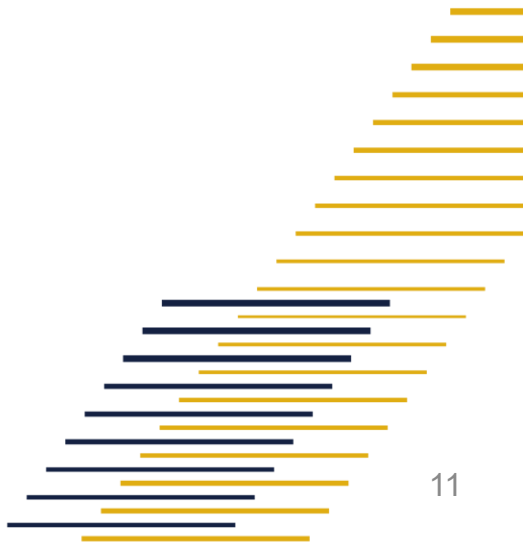
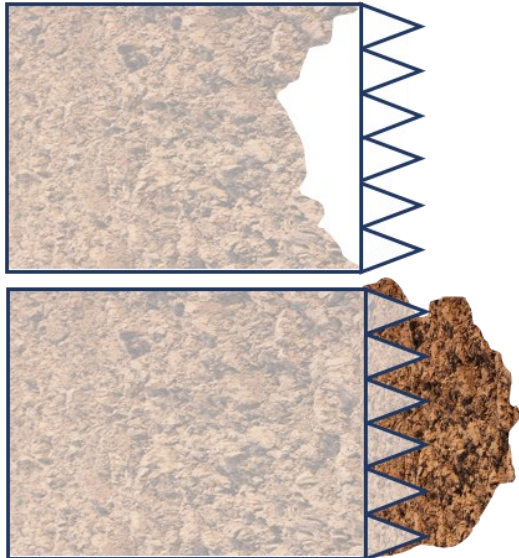
Čtvercový půdní vz., kořenový vrták -  $p_{\text{hodnota}} (0,4102) > \alpha \rightarrow$  přijímáme  $H_0$



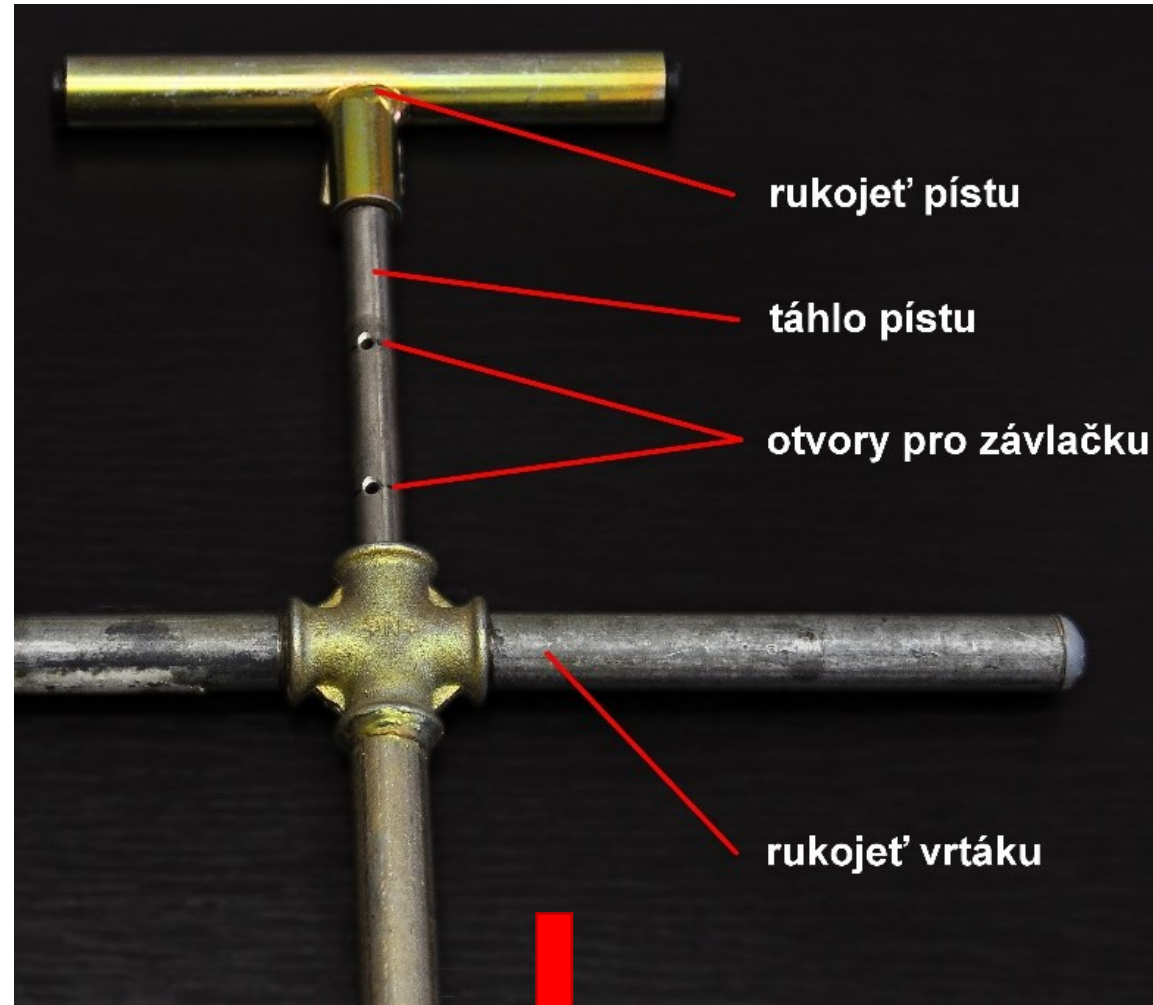
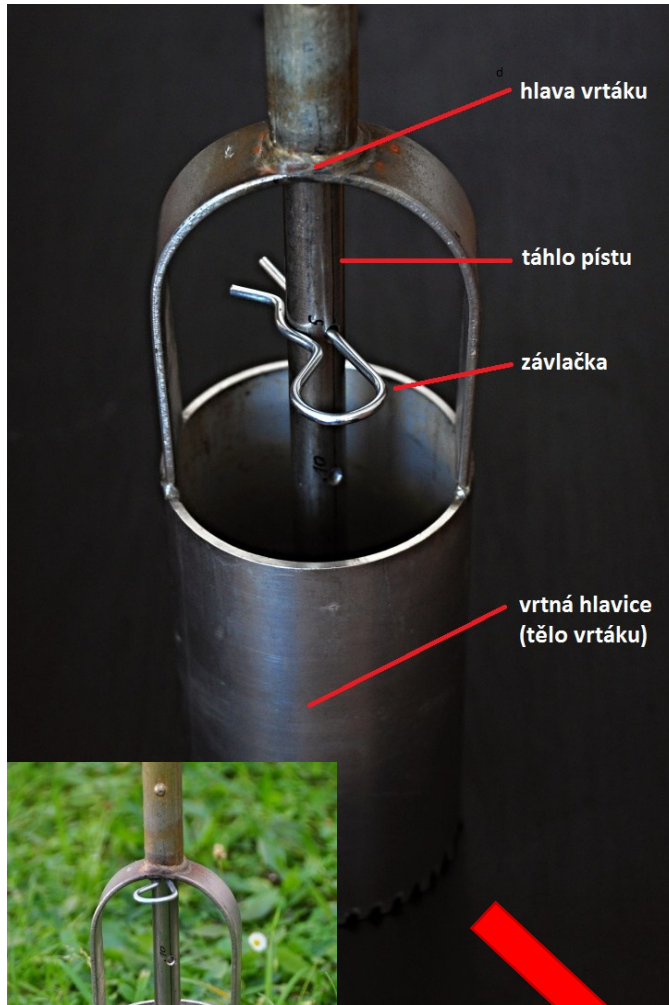
Nástroj	Výhody	Nevýhody
<b>Čtvercový půdní vzorkovač</b>	Přesně definovaná plocha a hloubka odběru, lze provádět odběry podle horizontu (následně porcování odebrané krychle po vrstvách), snadná dekontaminace	<b>Velmi těžký =&gt; obtížná manipulace, časová náročnost,</b> zbytečně velké množství odebraného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



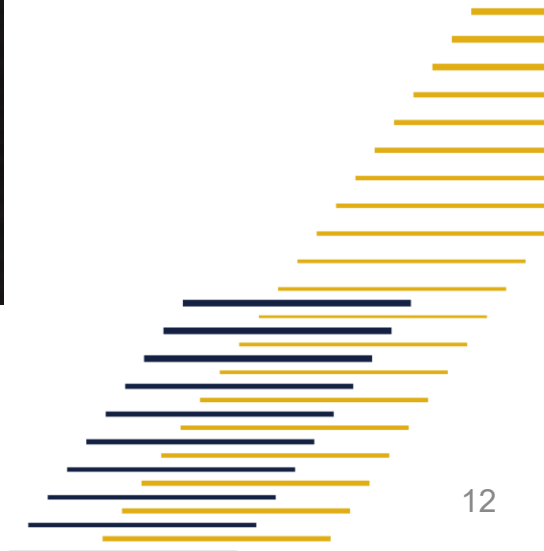
Nástroj	Výhody	Nevýhody
<p><b>Čtvercový půdní vzorkovač</b></p>	<p>Přesně definovaná plocha a hloubka odběru, Ize provádět odběry podle horizontu (následné porcování odebrané krychle po vrstvách), snadná dekontaminace</p>	<p><b>Velmi těžký =&gt; obtížná manipulace,</b> <b>časová náročnost,</b> zbytečně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



# 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?

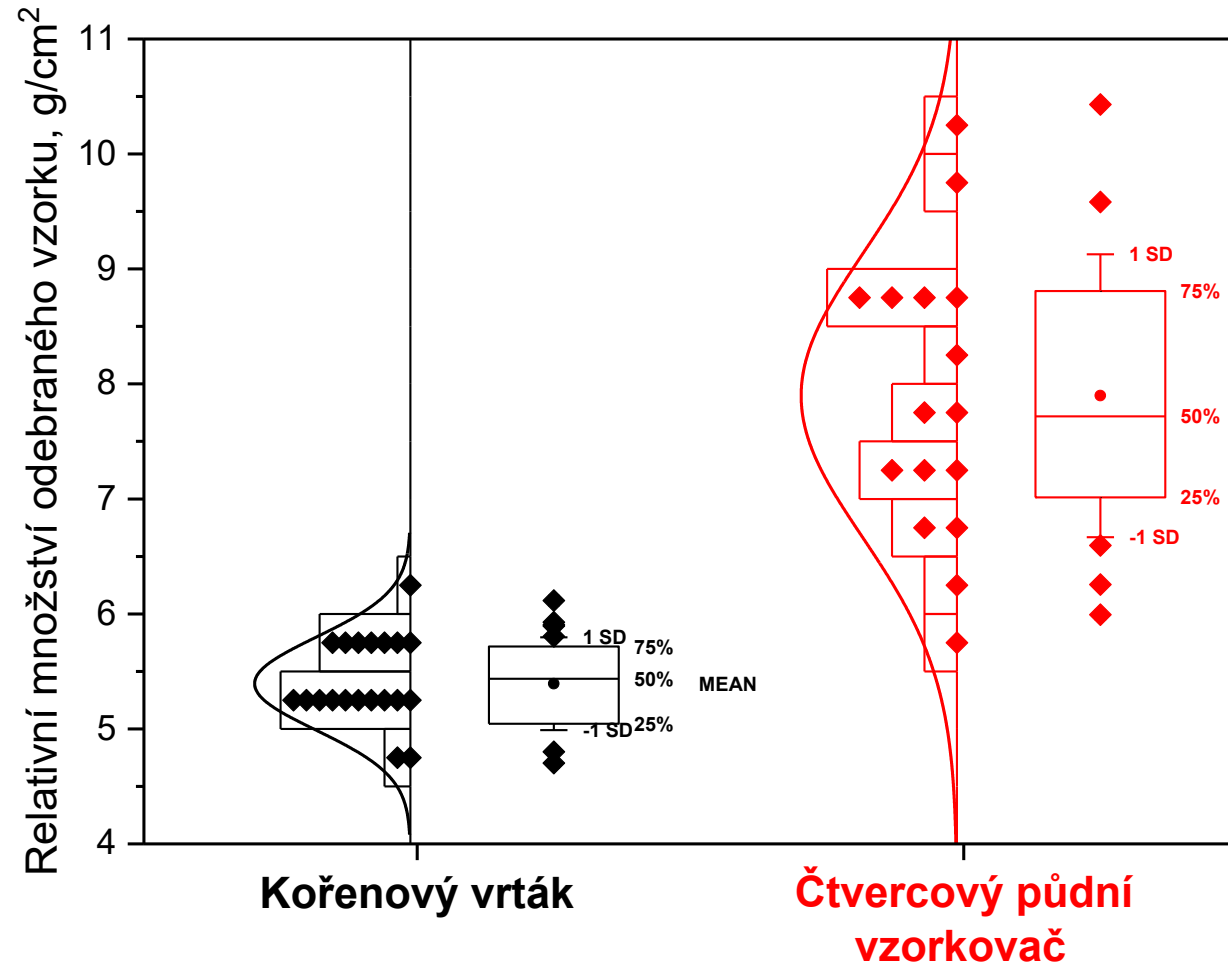
$H_0$ : nezávisí

$H_A$ : závisí

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



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



Průměr, g/cm<sup>2</sup>

5,4

7,9

Směrodatná odchylka, g/cm<sup>2</sup>

0,4

1,2

Relativní směr. odchylka, %

7,5

15,6

# 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](mailto:michal.setnicka@hzscr.cz) ; +420 771 252 420

16.12.2024

HZS ČR

16