

Poniklá

Georadarový průzkum

Dne: 12.5.2016

Ing. R. Tengler - RTG

Českobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ:5603031654

1. Úvod

Dne 12.5. 2016 byl proveden povrchový georadarový průzkum východně od Poniklé.

Cílem bylo zjistit pod zemí větší dutiny, štoly, šachty... K měření byl použit georadar RTG s anténou 25MHz. Vysílač s pulzem 15kV.

2. Georadarová měření – princip a interpretace

Georadar do půdy vysílá elektromagnetické vlnění v krátkých pulsech a registruje odrazy, jejich fázové posuvy a čas příchodu těchto odrazů. Odraz vzniká jen na rozhraní materiálů s různou permitivitou, nebo s různou vodivostí. Odražený paprsek zároveň mění fázi signálu a podle ní se nechá zjistit, zda paprsek se odráží od materiálu s vyšší nebo nižší permitivitou, vodivostí nebo obojího dohromady. **Georadar tedy neurčuje materiál, kterým prochází elektromagnetická vlna, dokáže pouze odlišit materiály s různou vodivostí a permitivitou a vykreslit jejich hranice.**

Odražené signály se převádějí pro lepší čitelnost do barevného obrázku (radarogramu). Přiřazení barev k jednotlivým změnám provádí počítač pomocí různých filtrů, které nám umožňují lépe zviditelnit rychlé nebo malé změny fáze signálu. Barvy tedy neurčují žádný materiál ani předmět. Důležité jsou tvary, které tyto barevné přechody znázorňují, kontrast a intenzita barev.

Čím je rozdíl permitivit dvou materiálů větší, tím kontrastnější je výsledný obraz. Vzduch má hodnotu permitivity 1, hlína a skála asi 3-9, voda 81. Vrchní vrstvy půdy i skalní podloží většinou obsahují dostatečné množství vody, která je ve spárách a puklinách, rozdíl hodnot permitivit je velký a proto se dobře prokreslí různá narušení terénu výkopem, jsou vidět skalní štěrbiny, pukliny i vodorovné vrstvy materiálu s různou vlhkostí. Georadarový paprsek se snadno odráží od vodorovných vrstev. Pokud by byl objekt kruhového průřezu, je paprsek schopen odrazu jen asi do úhlu 35-40°. Takže můžeme vidět pouze horní vrchlík takového objektu. U štol a sklepů je někdy vidět i obrys dna a pod ním většinou řada kontrastních pruhů. To je způsobeno mnoha odrazy, které pak vznikají v prostoru mezi stropem a dnem (je to charakteristické i pro ostatní dutiny). Protože je přijímací anténa přijme později, jsou znázorněny pod takovým objektem ve větší hloubce (pravidelné proužkování). Kovové předměty, kabely apod. se vykresluje v podobě obrácené hyperboly, s vrcholem nahoře. Ostré, rovné, obrácené „V“ charakterizuje většinou tenké vodorovné štěrbiny, kolmé na směr pohybu radaru.

Obrácené „V“ nahoře s patrným větším poloměrem (s tvarem hyperboly) vzniká na výrazném rozhraní většinou liniových objektů (vodiče, trubky) nebo i na větších kamenech ve vlhké půdě.

Obrácené „V“ také signalizuje štoly ve skále. Šířka „V“ je většinou několikanásobně širší než nalezená štola. Tloušťka odrazu obráceného „V“ je nahoře nejsilnější, směrem ke krajům slabne a přetíná ostatní odrazy. S přibývajícím hloubkou se „V“ zkracuje a stává se plošší. V hloubkách nad 10m je vidět pouze horní vrchlík, téměř rovný, několikanásobně širší než štola a oproti okolním odrazům je velmi intenzivní. Také okolní odrazy od puklin ve skále se s hloubkou stávají plošší a tak je nutné udělat další měření o kousek dál, abychom vysledovali směr takové anomálie, která by měla tvořit přímkou.

Rozvolněný terén má řadu drobných odrazů od různých nakloněných ploch a puklin, v homogenních materiálech, které obsahují pukliny s vodou, dochází i ke snížení rychlosti šíření. Pokud v tomto místě do půdy prosakuje voda, mají barevné pruhy v tomto prostoru větší tloušťky a jdou většinou hlouběji pod povrch, signál zde slabne pomaleji, ale také se pomaleji šíří. Horní vrstvy hlín jsou většinou vodorovné a někdy mírně zvlněné. Skála se projevuje řadou malých, krátkých, odrazů, které s hloubkou zeslabují svojí intenzitu.

Měřítka pro hloubku je na levé straně obrázku. Měřítka je odvozeno pro rychlost, zadanou ručně do počítače. **Georadar měří přesně pouze čas**, měřítka pro hloubku se pak automaticky přepočítá pro zadanou tabulkovou hodnotu. Rychlost šíření vlny v půdě můžeme georadarem jednoduše změřit, pokud máme výrazný odraz ve tvaru hyperboly, z toho se pak nechá při zpracování v PC určit rychlost šíření vlny v daném prostředí. Vypočtená hodnota rychlosti šíření pak musí být v souladu s daným typem horniny, jinak to není hyperbola od výrazné anomálie (např. štoly), ale je to tvar odrazu daný geologickým zvlněním horniny.

Ing. R. Tengler - RTG

Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Další možnost stanovení hloubek je měření na vodorovných vrstvách, pokud se v podloží vyskytují. Lze pak určit rychlost šíření vlny v jednotlivých vrstvách - kromě poslední.

Antény georadaru vysílají signál nejen do země ale i do okolního prostředí. Odrazům od pozemních objektů (ploty, tyče, kovové části budov..) se říká vzdušné a jsou v radarogramech dobře rozeznatelné. Pokud se k předmětu blížíme nebo vzdalujeme, odraz je vždy ve tvaru přímky, Pokud kolem předmětu procházíme, vzniká táhlá hyperbola. Z času odrazu a vypočtené vzdálenosti se pak takovéto objekty nechají v terénu snadno lokalizovat.

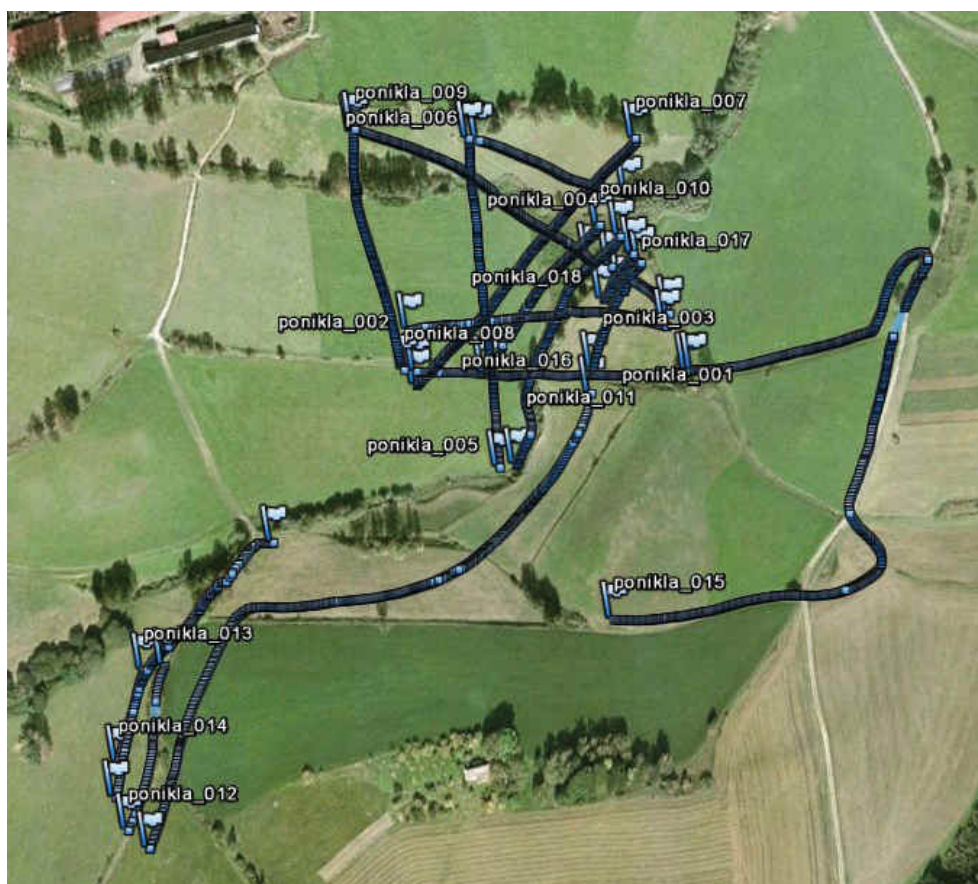
Podrobnější výklad s příklady měření naleznete i na : <http://georadar.rtg-tengler.cz/priklady-mereni>

3. Výsledky měření.

Radarogramy - obrázky znázorňují kolmý řez zemí. Na vodorovné ose nahoře je vzdálenost v metrech ve směru pohybu radaru a na svislé ose vlevo je udána přibližná hloubka, která úzce souvisí s rychlostí šíření vlny v dané hornině. Z tabulkových hodnot byla zvolena průměrná rychlost 10cm/ns. Poměr stran u obrázků není 1:1, osa Y je někdy protažena, pomůže nám to lépe zviditelnit jednotlivé anomálie. V dokumentu v elektronické podobě se poměr X:Y nechá jednoduše upravit. Součástí elektronické zprávy může být i příloha vstupních dat radarogramů.

Na přijímači georadaru je GPS s přesností 1-2m. Přiložený soubor s koncovkou.GPX lze vložit do programu Google Earth a vykreslí se trajektorie profilů na mapě. Kliknutím na modrý bod v měřeném profilu (místo měření GPS) dostaneme vzdálenost v metrech na radarogramu. Lze tak jednoduše zapnout příslušný profil, najít vzdálenost v metrech a promítnout polohu nějaké anomálie přímo do mapy.

Celkový pohled a trasy profilů

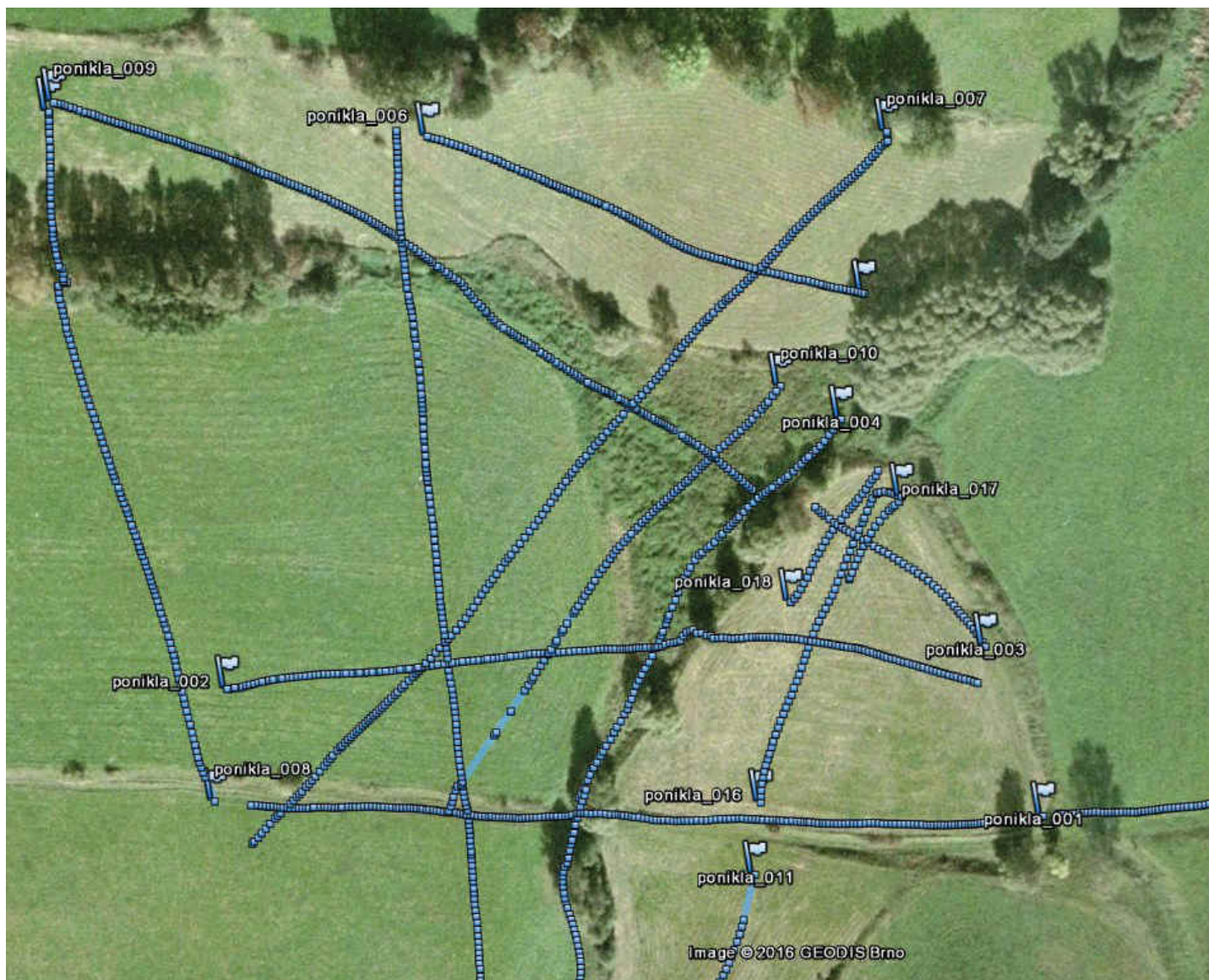


Ing. R. Tengler - RTG

Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ:5603031654

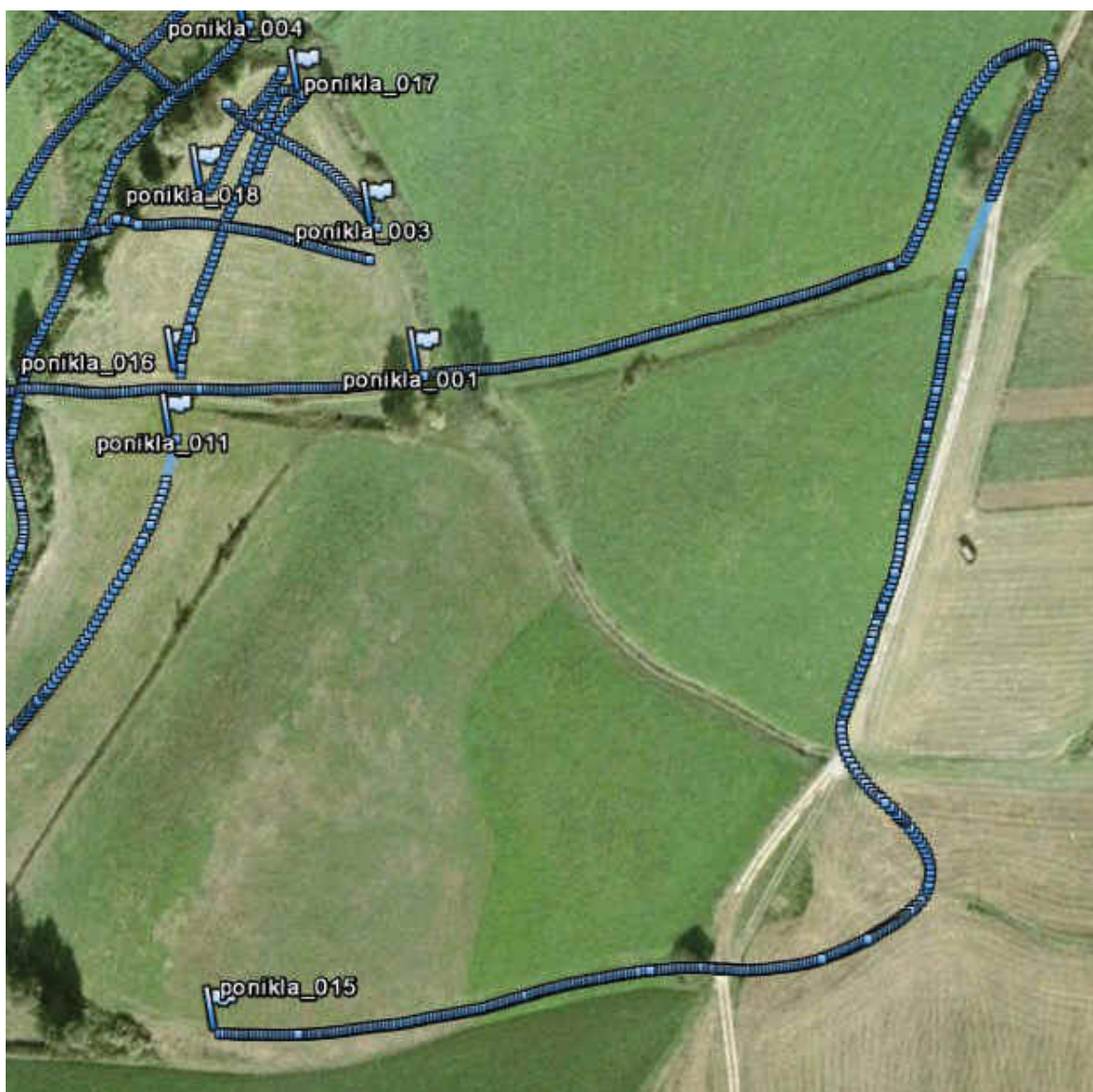
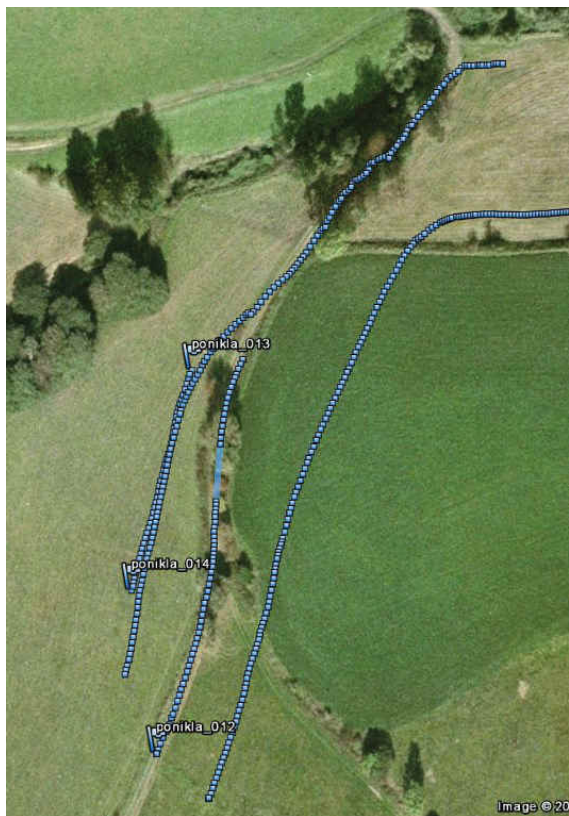


Ing. R. Tengler - RTG

Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654



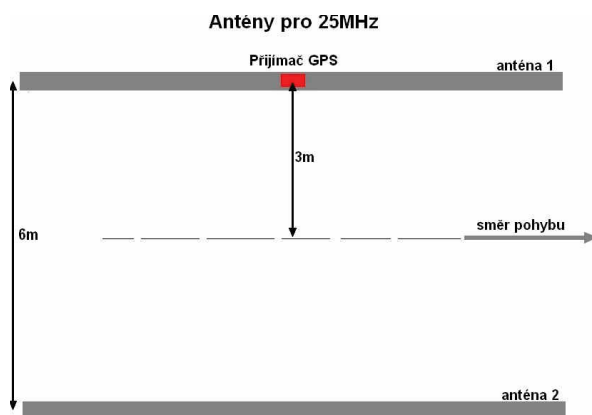
Ing. R. Tengler - RTG

Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Přijímač GPS je vždy umístěn na přijímací anténě. Měřený profil je ale ve středu mezi anténami.



Antény georadaru vysílají signál nejen do země ale i do okolního prostředí. Odrazům od nadzemních objektů (ploty, tyče, kovové části budov,..) se říká vzdušné a jsou v radarogramech dobře rozeznatelné. Pokud se k předmětu blížíme nebo vzdalujeme, odraz je vždy ve tvaru přímky. Pokud kolem předmětu procházíme, vzniká táhlá hyperbola. Z času odrazu a vypočtené vzdálenosti se pak takovéto objekty nechají v terénu snadno lokalizovat. Čas $\times 0,15$ je vzdálenost v metrech k hledanému objektu.

Přímkové odrazy vznikají i v zemi na kolmých rozhraních nebo trhlinách. Mají trochu jiný sklon než vzdušné a vždy na nich končí, většinou je u zakončení vidět nějaká anomálie.

Ing. R. Tengler - RTG

Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

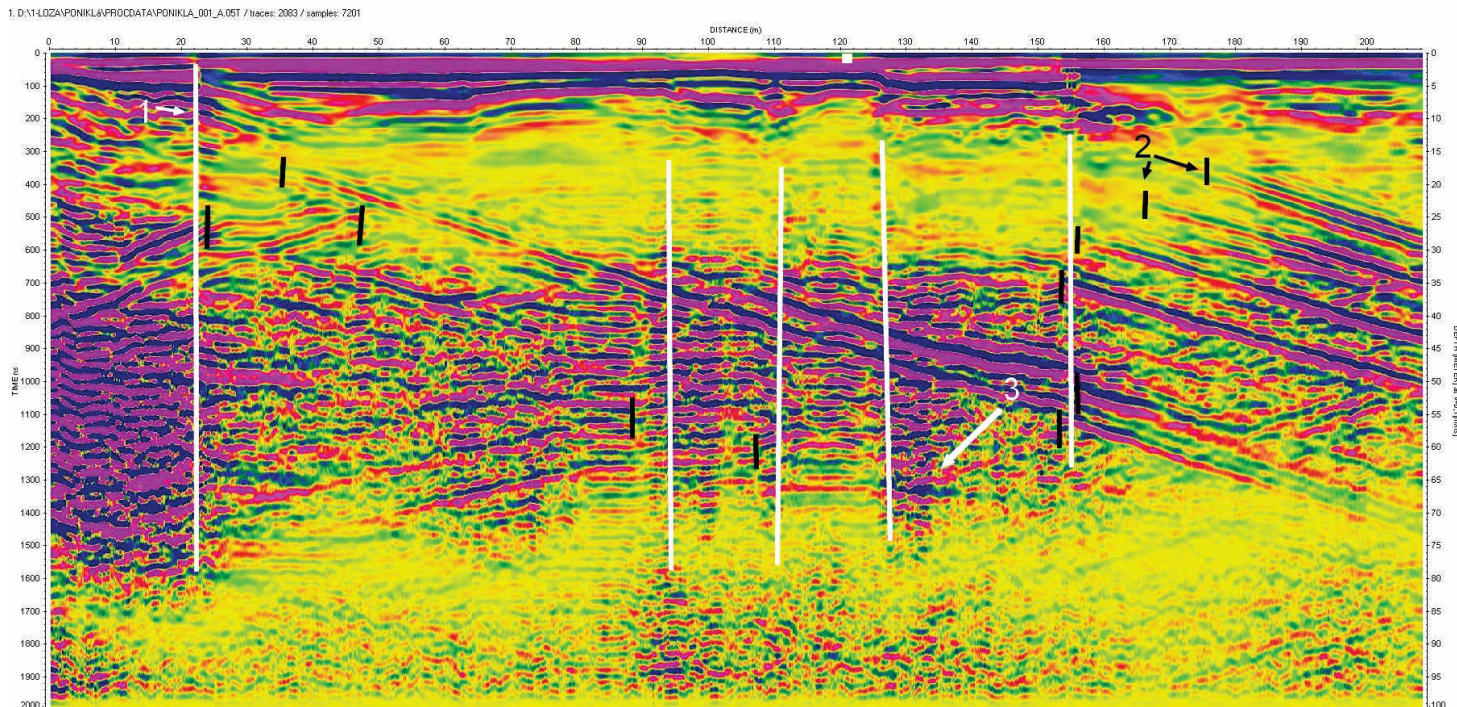
IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Příklady vyhodnocení.

Zde je uvedeno jen několik příkladů s radarogramy, kde se vyskytly nějaké výraznější anomálie.

Snímky všech radarogramů jsou v příloze zprávy v plném rozlišení..

Profil 1



1- svislá rozhraní, mění se zde typy odrazů v horizontálním směru (Zlomy, trhliny...).

2- předpokládaná kolmá krátká anomálie

3- bílé šipky směřují na anomálie, které mohou být dutinami.

Horní spojitě vrstvy do hloubky 10m budou patrně sypké horniny, skalní podloží začíná asi od hloubky 10m.

Ing. R. Tengler - RTG

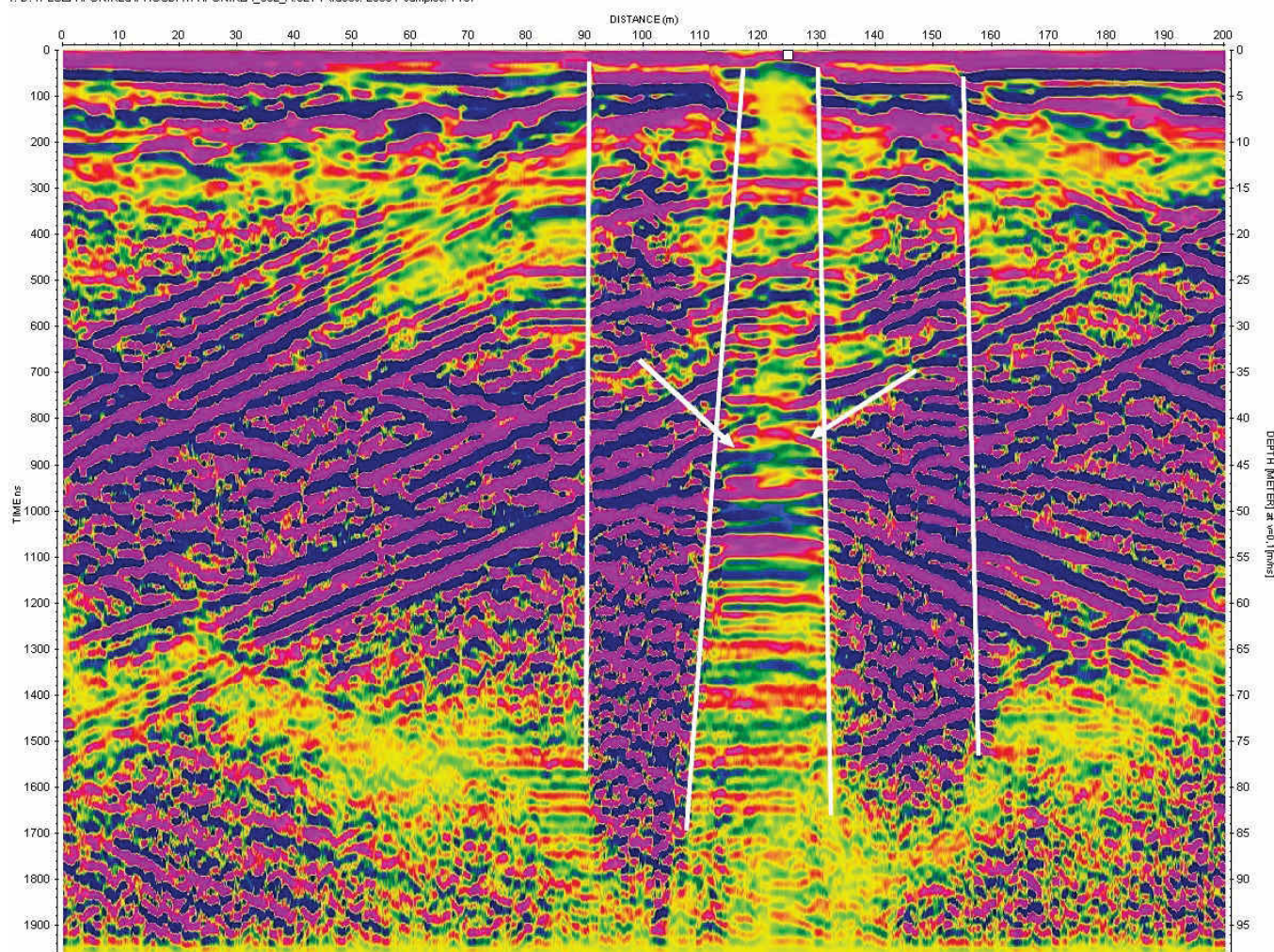
Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 2

I:\D:\1-LOZA\PONIKLA\PROCDATA\PONIKLA_002_A.02T / traces: 2003 / samples: 7107



Bílé šipky směřují na anomálii, která může být dutinou. Končí zde i tři přímkové odrazy. Výška modré nevodivé vrstvy je asi 70ns, pokud je to suchý materiál, je výška vrstvy asi 3m. Pokud je to vzduch je výška 9m.

Ing. R. Tengler - RTG

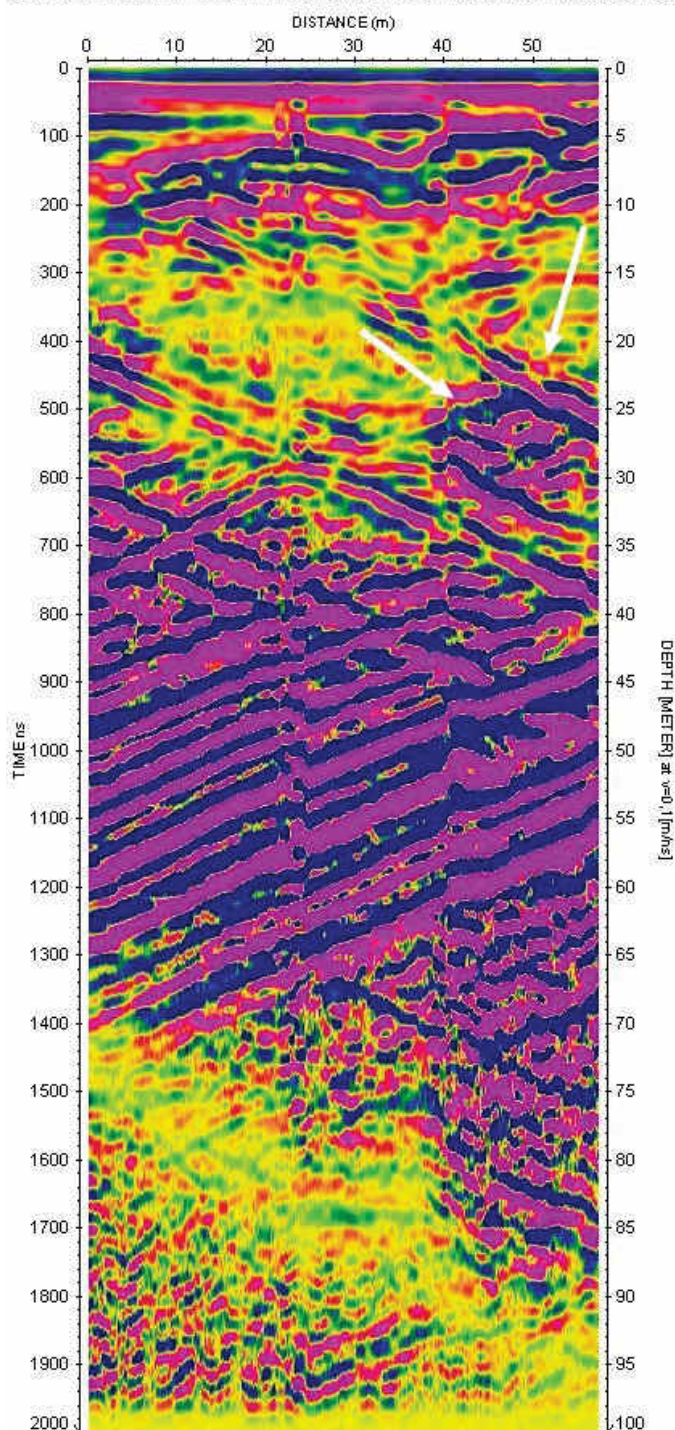
Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ:5603031654

Profil 3

I. D:\1-Loza\Poniklá\PROCDATA\PONIKLA_003_A.01T / traces: 574 / samples: 7201



Směrem ke vchodu do podzemí. Zde jsou dutiny na hloubce kolem 25m.

Narušené pásmo se od nich táhne až do hloubky 90m, ve střední části je překryto silnými odrazy od sousedních anomálií.

Ing. R. Tengler - RTG

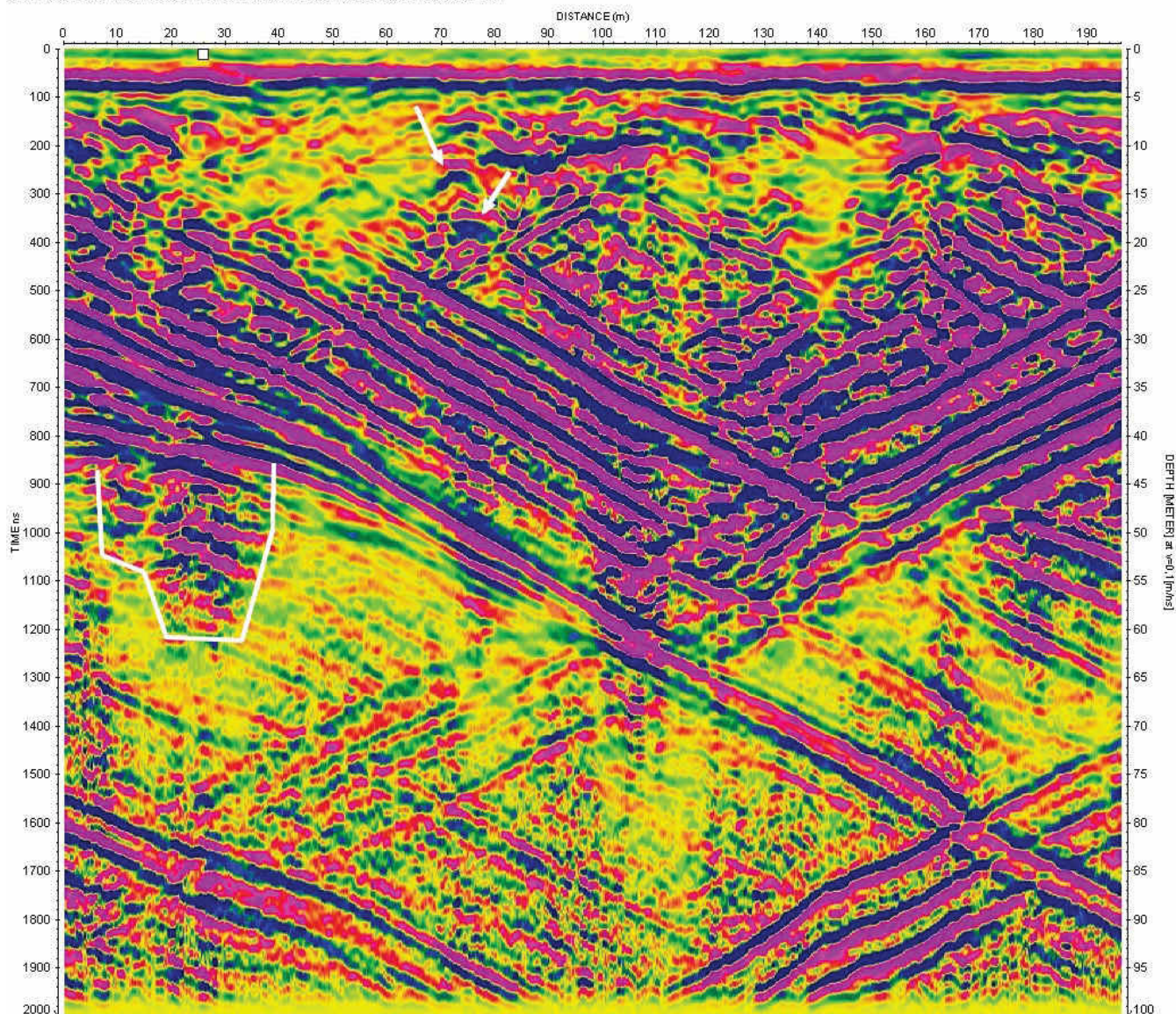
Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 4

I: D:\1-LOZAN\PONIKLá\PROC\DATA\PONIKLA_004_A_02T / traces: 1962 / samples: 7201



Na začátku profilu opět zlomové pásmo. Uprostřed nahoře pak patrně dvě menší dutiny s náznakem hyperbolických odrazů.

Ing. R. Tengler - RTG

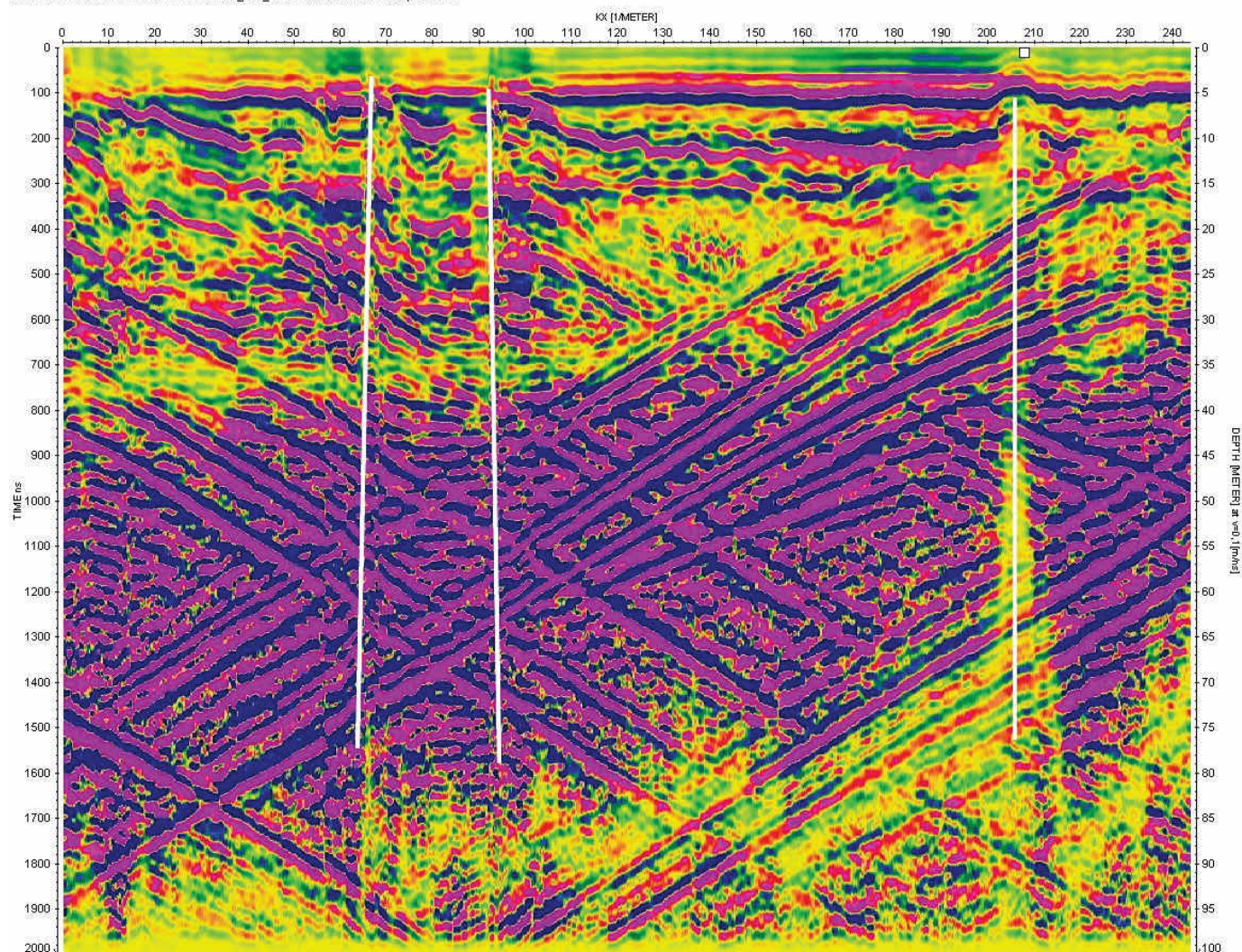
Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 5

I: D:\1-Loza\Ponikla\PROC DATA\PONIKLA_005_A.01T / traces: 2438 / samples: 7201



Jen zlomy.

Ing. R. Tengler - RTG

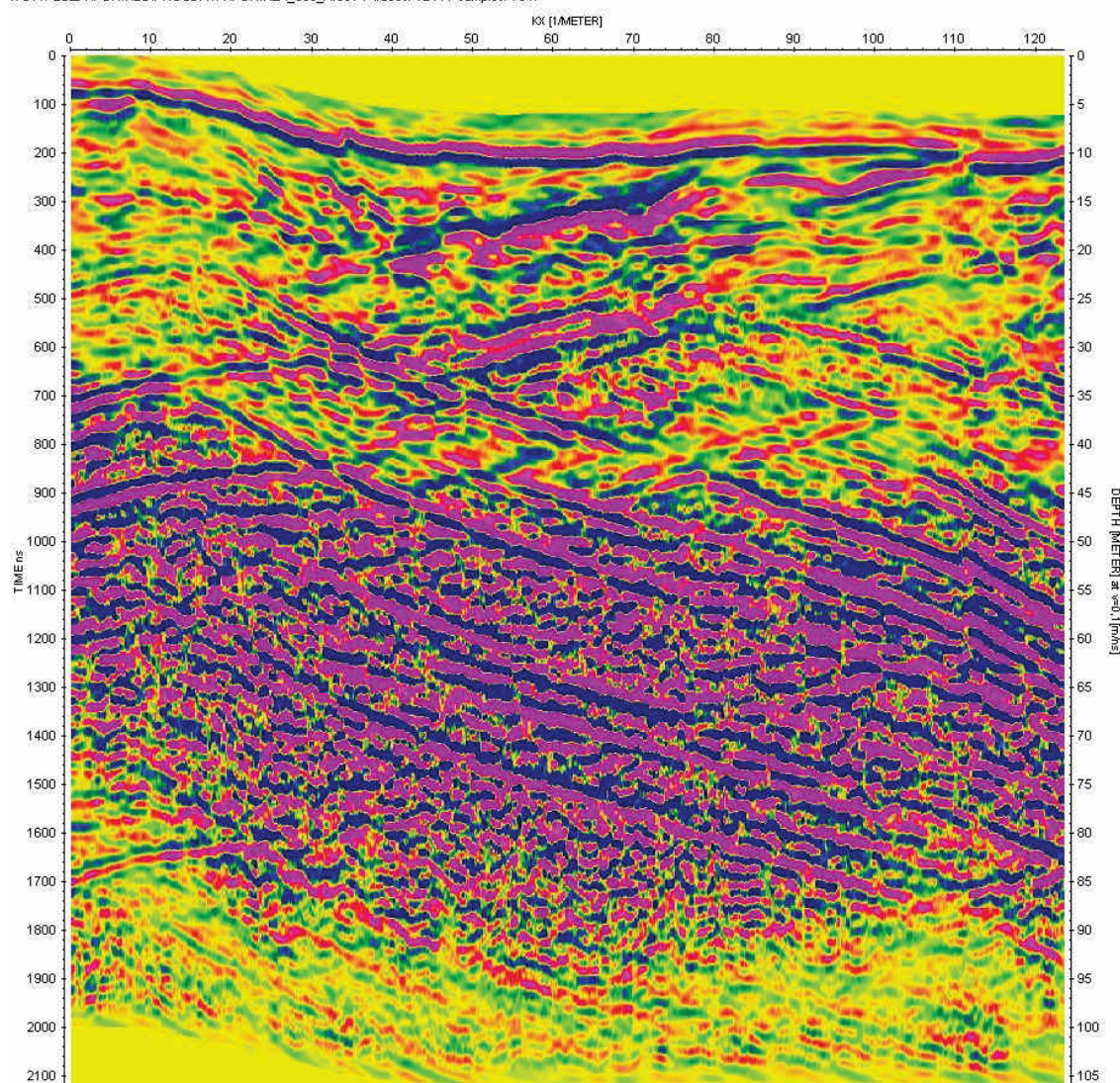
Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 6

I: D:\1-LOZA\PONIKLA\PROC\DATA\PONIKLA_006_A_03T / traces: 1244 / samples: 7647



Šikmý dlouhý odraz nahoře uprostřed se pak níže opakuje. Je to dáno tím, že je intenzivní a znovu se nám odráží od rozhraní půda-vzduch nahoře a časově se pak zapisuje níže.

Ing. R. Tengler - RTG

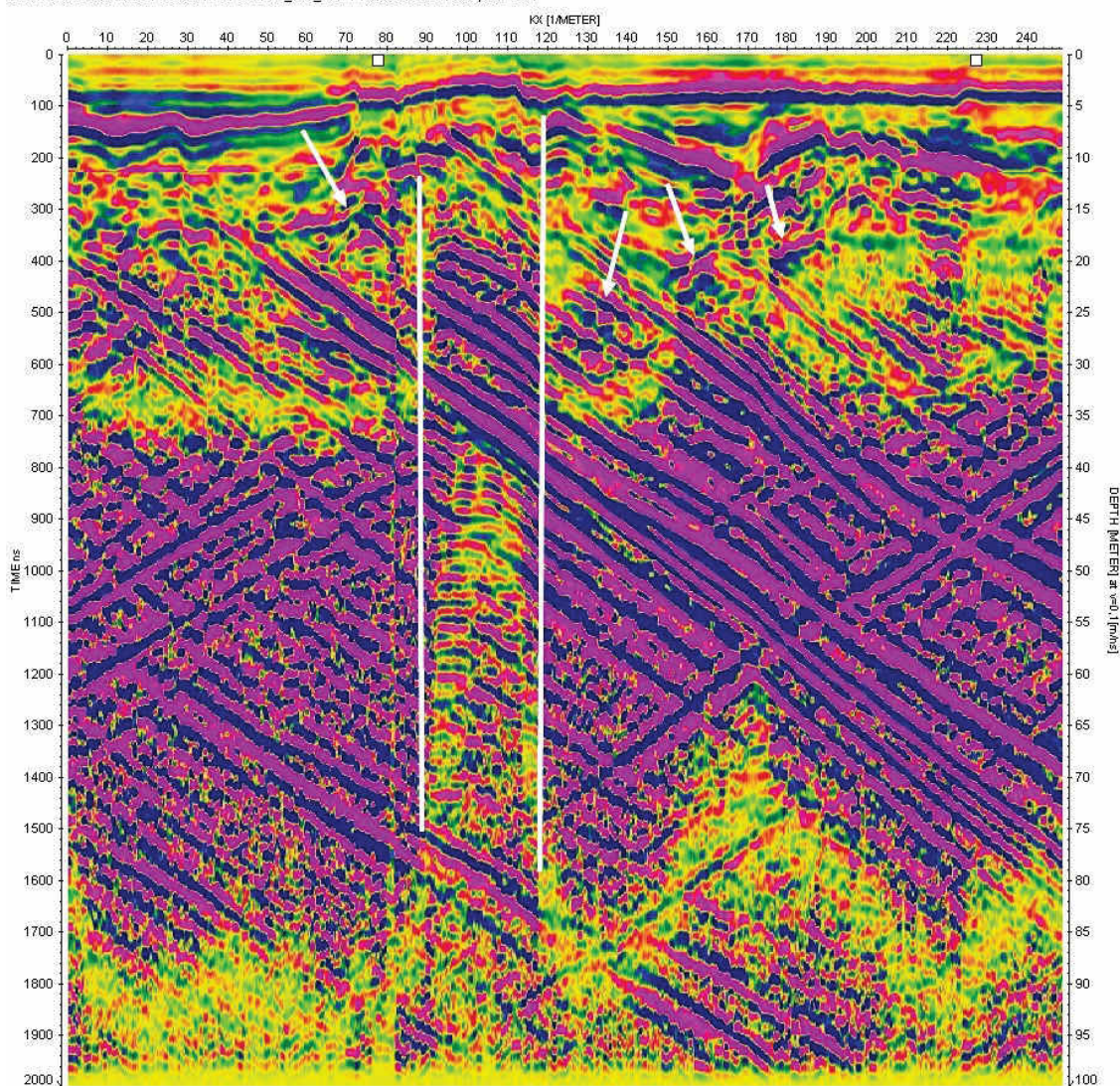
Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 7

1. D:\1-LOZA\PONIKLA\PROC DATA\PONIKLA_007_A_01T / traces: 2487 / samples: 7201



Bílé šipky označují místa s možnými dutinami.

Ing. R. Tengler - RTG

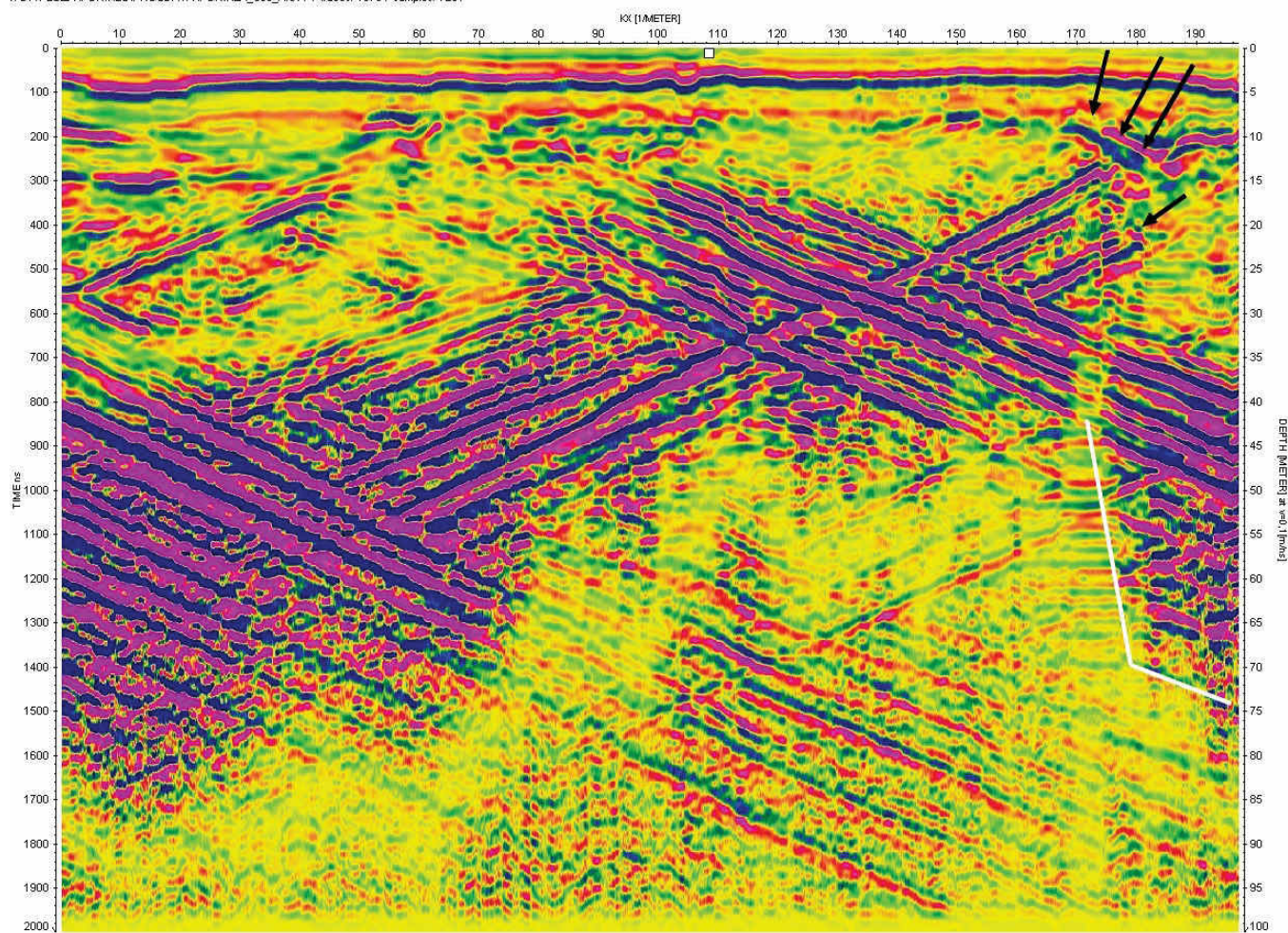
Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 9

I. D:\V\LOZA\PONIKLA\PROC\DATA\PONIKLA_009_A.01T / traces: 1970 / samples: 7201



Vpravo nahoře místo s možnými dutinami.

Ing. R. Tengler - RTG

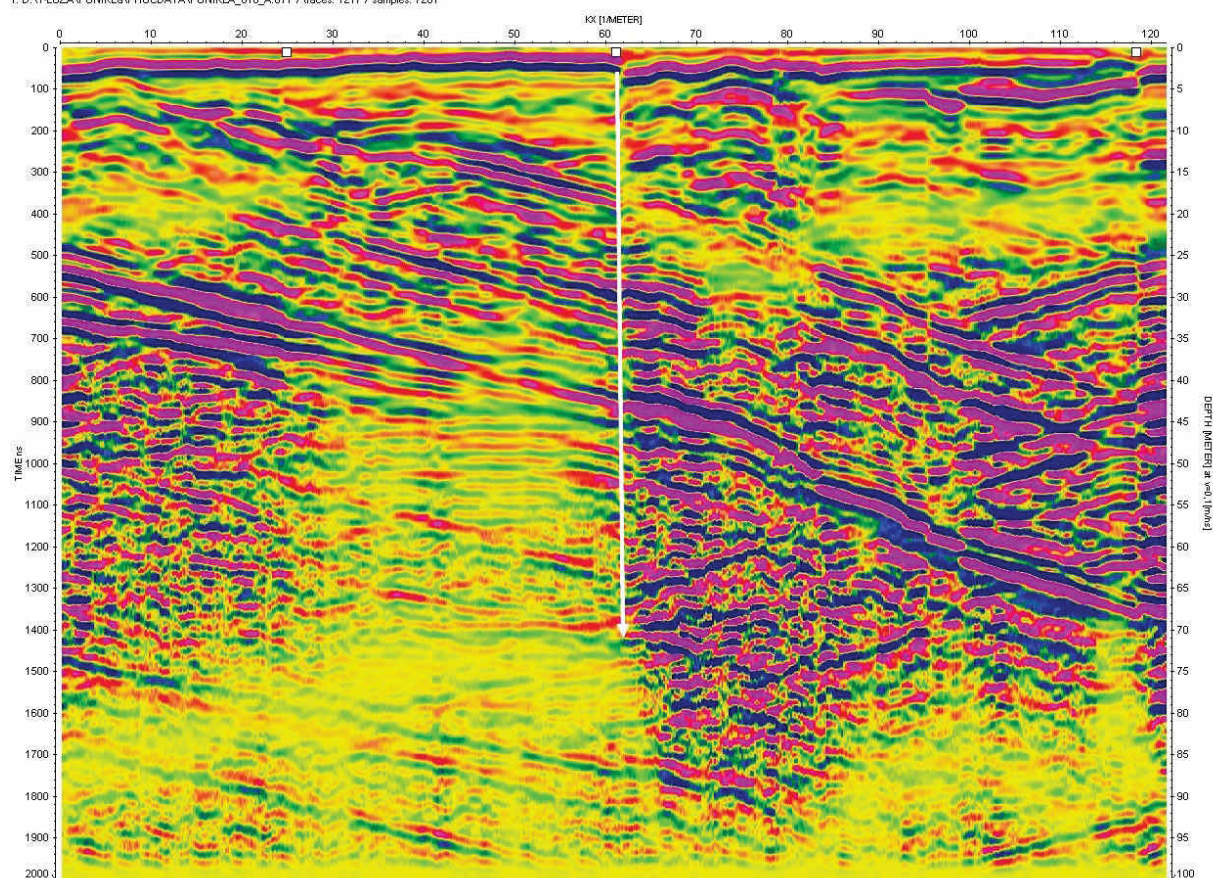
Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 10

I. D:\1-LOZAVPONIKLA\PROCADATA\PONIKLA_010_A_01T / traces: 1217 / samples: 7201



Zlom na mezi v terenu.

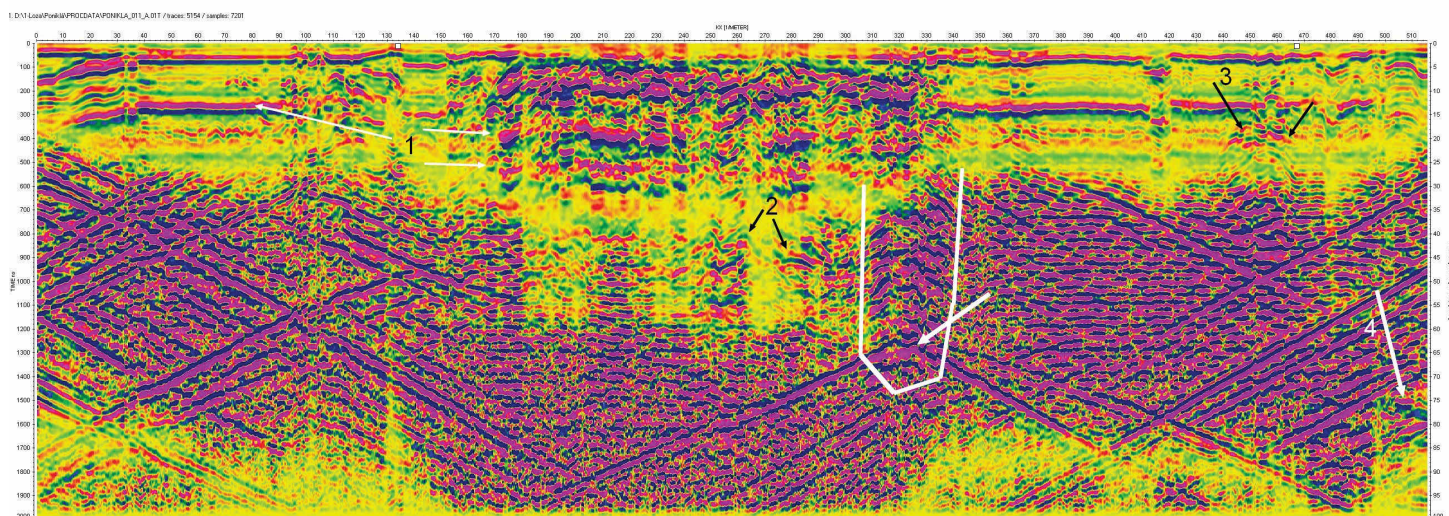
Ing. R. Tengler - RTG

Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 11



1—opakující se odrazy, uprostřed i 2x

2— možné dutiny

3—výrazná anomálie, odrazy ve tvaru hyperboly, ale asi jsme byli částečně mimo ni

Uprostřed série intenzivních odrazů ad puklin, trhlin a snad i dutin, opět náznaky hyperbol.

Vpravo dole výrazný odraz.

Ing. R. Tengler - RTG

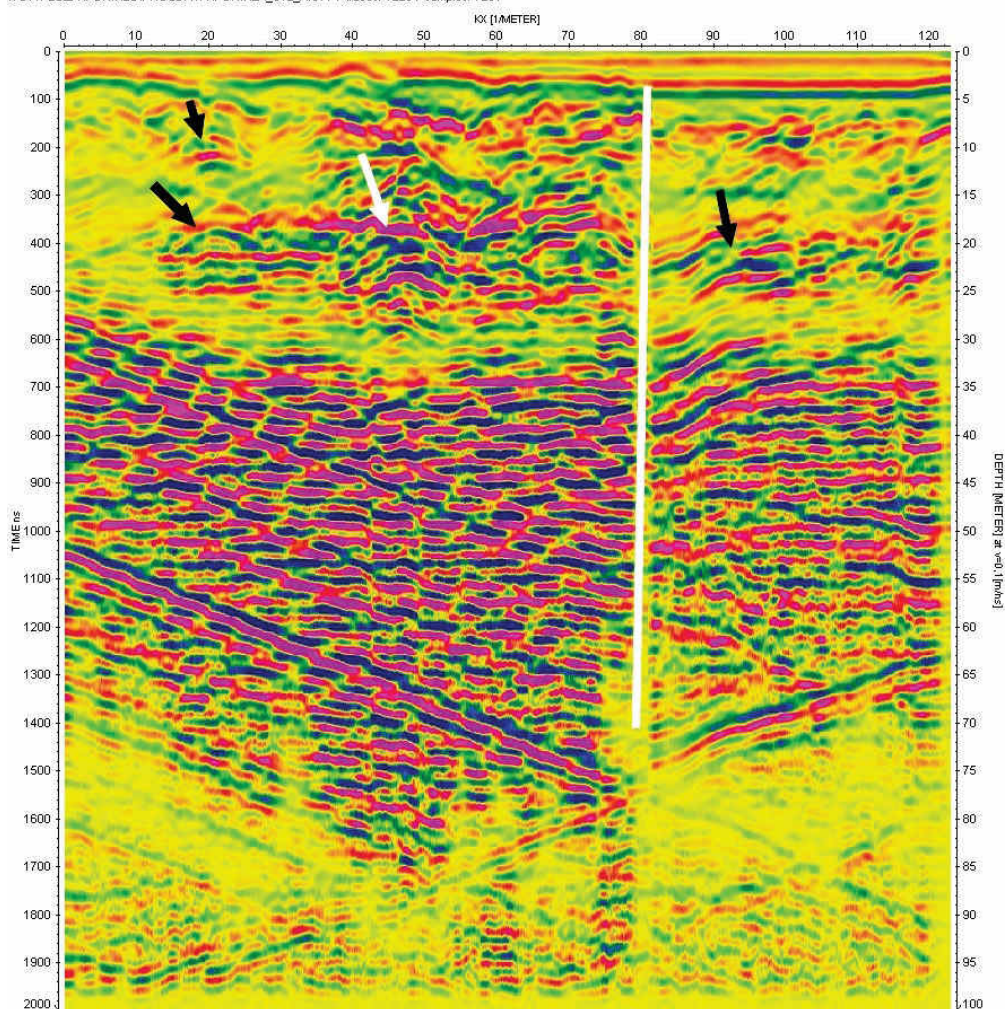
Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ:5603031654

Profil 12

I: D:\1-LOZA\PDNIKLA\PROC\DATA\PDNIKLA_012_A.01T / traces: 1229 / samples: 7201



Jiná oblast a zcela jiný typ odrazů.

Zlom a možné dutiny.

Ing. R. Tengler - RTG

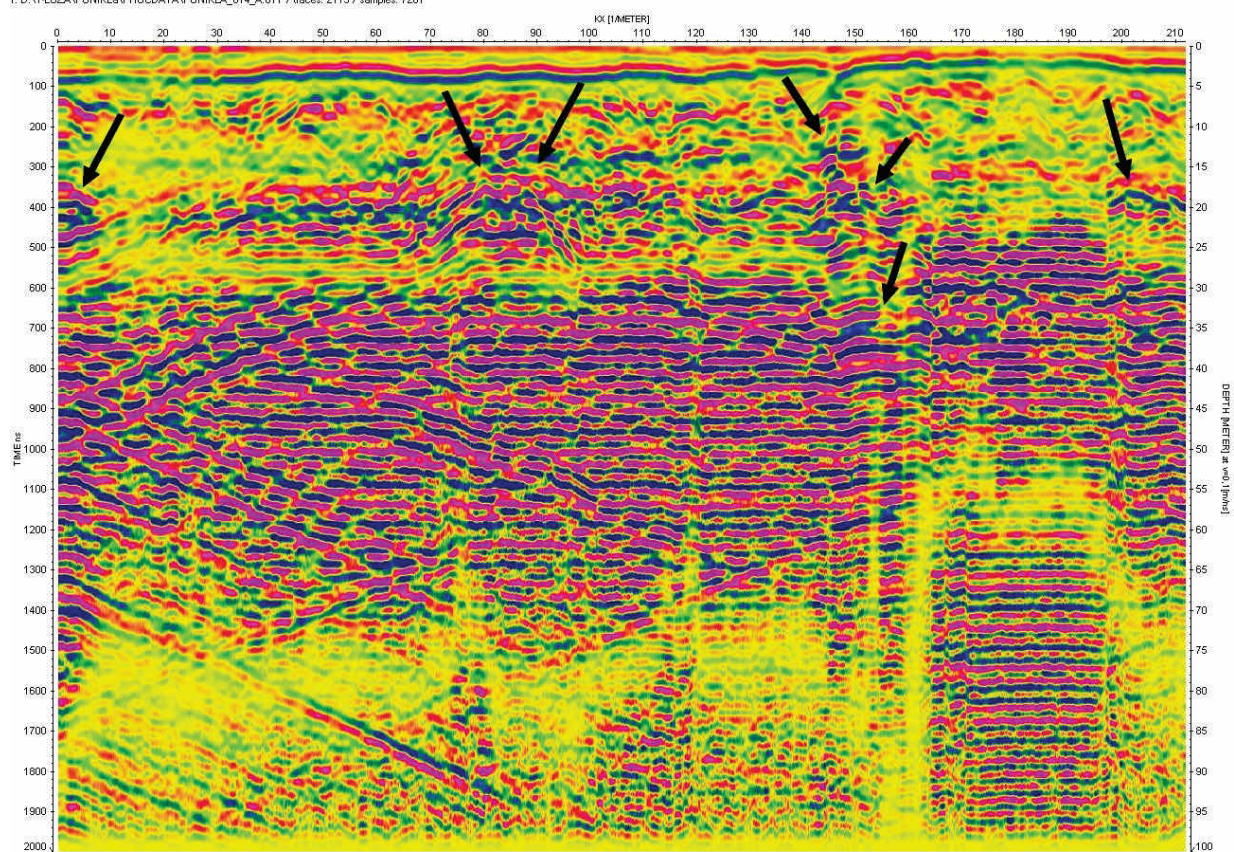
Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 14

I: D:\1-LOZAN\PONIKLA\PROC\DATA\PONIKLA_014_A_01T / traces: 2119 / samples: 7201



Černé šipky - možné dutiny.

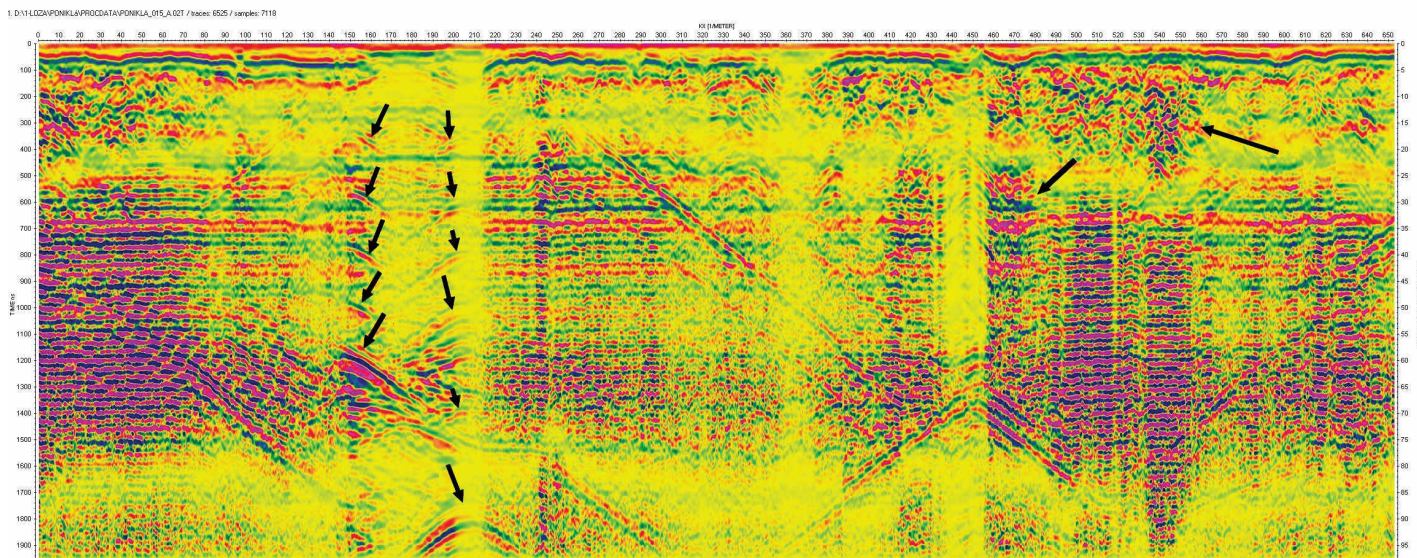
Ing. R. Tengler - RTG

Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

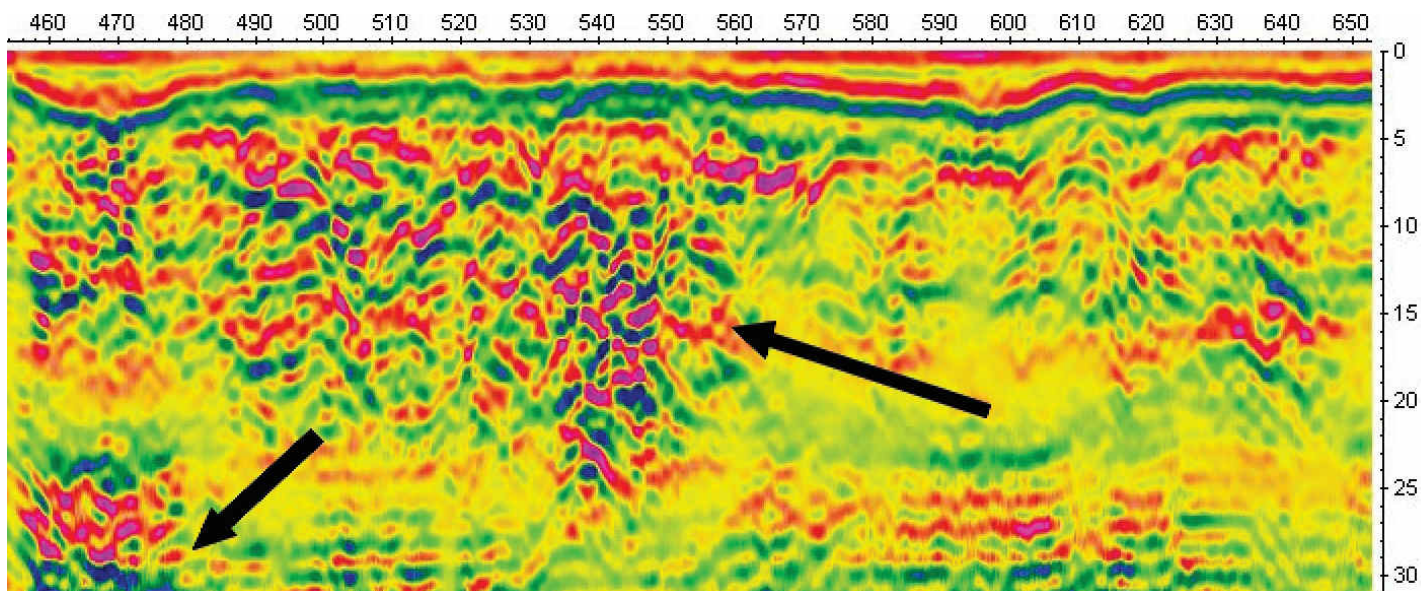
IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 15



Dva sloupce odrazů vlevo jsou od elektrického vedení nad povrchem. Vpravo oblast s řadou malých anomálií.

Detail



Ing. R. Tengler - RTG

Českokobratrská 357

276 01 Mělník

www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739

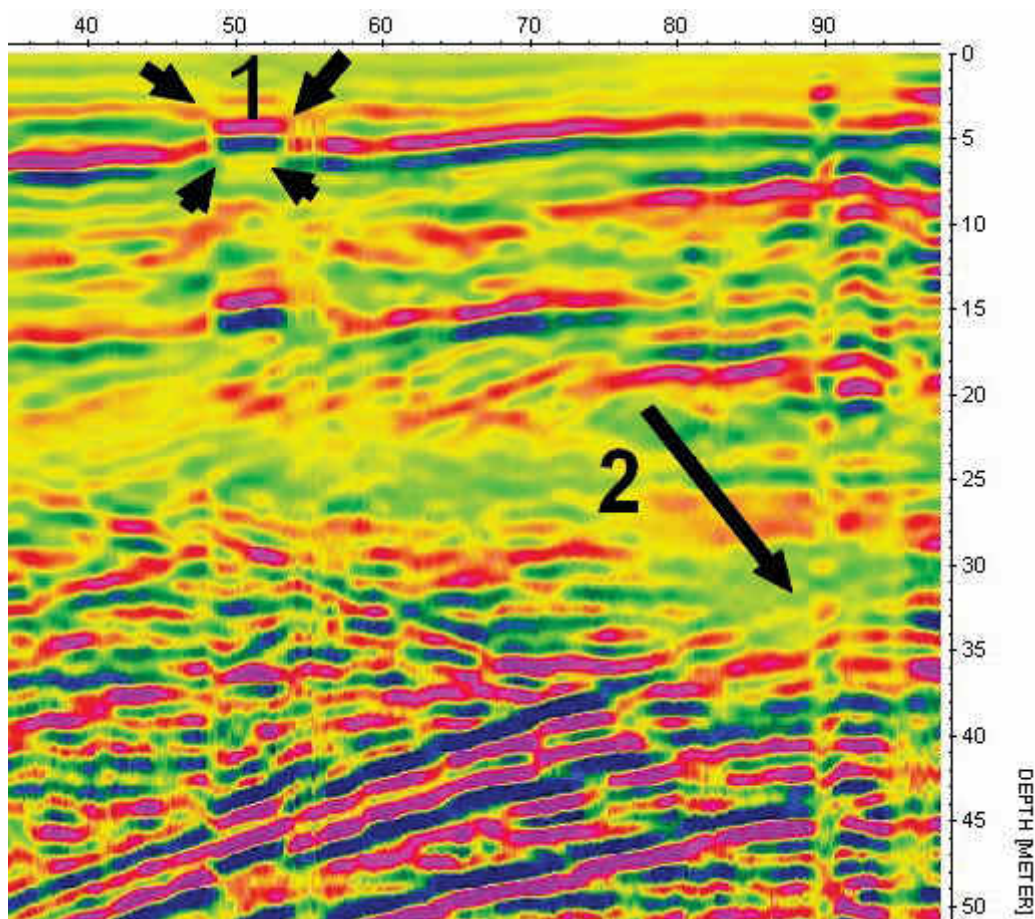
Mobil: 603 261 914

E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871

DIČ: 5603031654

Profil 16



- 1 - místo kde se vlna zrychlila, celý sloupec odrazů je posunut nahoru, může zde být vzduch.
2 - zde mohou být kolmé stěny, směřuje sem řada přímkových odrazů

Ing. R. Tengler - RTG

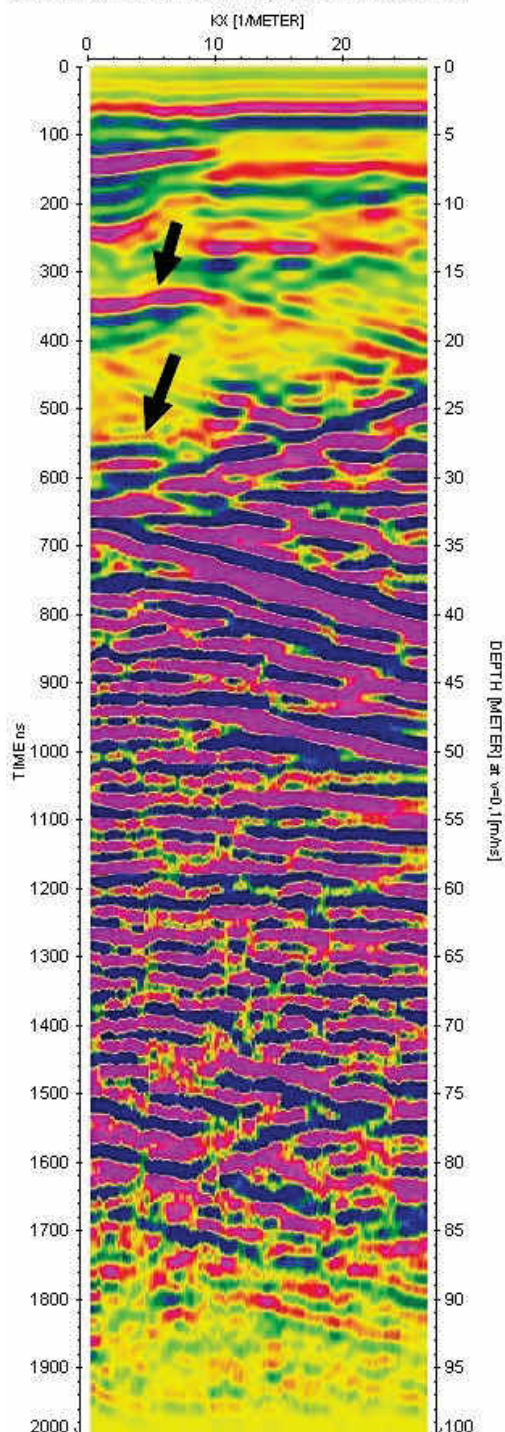
Českobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 17

I: D:\... \PONIKA_017_A.01T / traces: 267 / samples: 7201



Vlevo nahoře propadlá oblast a pod ní dva silné odrazy, ten spodní bude patrně dutina.

Fáze odrazů modrá-červená-modrá.

Ing. R. Tengler - RTG

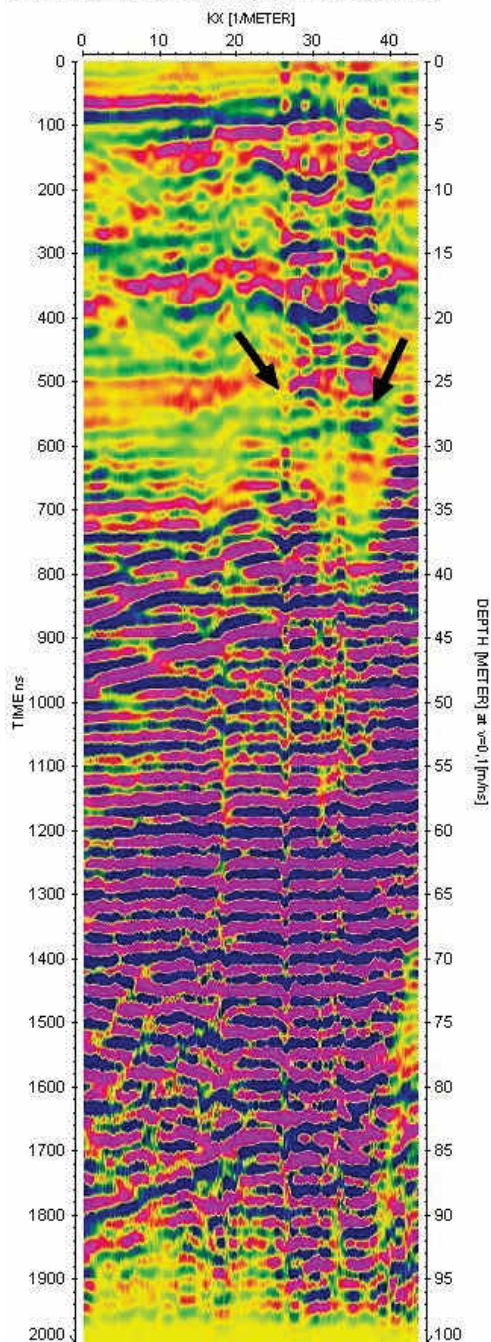
Českobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 18

I: D:\...APONIKLA_018_A.01T / traces: 438 / samples: 7201



Nahoře opět opakující se odrazy. Další čitelné začínají až na hloubce 25m. Jen dva menší odrazy označené šipkami.

Ing. R. Tengler - RTG

Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ:5603031654

4. Závěr

Georadar RTG na frekvenci 25MHz na zkoumaném prostoru místy dosáhl s pulzem 15kV hloubky až 100m. Měření bylo místy rušeno vzdušnými odrazy od větví stromů. Odrazy byly vyfiltrovány a lze pak dobře rozeznat odrazy z podloží.

Data se zpracovávají programem Reflex a byl zachován stejný postup filtrací. Tyto radarogramy jsou proto vzájemně porovnatelné.

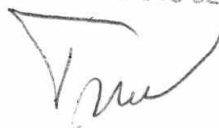
V elektronické příloze jsou snímky všech naměřených radarogramů.

Data z měření jsou u nás asi 5 let archivovány. (1,2GB)

Případné dotazy k radarogramům rád zodpovím.

V Mělníce dne 23.5.2016

RTG
Ing. Rudolf Tengler
Českobratrská 357, 276 01 Mělník
IČ: 10239871 DIČ: CZ5603031654
Tel./fax: 315 624 739



Ing. R. Tengler - RTG

Českobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654