

Cheb
Kamenná ulice

Georadarový průzkum

Dne: 20. 2. 2019

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 20. 2. 2019 byl proveden georadarový průzkum v ulici Kamenná v Chebu. Cílem bylo nalezení dutin a jiných nehomogenit v podloží s ohledem na možné porušení pevnosti vrstev pod silnicí a pod chodníky. K měření byl použit georadar Roteq od firmy RTG s anténami 150 MHz a vysílačem s pulzem 5 kV.

2 Georadarová měření – princip a interpretace

2.1 Princip georadaru a zpracování dat

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. Z odražených vln a změn jejich fází lze zjistit, zda se odráží od materiálů 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 odrazům provádí vyhodnocovací program. Pomocí různých filtrů lze pak lépe zviditelnit struktury v podloží. Jednotlivé barvy tedy neoznačují žádný materiál ani předmět. Důležité jsou tvary odrazů, kontrast a intenzita barev.

2.2 Permitivita, vodivost a kontrast v radarogramech

Čím je rozdíl permitivit (či vodivostí) dvou materiálů větší, tím kontrastnější je přechod barev. Vzduch má hodnotu permitivity 1, hlína a skála asi 3-9, voda 81. Vrchní vrstvy půdy i skalní podloží ve spárách a puklinách většinou obsahují dostatečné množství vody (rozdíl hodnot permitivit je výrazný), tudíž je lze dobře rozpoznat. Dobře se prokreslí různá narušení terénu výkopem, jsou vidět skalní štěrbiny, pukliny i vodorovné vrstvy materiálu s různou vlhkostí.

2.3 Zachycení odražených vln georadarem

Georadarová vlna se snadno odráží od vodorovných vrstev. Obtížnější zachycení odražené vlny nastává u objektů kruhového průřezu (např. dutiny, roury), georadar je zde schopen zachytit odraz jen asi do úhlu 35-40°, takže v radarogramu je vidět pouze horní vrchlík takového objektu. U štól a sklepů lze někdy v radarogramu spatřit i odrazy ode dna, pod kterým se objeví řada kontrastních pruhů. Ty jsou zapříčiněny mnoha odrazy, které vznikají v prostoru mezi stropem a dnem (charakteristické i pro ostatní dutiny). Pod objektem jsou znázorněny (pravidelným proužkováním) proto, že přijímací anténa přijme tyto odrazy později až po prvotním průchodu vlny dutinou.

2.4 Hyperbolické a jiné odrazy

Od výrazných objektů (z hlediska permitivity/vodivosti: kovové předměty, dutiny, štoly...) jsou odrazy vykresleny ve tvaru hyperbol (s vrcholem nahoře), což je způsobeno širší vyzařovací charakteristikou antén a způsobem zápisu dat. Šířka hyperboly je většinou několikanásobně širší než nalezený objekt. Tloušťka hyperboly je nahoře nejsilnější, směrem ke krajům slábne a překrývá ostatní odrazy. S přibývajícím hloubkou se hyperboly stávají plošší. V prostředí s vysokým útlumem vlny hyperbolické odrazy nevznikají, je zaznamenána pouze přímá vlna odražená od objektu.

Tvar ostrého, rovného, obráceného „V“ charakterizuje zpravidla vertikální anomálie, kolmé na směr pohybu radaru.

Rozvolněné podloží má řadu drobných odrazů od různých nakloněných ploch a puklin.

V homogenních materiálech, které obsahují více vody, může docházet ke snížení rychlosti šíření vlny. To se projevuje zvětšením tloušťky odrazů, vlna se šíří pomaleji.

Horní vrstvy hlín bývají převážně vodorovné, někdy mírně zvlněné, odrazy jsou dobře čitelné.

Skála se projevuje řadou malých, krátkých, odrazů, které s hloubkou zeslabují svojí intenzitu.

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

2.5 Měření hloubky půdních anomálií

Měřítka pro hloubku lze nalézt po stranách radarogramu, vlevo v nanosekundách, vpravo v metrech. Georadar měří přesně pouze čas odrazu vlny, měřítko pro hloubku se pak automaticky přepočítá podle zadané hodnoty z tabulek pro rychlost šíření vlny v různých materiálech. Rychlost šíření vlny v půdě lze zjistit i podle tvaru hyperboly v radarogramu, pokud se tam takové výrazné odrazy vyskytují.

2.6 Vzdušné odrazy v radarogramech

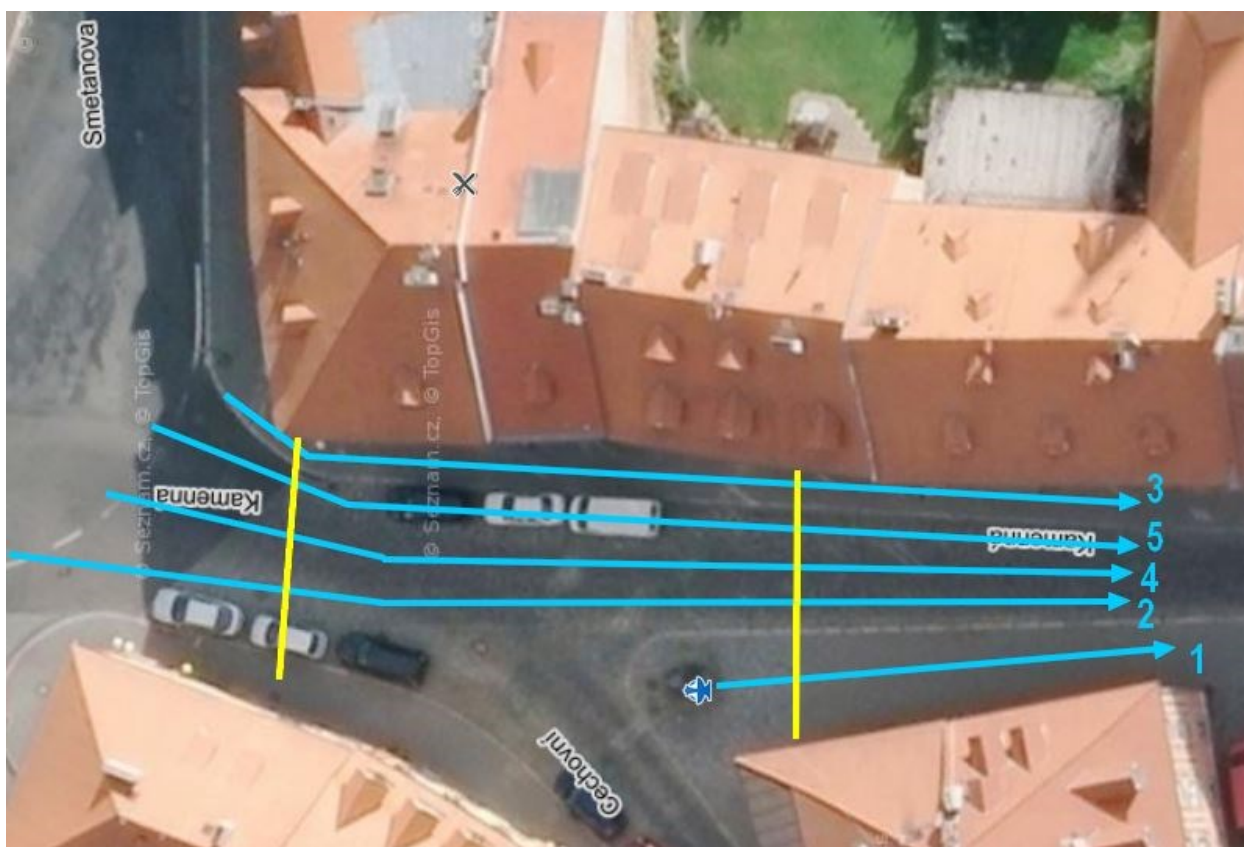
Antény georadaru vysílají signál nejen do země, ale i do okolního prostředí. Odrazům od pozemních objektů (ploty, tyče, kovové části budov...) se říká vzdušné a jsou v radarogramech dobře rozeznatelné. Pokud se k objektu blížíme, nebo vzdalujeme, odraz je vždy ve tvaru přímky, pokud kolem objektu procházíme,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

Podrobnější výklad s příklady měření naleznete na webové stránce:

<http://georadar.rtg-tengler.cz/priklady-mereni>

3 Měřená plocha

Modře směry měření profilů. Číslo je vždy u konce profilu.



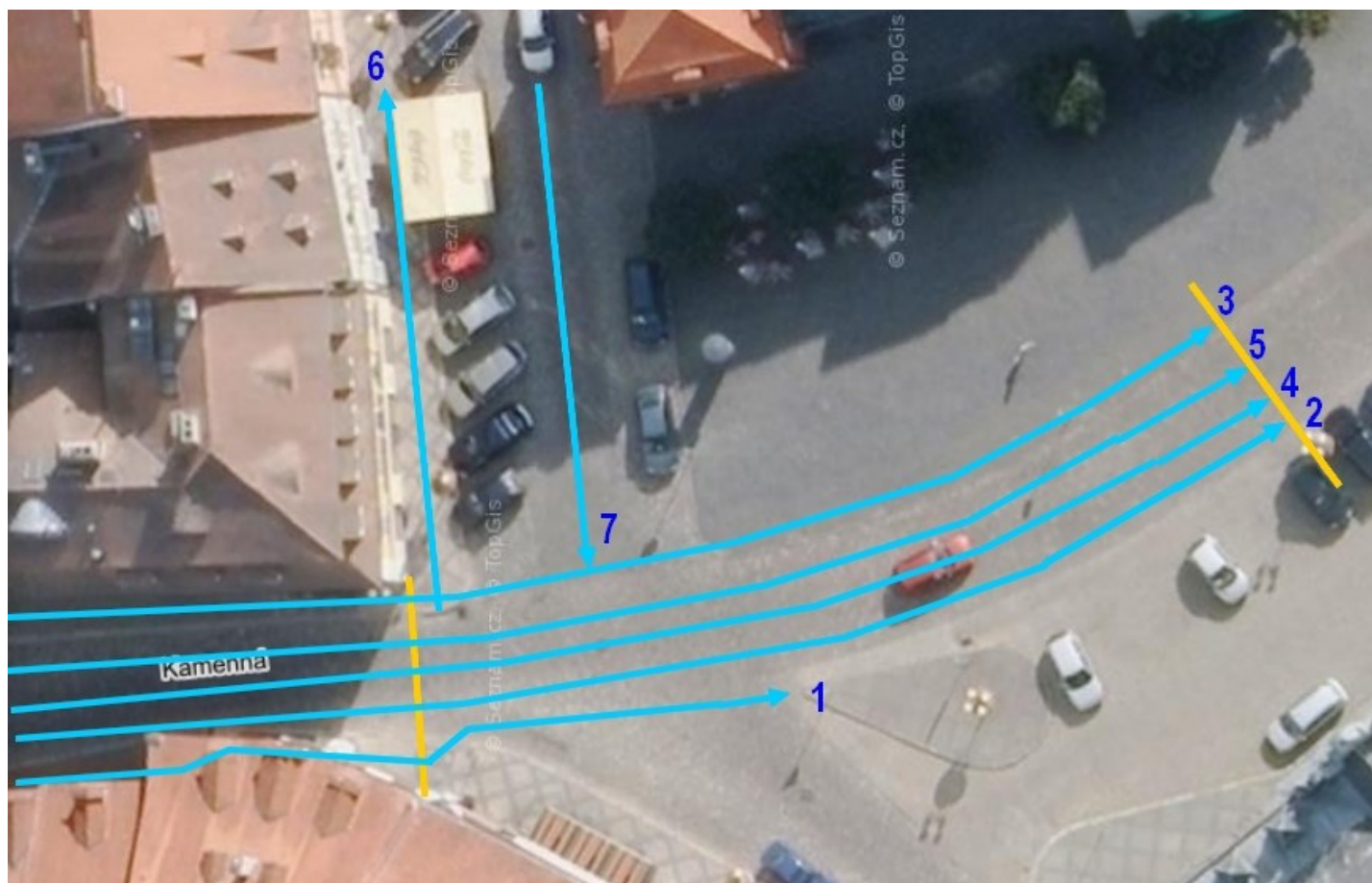
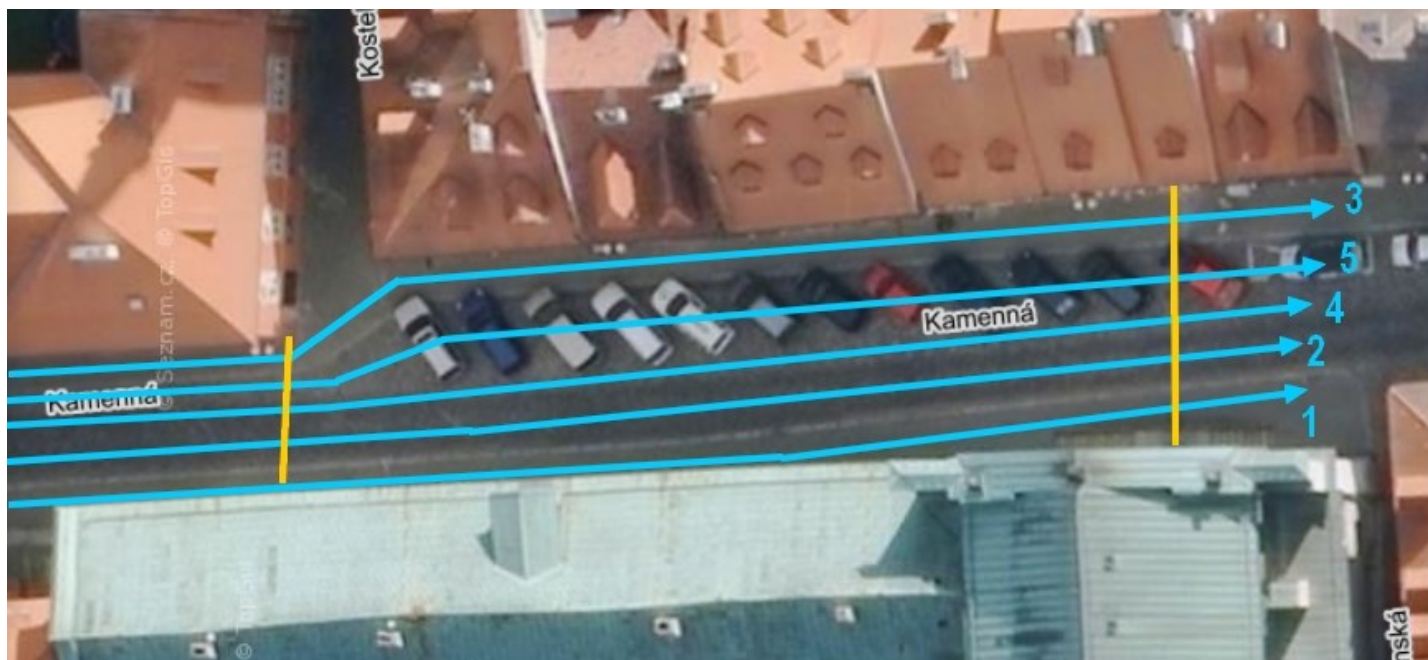
Protože kolečko georadaru pro odměřování vzdálenosti může mít asi 1% chybu, jsou do radarogramu vkládány u osy X značky (bílé čtverečky) na místech žlutých linií. Linie jsou voleny vždy u markantních bodů (roh domu, změna dlažby u pramene, osa studánky v horní části ulice, lampa veř. osvětlení).

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

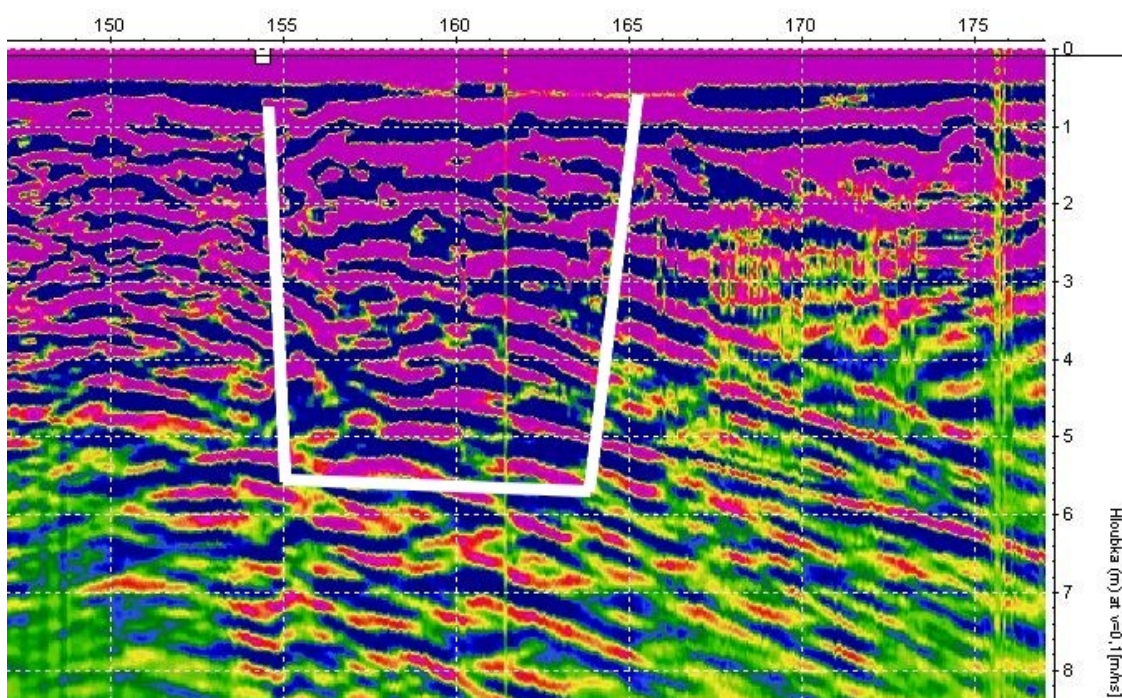
IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

4 Výsledky měření

Radarogramy znázorňují kolmý řez zemí. Na vodorovné ose nahoře je zobrazena vzdálenost v metrech ve směru pohybu radaru a na svislé ose v pravé části radarogramu je udána přibližná hloubka, která úzce souvisí s rychlostí šíření vlny v dané hornině. Z tabulkových hodnot a podle několika naměřených hyperbol byla zvolena průměrná rychlost 10 cm/ns. Poměr stran u obrázků není 1:1, osa Y je někdy protažena (1:2), což slouží k lepšímu zviditelnění jednotlivých anomálií. V dokumentu v elektronické podobě lze poměr X:Y jednoduše upravit. Součástí elektronické zprávy může být i příloha vstupních dat radarogramů.

Dále jsou vybrány pouze profily s hledanými anomáliemi, všechny radarogramy v plném rozlišení jsou v příloze zprávy, jsou dlouhé, je potřeba si je zvětšit ve zvoleném úseku.

Profil 1



Na profilu 1 měřeném po chodníku je pouze tato anomálie. Je zde oblast v šířce asi 10 m, kde je jiná struktura odrazů. Jsou to patrně hlíny, které mohou mít menší zhutnění. Nevznikají zde dutiny ani propady. Doporučuji jen zvýšenou pozornost v této oblasti při stavbě.

Na profilu 2 není žádná anomálie.

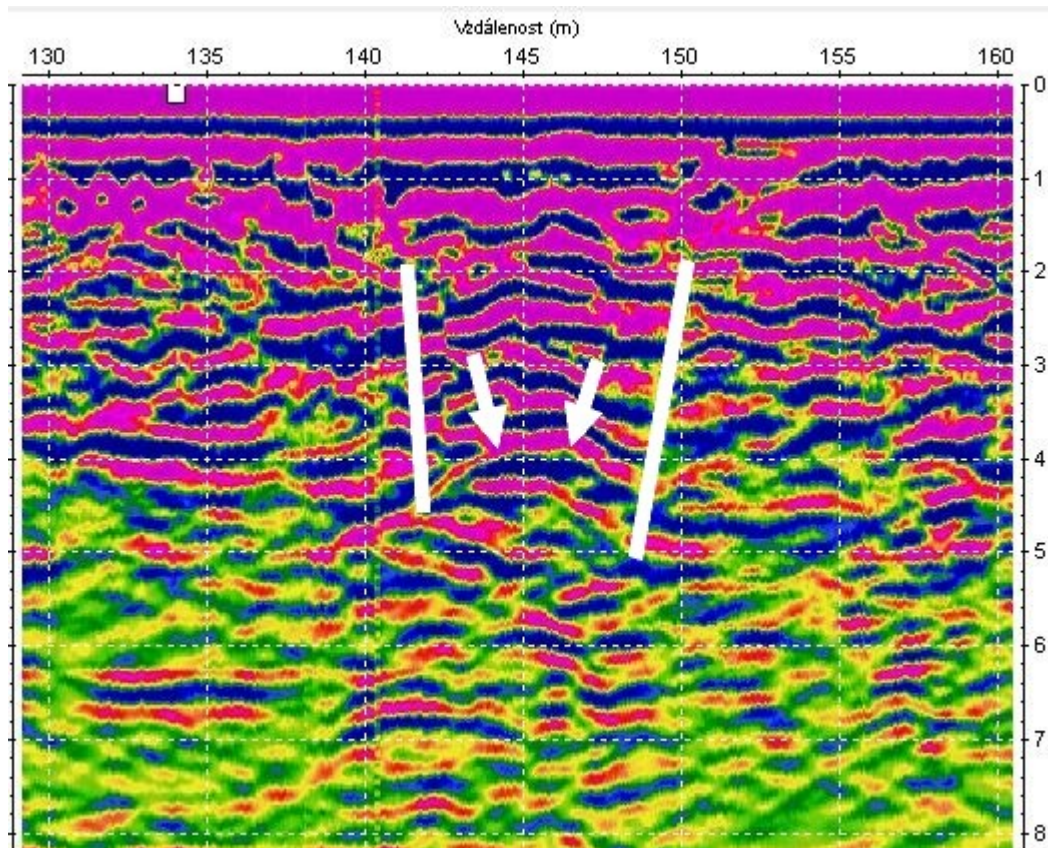
Ing. R. Tengler - RTG

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

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

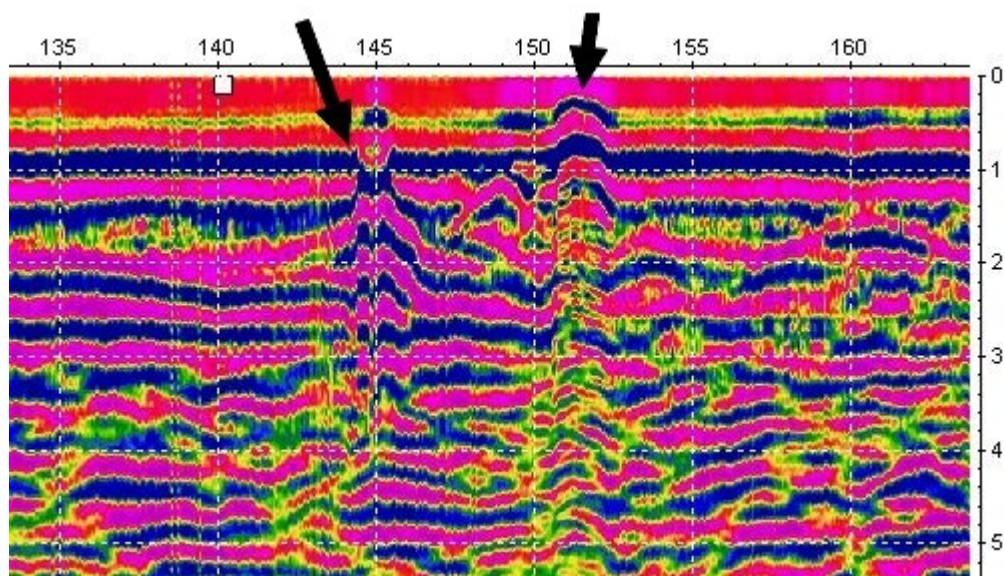
IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 3



Bílé přímky ukazují na oblast s jiným typem odrazů. Z povrchu sem patrně do větší hloubky proniká více vody, odrazy jsou tlustší. Bílé šipky označují obloukovitý odraz. Může zde být dutina.

Profil 4



Na vzdálenosti 145 m může být dutina v hloubce pod 1m. Propadá se zde vrstva na hloubce kolem 80 cm.

Na vzdálenosti 152 m je odraz typický pro dutinu. Ta může být již v hloubce 40 cm. Může jít také o boční odraz od nějakého kanálu.

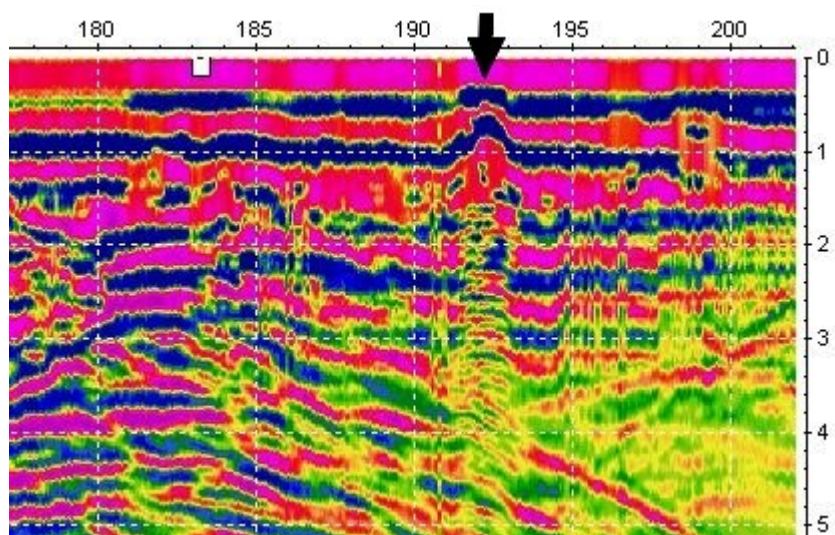
Ing. R. Tengler - RTG

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

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

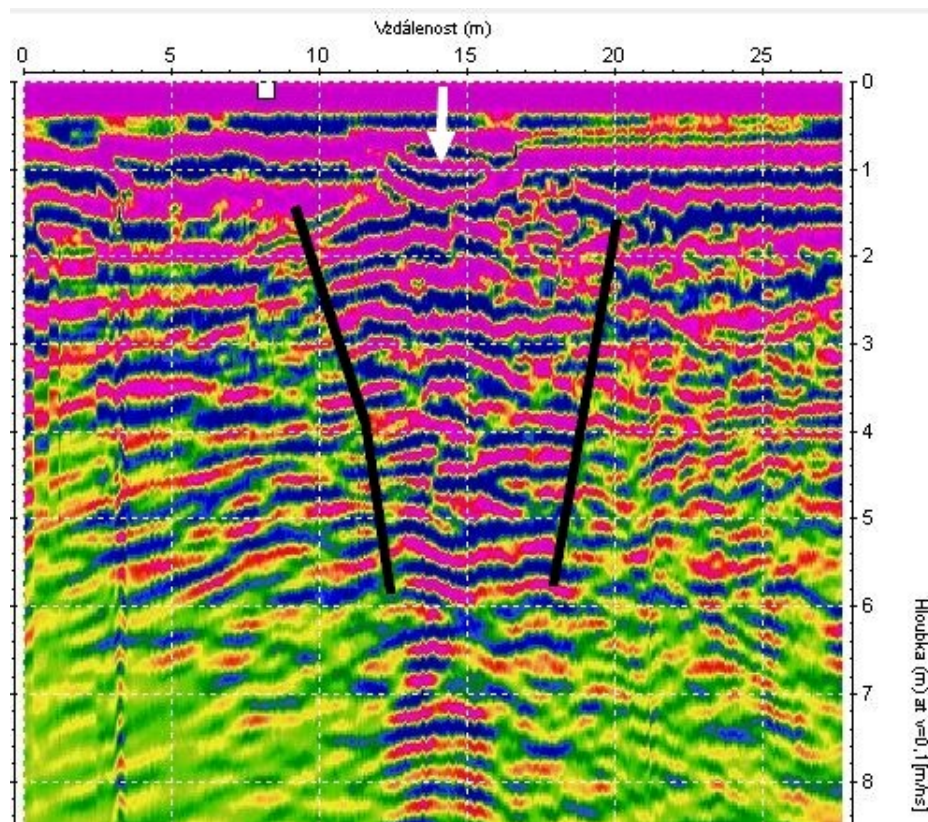
IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 4



Další vznikající dutina na vzdálenosti 192 m v hloubce kolem 50 cm.

Profil 5



Poměrně výrazný propad, patrný v horních vrstvách kolem hloubky 1 m. Černé linie pak označují oblast s vyšším obsahem vody. V této oblasti se vyskytují rezonance, typické pro dutiny. Jedna může být v hloubce 3,2 m.

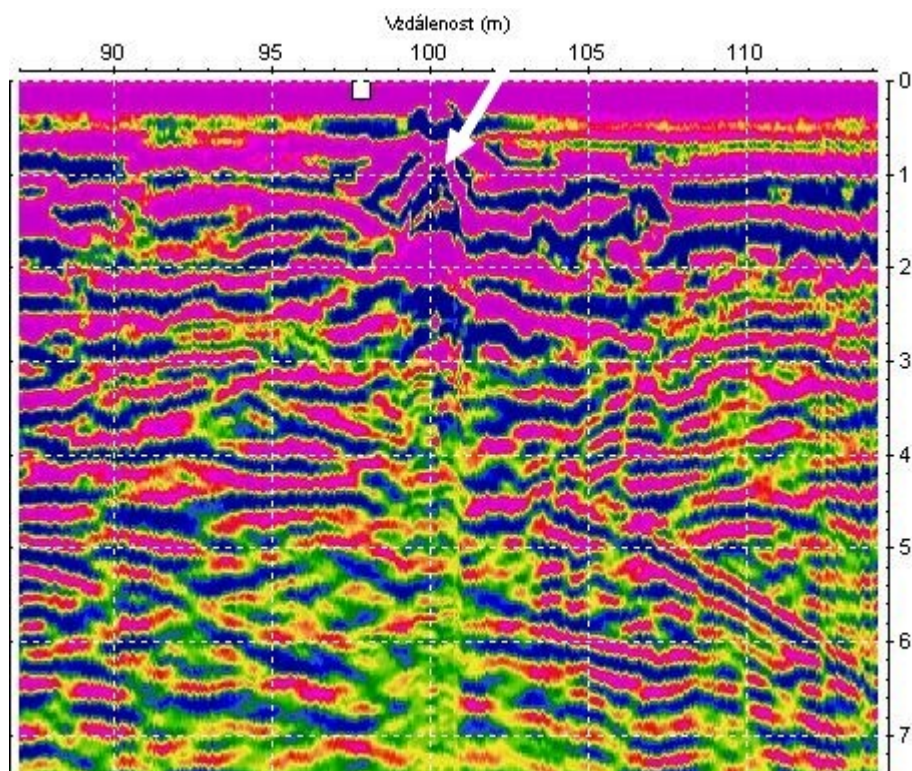
Ing. R. Tengler - RTG

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

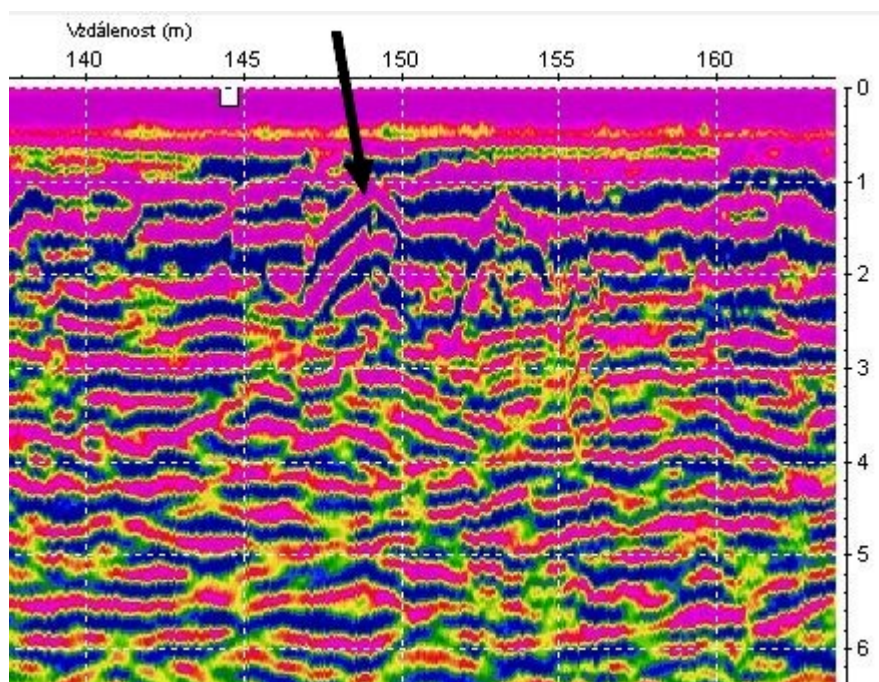
Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 5



Další anomálie, která porušuje vrstvy kolem hloubky 50 cm. Opět sem proniká více vody do podloží.



Zde pod hloubkou 1 m může být dutina. Zatím se neprojevuje porušení vrstev nad hloubkou 1 m.

Zde byl nějaký kanál, je možné, že to je dutina vedle něj.

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

5 Závěr

Georadar Roteg na frekvenci 150 MHz zaregistroval dobře čitelné odrazy z hloubky až 10 m podle tloušťky horních vrstev hlín. Měření bylo jen málo rušeno vzdušnými odrazy od povrchových kovových objektů.

Data byla zpracována programem Reflex a u všech radarogramů byl uplatněn stejný postup filtrací, radarogramy jsou proto vzájemně porovnatelné.

Byly nalezeny pouze dvě výraznější anomálie, zasahující do větší hloubky. První je na profilu 1 na vzdálenosti 160 m a je to asi 10 m široký výkop, vyplněný materiálem s jinými vlastnostmi než v okolí. Druhá anomálie je na profilu 3 na vzdálenosti 145 m a může zde jít o dutinu v hloubce kolem 4 m. Na sousedních profilech tato anomálie není patrná, nejde tedy o chodbu nebo sklep.

Další menší anomálie blíže k povrchu jsou popsány ve výsledcích měření. Za pozornost stojí propadající se vrstvy na vzdálenosti 15 m profilu 5.

Žádné větší dutiny až do hloubky 8 m georadar nezaznamenal.

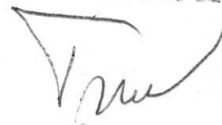
V elektronické příloze jsou snímky všech naměřených radarogramů.

Data z měření jsou u nás asi 5 let archivována.

Případné dotazy k radarogramům rád zodpovím.

V Mělníku dne 26. 2. 2019

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