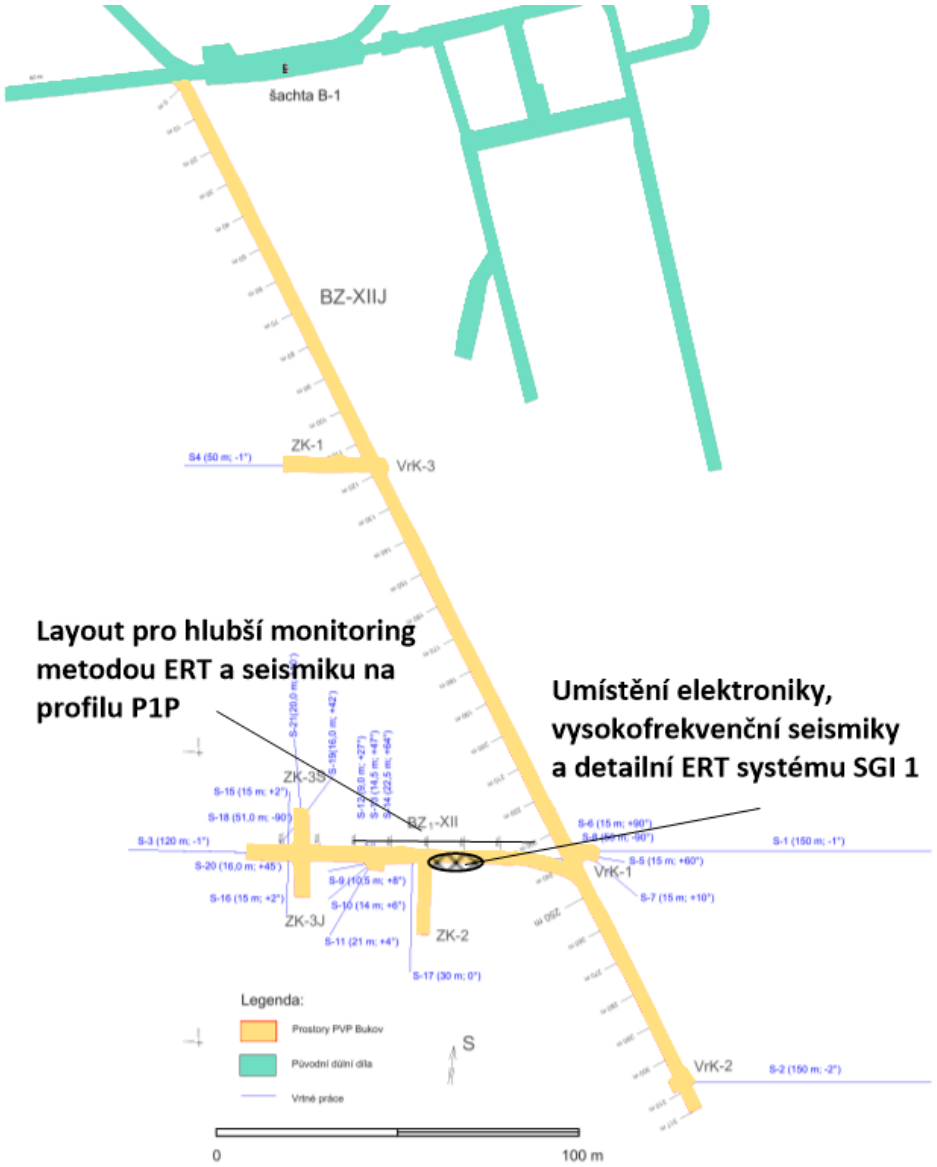
DLOUHODOBÉ MONITOROVÁNÍ POMOCÍ GEOFYZIKÁLNÍCH METOD V OBLASTI SEVERNÍ STĚNY ŠTOLY BZ1- XII V PVP BUKOV

Autoři:

Jaroslav Bárta, Tomáš Belov, Jaroslav Buchta, Jaroslav Jirků,

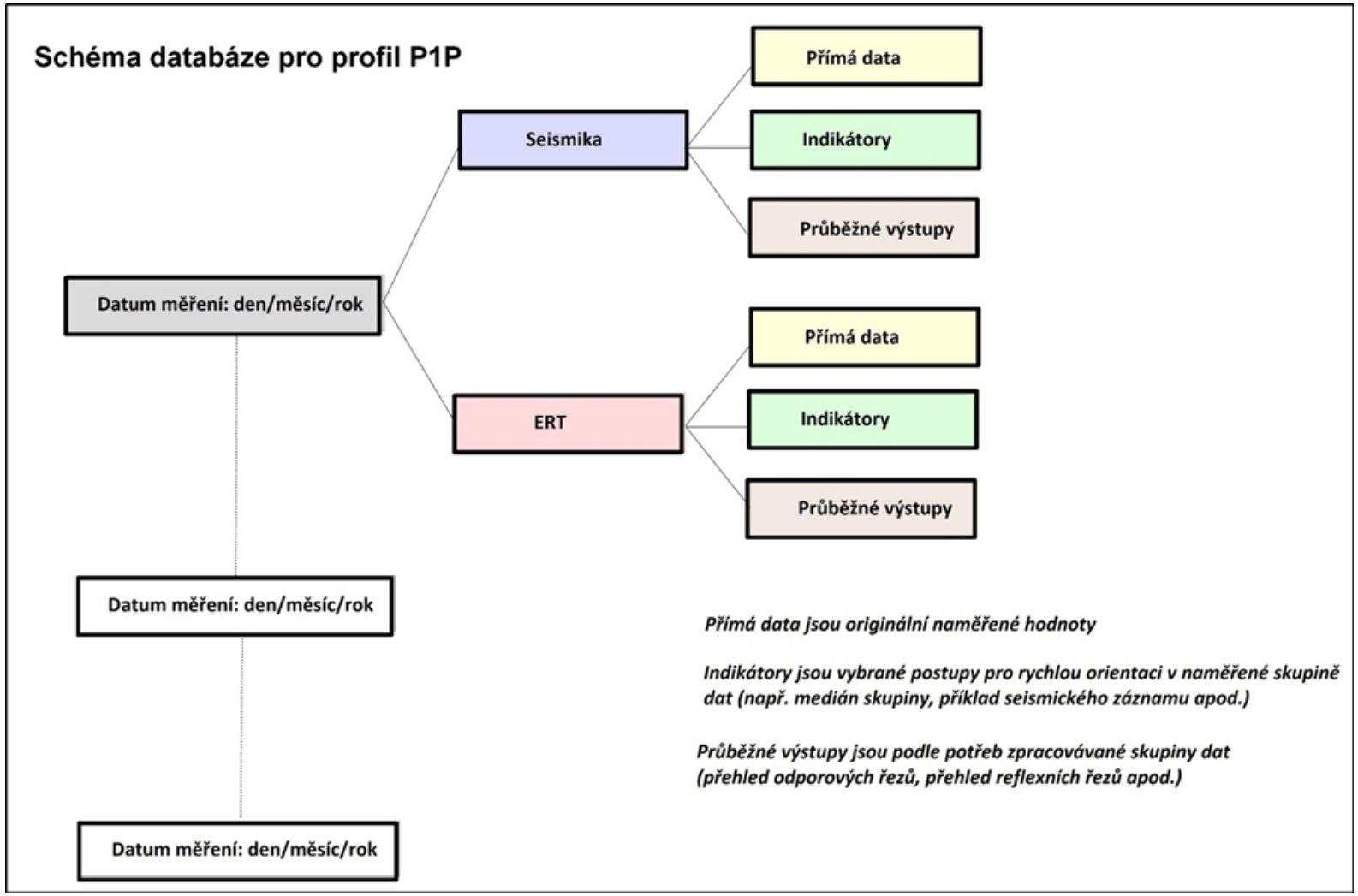
Lubomír Slavík, Jan Vilhelm

HGIG
Ústí nad Labem 2022



- Výzkumné práce jsou realizovány na dvanáctém patře v oblasti štoly BZ1- XII v hloubce 550 m.
- Od roku 2019 je na profilu P1P přibližně jednou měsíčně prováděno měření metodou ERT a seismickou metodou.
- Horninové prostředí je tvořeno amfibolitem, pararulou a migmatitem. Vysoký obsah rudních minerálů.

Naměřená seismická a odporová data získaná na profilu P1P jsou ukládána do databáze.



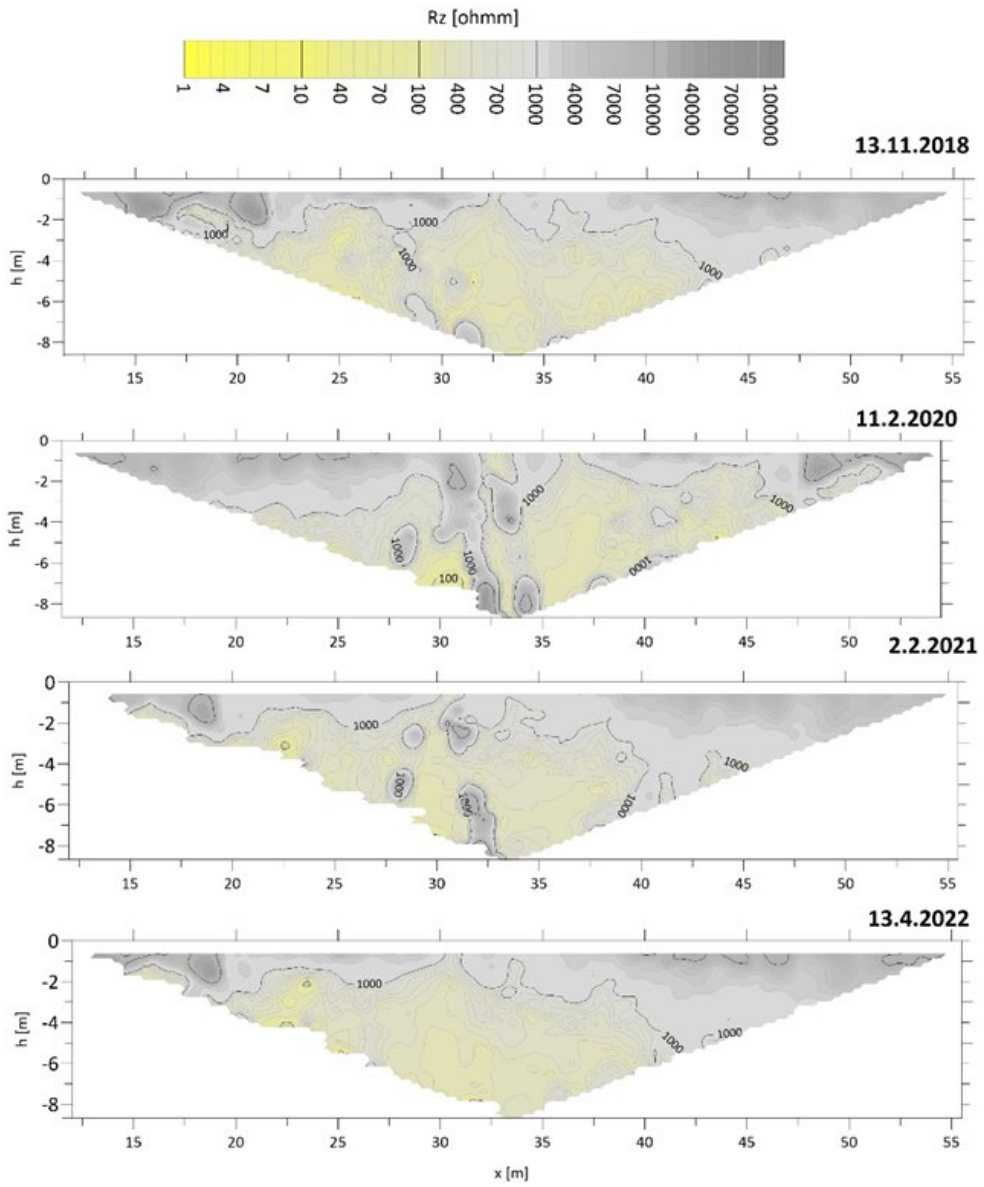
Měření metodou odporové tomografie (ERT)

Měření probíhá na layoutu dlouhém 48 m. Vzdálenost mezi elektrodami činí 1 m. Elektrody jsou trvale zapuštěny do horniny. Měření probíhá v systému uspořádání Wenner- Schlumberger s využitím multielektrodové aparatury ARES II (výrobek GF Instruments s.r.o.).

Seismická měření

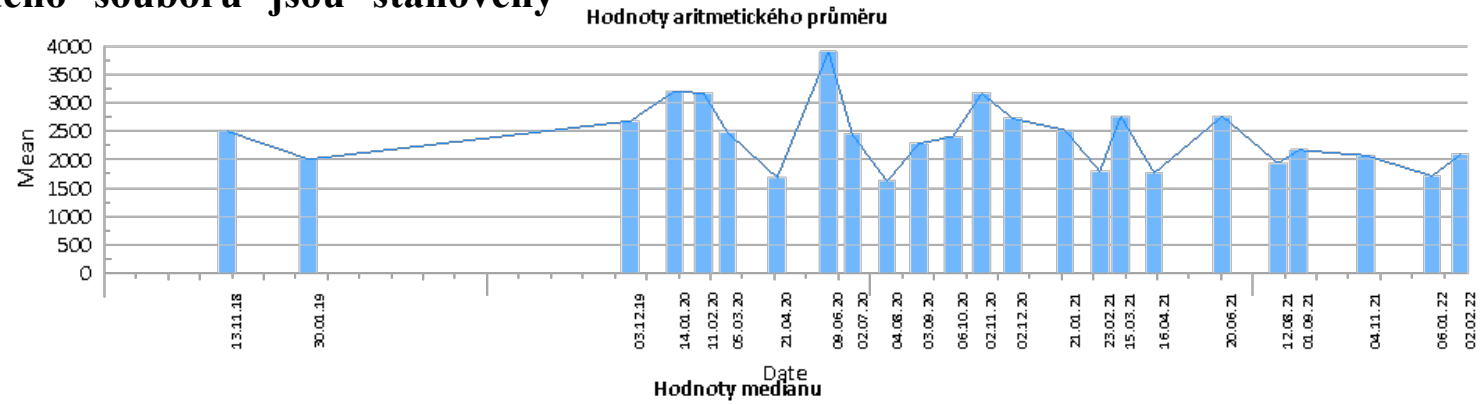
Měření probíhá s geofony, které mají od sebe vzdálenost 1 m (shodné pozice jako při ERT). Geofony jsou pro každé měření na profilu instalovány znovu, přesně do stejných vývrtů. Měří se složka Z (vertikální geofony), geofony jsou však zasazovány kolmo do stěny štoly. Zdrojem seismických rozruchů jsou údery seismického kladívka. Seismické rozruchy jsou prováděny mezi všemi geofony; dále jsou prováděny přístřely. Používá se seismická aparatura Terraloc Mark6 a Terraloc Pro 2. 48 seismických kanálů.

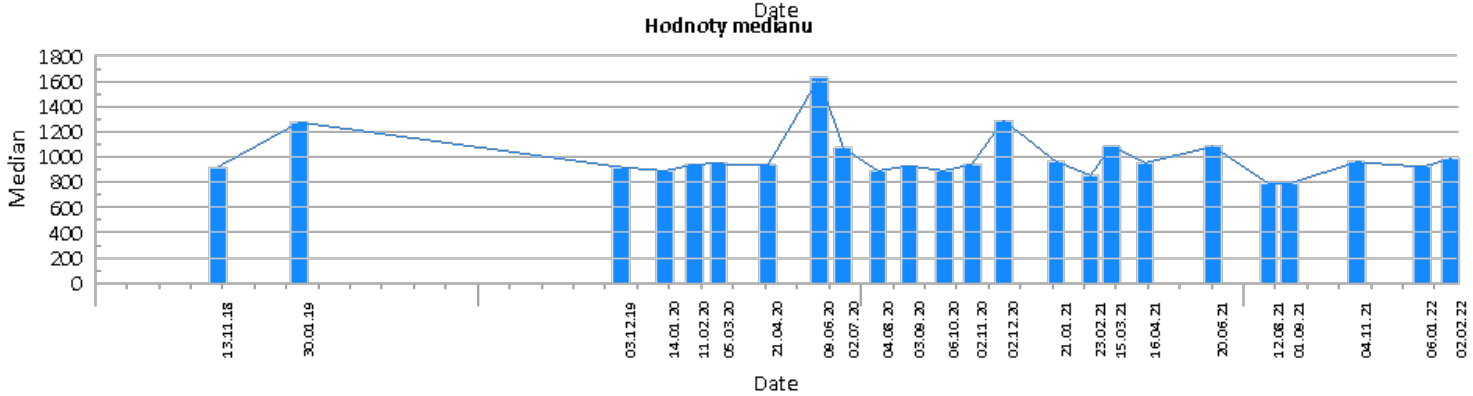
Výběr odporových řezů (zdánlivé měrné odpory) z období 13. 11. 2018 až 13. 4. 2022. Z přehledu je zřejmé, že naměřená data se v čase mění

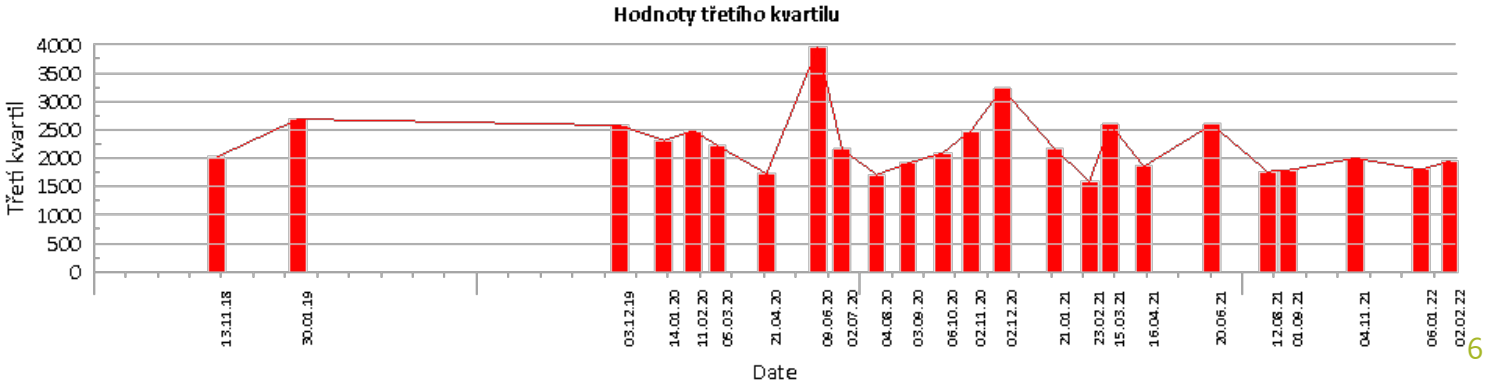


Protože naměřených dat rychle přibývá, bylo zvoleno několik indikátorů, pomocí kterých je rychle orientačně ohodnocen každý daný geoelektrický soubor. Z každého souboru jsou stanoveny následující statistické údaje:

počet naměřených hodnot,
maximální naměřená hodnota,
minimální naměřená hodnota,
aritmetický průměr,
medián,
první kvartil,
třetí kvartil.



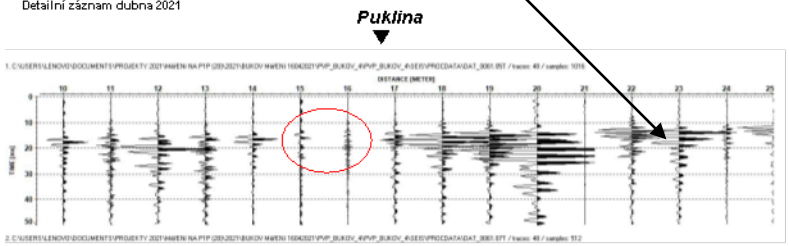




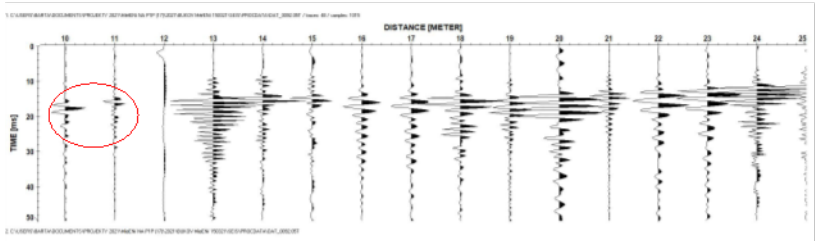
Pro rychlou orientaci v seismických datech jsou sledovány následující indikátory:

- rychlá analýza vybraných seismických záznamů (záznam z levého a pravého kraje layoutu, záznam z bodu mezi 24. a 25. geofonem).
- graf sum amplitud z jednotlivých seismických tras.
- detailní výřez seismických tras mezi staničením 10 až 25.

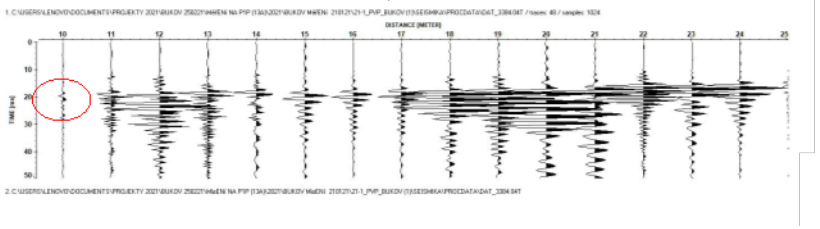
Detailní záznam dubna 2021



Detailní záznam z března 2021



Detailní záznam ledna 2021

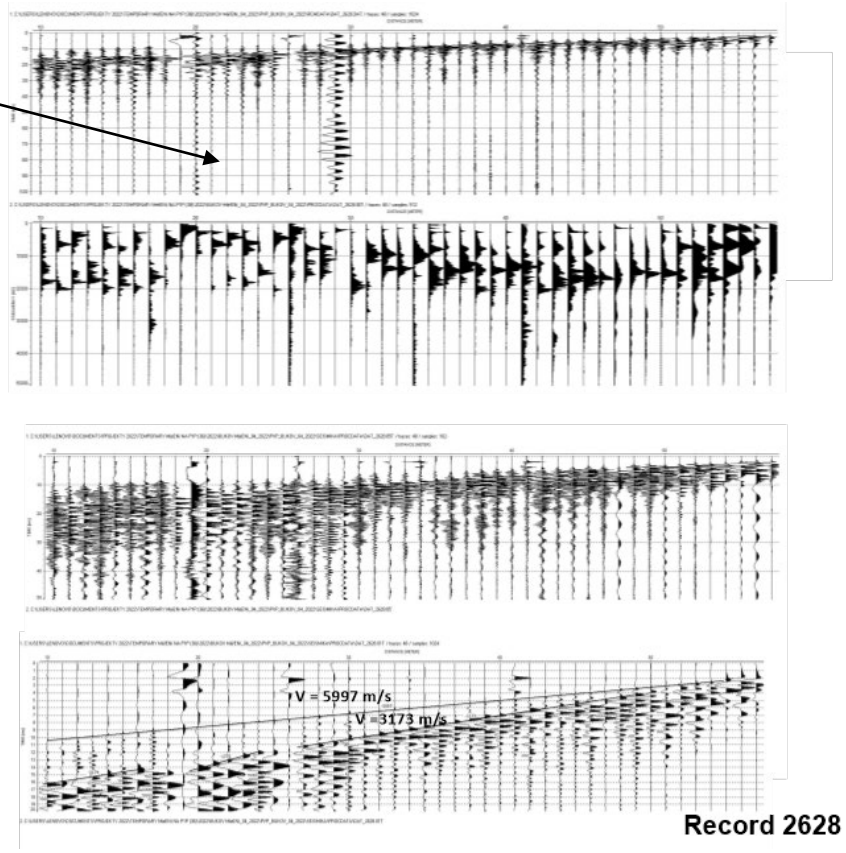


Originál
(original)

Frekvenční analýza
(frequency analysis)

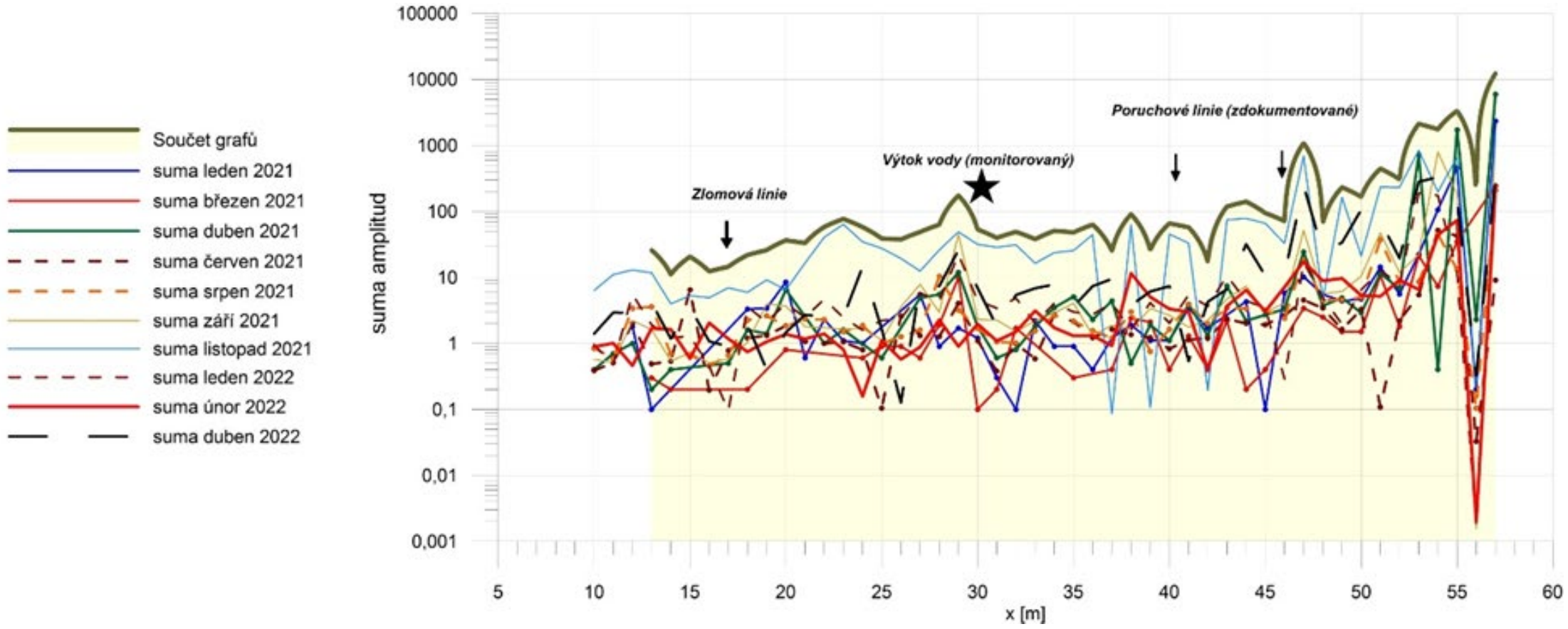
Ručně stanovené zesílení (y)
Manual gain (y)

Rychlostní analýza
(velocity analysis)

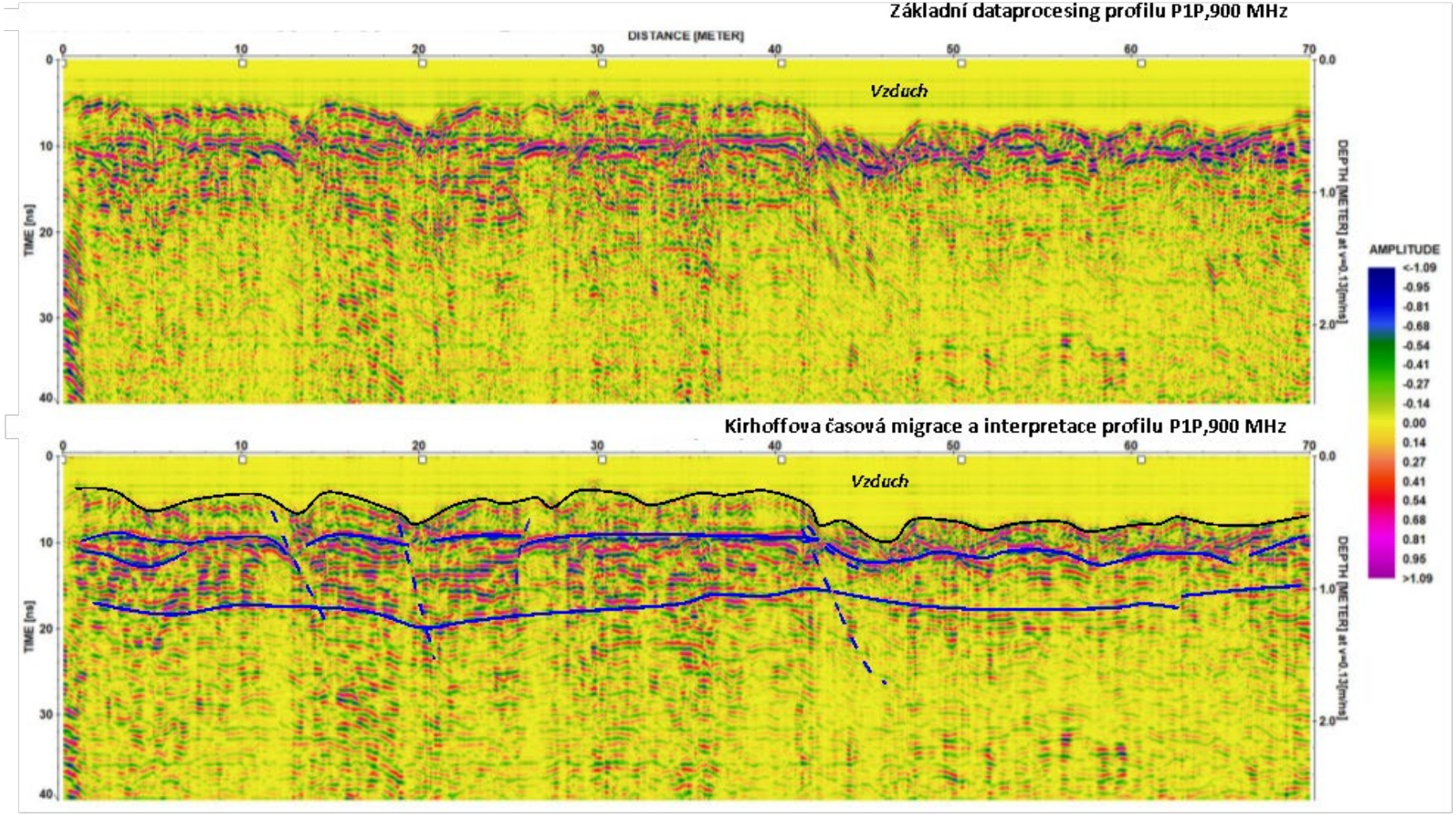


Record 2628 BV 56,5

Příklad souboru grafů sum amplitud jednotlivých seismických stop (tras) a finální součtová křivka všech dílčích grafů (seismické rozruchy z bodu staničení 55)



Byly prováděny i pokusné, doplňující práce, které měly za cíl zjistit možnosti rozšíření monitoringu o další užitečné informace. Na obrázku níže je uveden příklad radarového měření s anténou 900 MHz z dubna 2022.



Závěry

Velikosti měrných odporů se mění v širokém pásmu od vyšších stovek ohmm po první desítky tisíc ohmm. Na velikost měrných odporů má zásadní vliv vlhkost hornin (resp. puklinového systému), mineralizace podzemních vod a přítomnost rudních minerálů. Proměnlivost vodivosti v čase je podle našeho názoru ovlivněna hlavně proměnlivým obsahem vody v puklinovém systému. Na hydrologický režim v horninovém masivu má vliv jednak objem srážek, ale také změny v napjatosti horninového prostředí, což vede ke svírání či otvírání puklin v čase.

Charakteristická hodnota rychlosti šíření podélné seismické vlny je kolem 5 500 m/s a příčné kolem 3 300 m/s. Na opakovaných seismických záznamech jsou patrné změny v tvaru záznamů. Tyto změny jsou způsobeny jednak značným seismickým šumem ve sledovaném prostředí. Svůj podíl má ale také obtížná reprodukovatelnost úderů seismického kladiva. Po oddělení těchto rušivých vlivů zůstává menší skupina záznamů, u kterých nelze vyloučit vliv změny v chování horninového masivu. Pokud se tato skutečnost potvrdí, bude možno s určitostí soudit, že v horninovém masivu probíhají drobné napjatostní změny, které ovlivňují chování seismických vln. Na detailní chování seismických vln mají zřejmě vliv i hydrologické poměry (změny obsahu vody v puklinovém systému v čase). Reakce seismických vln na proměnlivé horninové prostředí je silně závislá na frekvenci sledované seismické vlny.

Na seismických záznamech se prakticky neobjevuje existence přirozené klenby zvýšeného napětí.

Ve zkoumaném horninovém prostředí byla prokázána existence bludných elektrických proudů.

Výsledky popisovaných výzkumů přinášejí praktické poznatky aplikovatelné při monitorování výstavby a provozu hlubinného úložiště radioaktivních odpadů. V současné době jsou poznatky shrnuty do Certifikované metodiky a ve formě Užitného průmyslového vzoru.

Poděkování

Autoři příspěvku děkují organizaci Správa úložišť radioaktivních odpadů (SÚRAO) za umožnění výzkumných prací na Podzemním hlubinném úložišti v Bukově (PVP Bukov) a za plodnou spolupráci při realizaci tohoto projektu. Dále děkujeme kolektivu báňských pracovníků na Dole Rožná za vytvoření optimálních podmínek při práci v podzemí.