

Cheb

Kamenná ulice

Zelená plocha před mostem

Georadarový průzkum

Dne: 3. 4. 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 3. 4. 2019 byl proveden georadarový průzkum v ulici Kamenná v Chebu na zeleném pozemku vpravo před mostem. Cílem bylo nalezení dutin a jiných prostor po likvidaci starých domů. K měření byl použit georadar Roteg 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 štol 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 intenzitou.

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, měřítka 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

GPS plochy 50°4'55.182"N, 12°22'10.392"E.

V dalším popisu je před číslem profilu písmeno „C“, aby nedošlo k záměně s profily v jiné části Kamenné ulice.



Modře směry měření profilů. Číslo je vždy u konce profilu. Tyto data jsou v souboru **C.gpx**, jsou určeny pro práci v Google Earth. Zde to není moc přehledné.

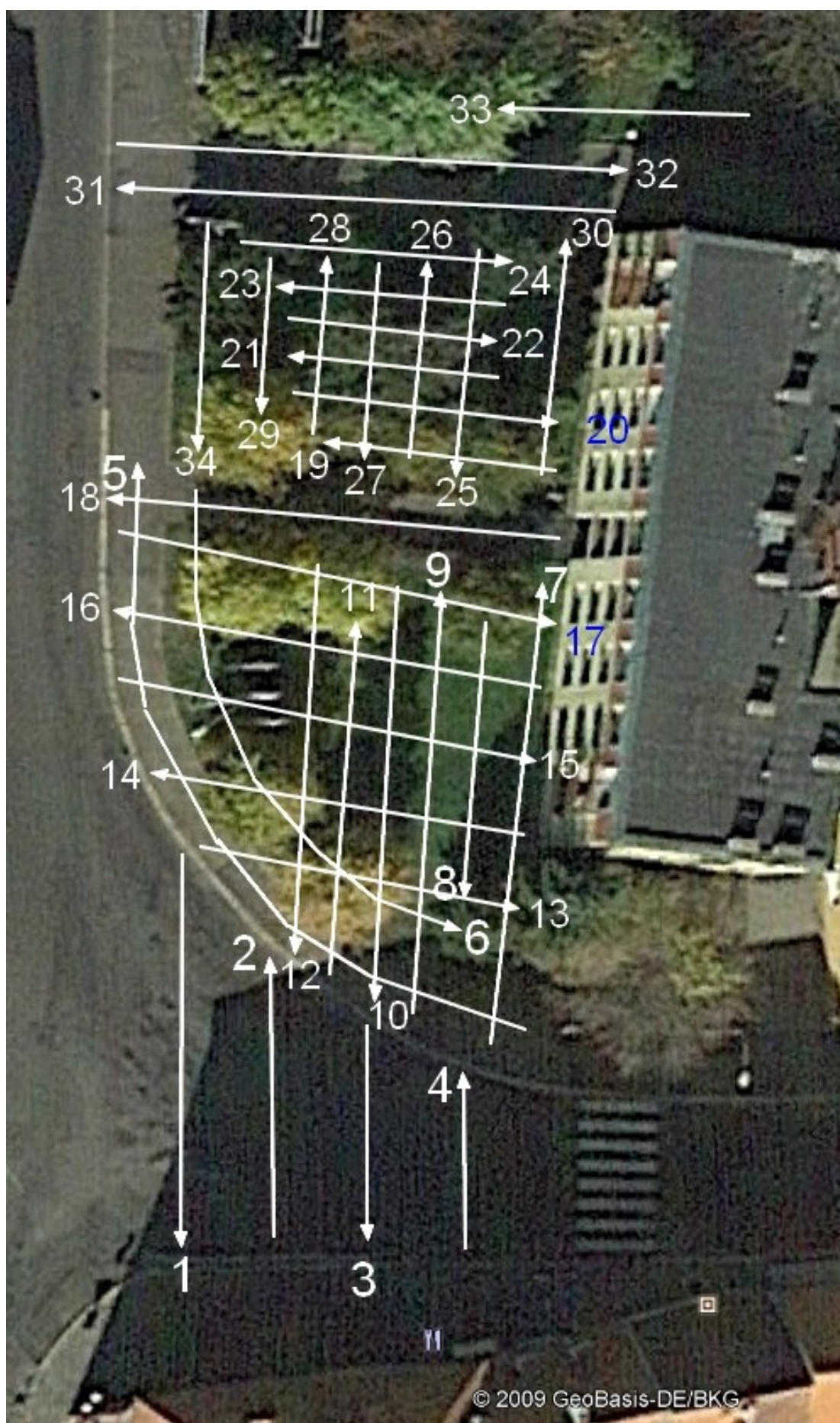
Ing. R. Tengler - RTG

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

Profily zakreslené do leteckého snímku.



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

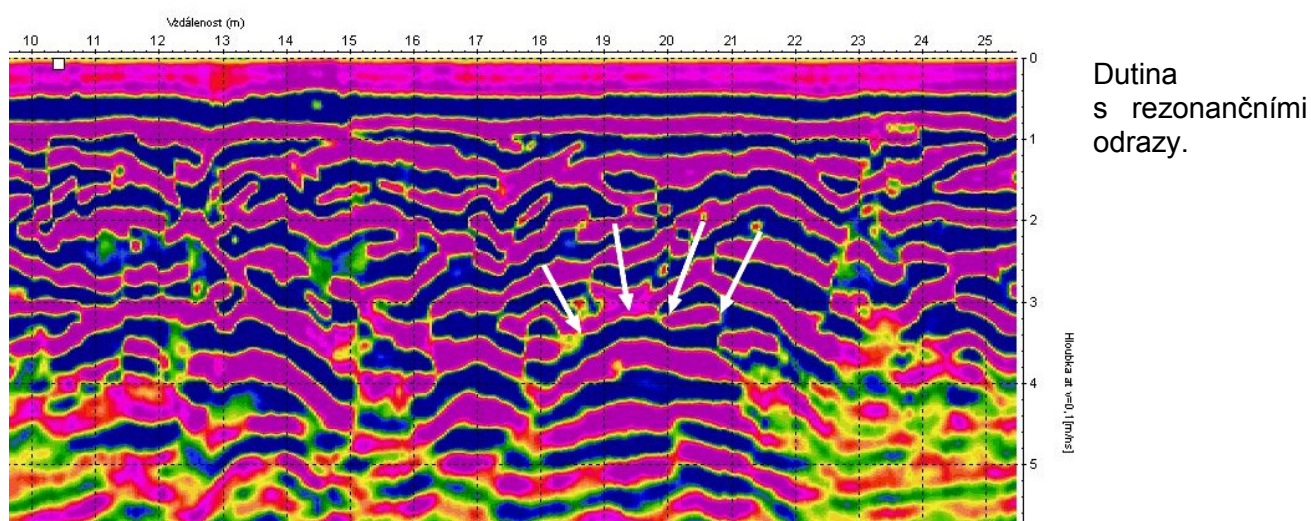
IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

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.

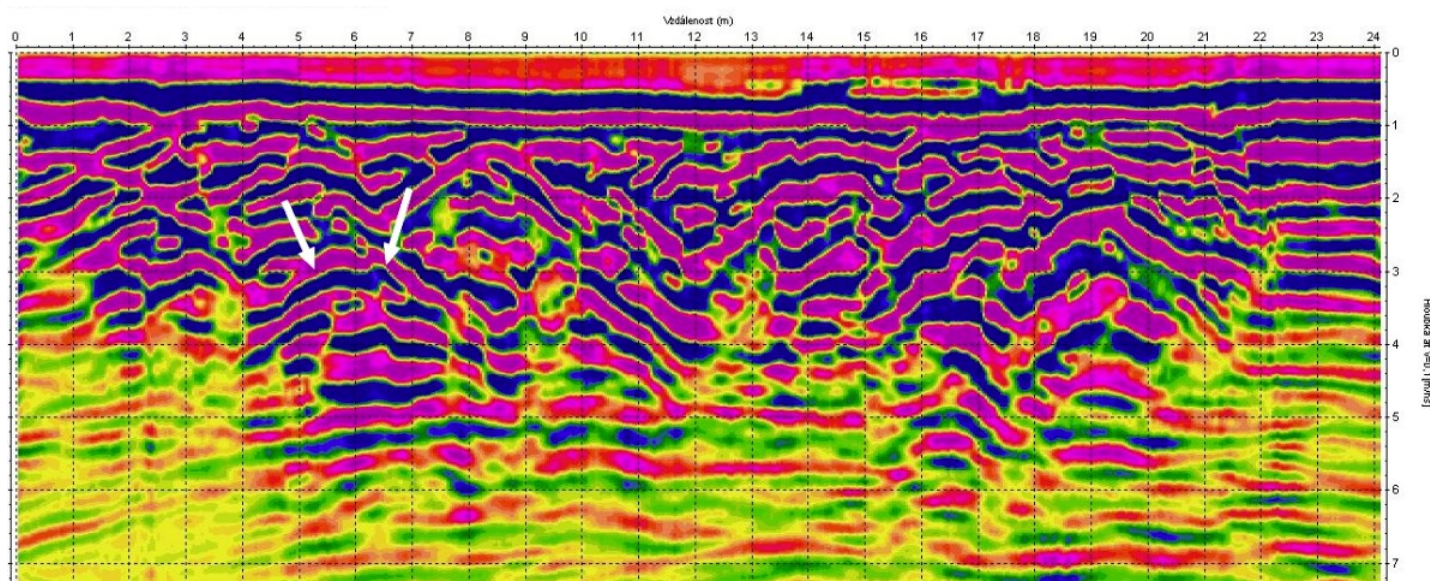
Dále jsou vybrány pouze profily s hledanými anomáliemi, všechny radarogramy v plném rozlišení jsou v příloze zprávy, některé jsou dlouhé, je potřeba si je zvětšit ve zvoleném úseku.

Profil C6



Profil C11

Zde je "stejné místo jako na profilu C6. Podle tvaru odrazů částečně zasypaná dutina.



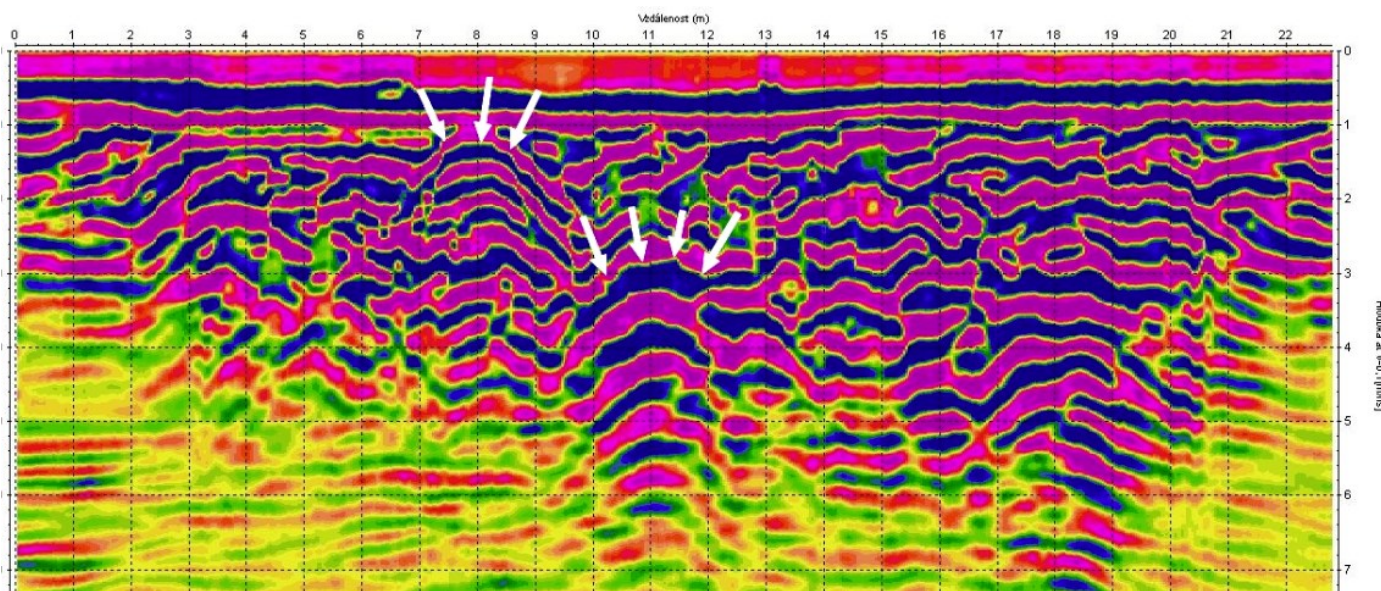
Ing. R. Tengler - RTG

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

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

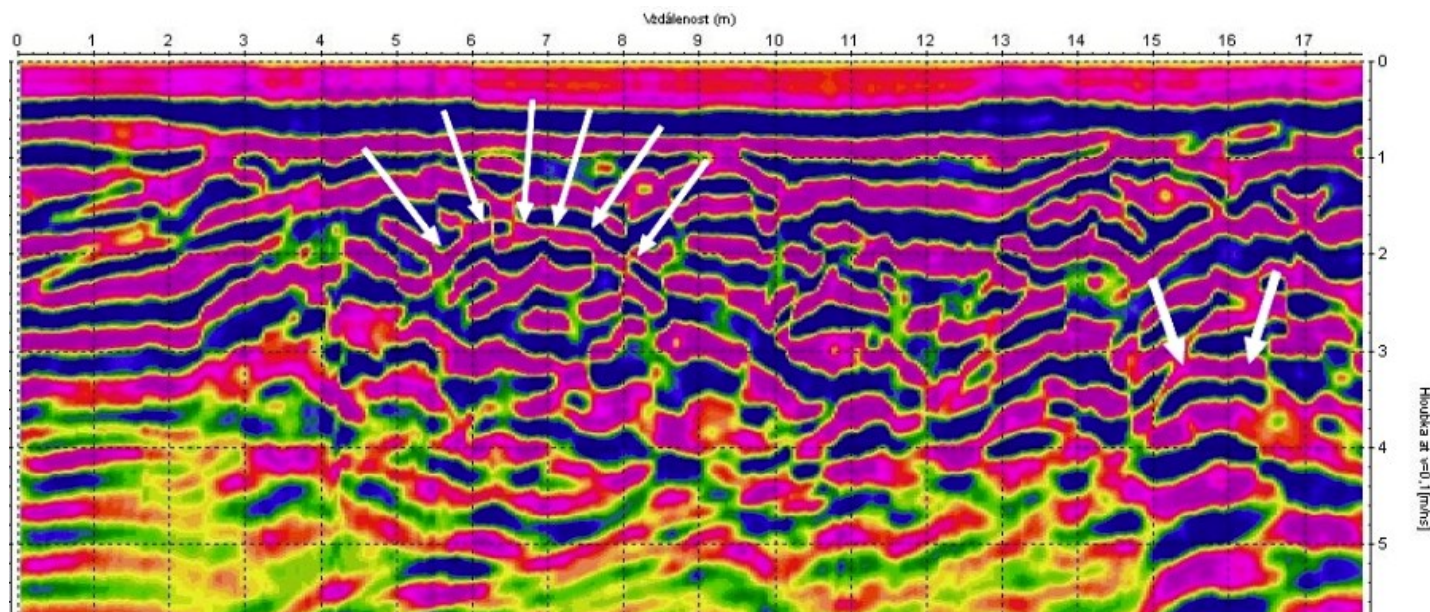
IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil C12



Horní dutina vyplněná, ve spodní je v horní části mnohem více vzduchu, jsou zde i rezonanční odrazy.

Profil C13



Další možná dutina na hloubce 2 m, může to být vstup k anomáliím na profilu C6 a C11. Tlusté odrazy na vzdálenosti 16 m mohou být od rezonancí dutiny v horizontálním směru nebo tam může být voda.

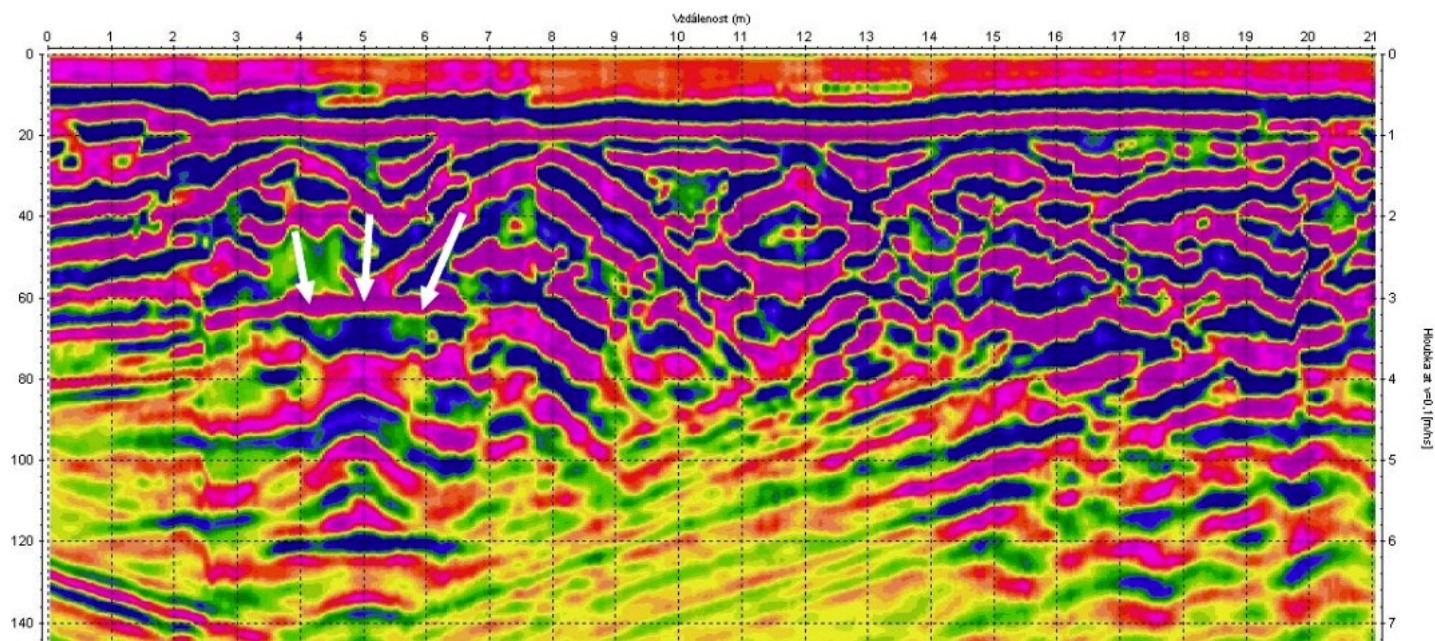
Ing. R. Tengler - RTG

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

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

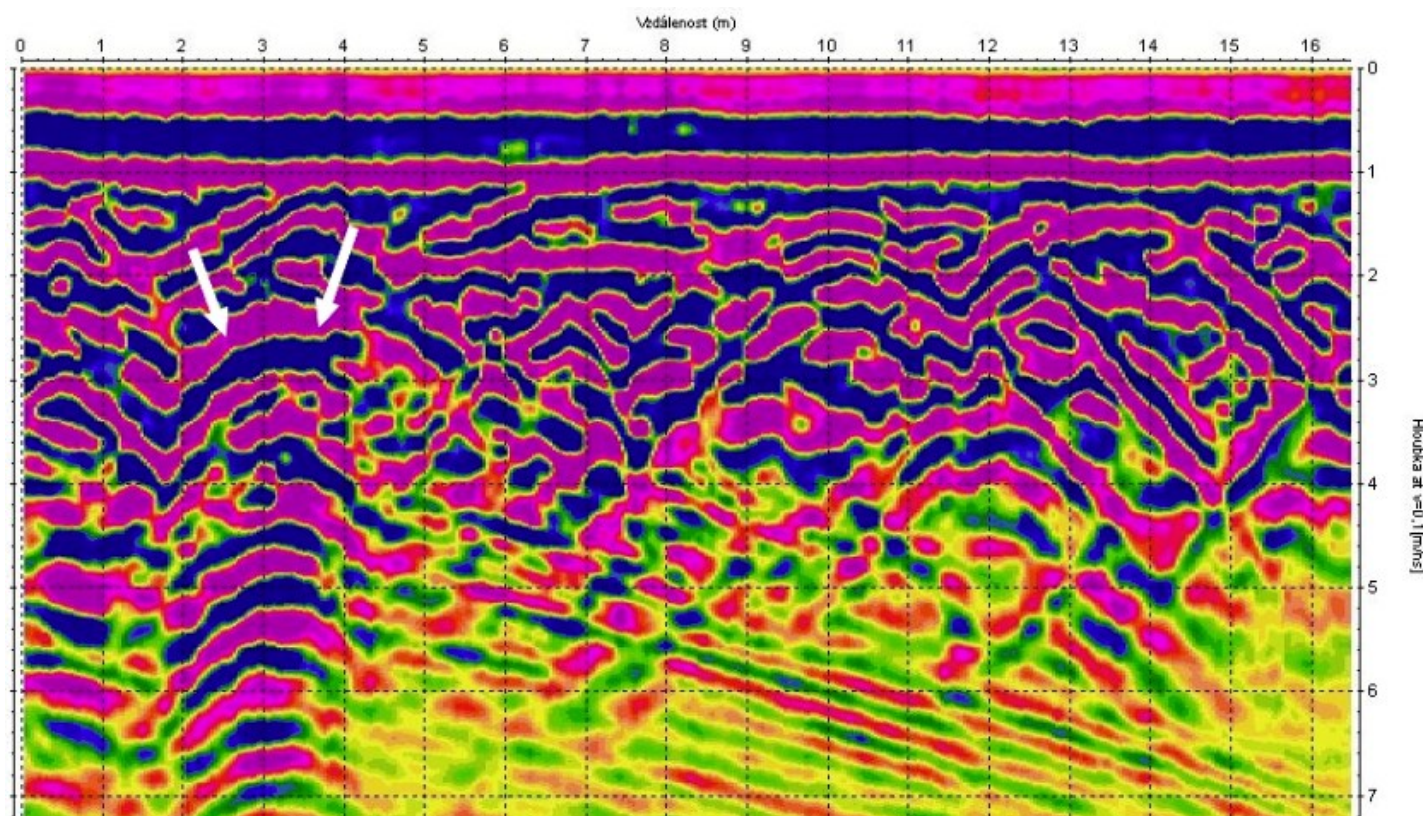
IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil C15



Toto jsou odrazy typické pro dutinu s rovným stropem. Rozsahem asi největší dutina na měřené ploše.

Profil C19



Jedna z těch větších dutin, rezonance ukazují na volný prostor.

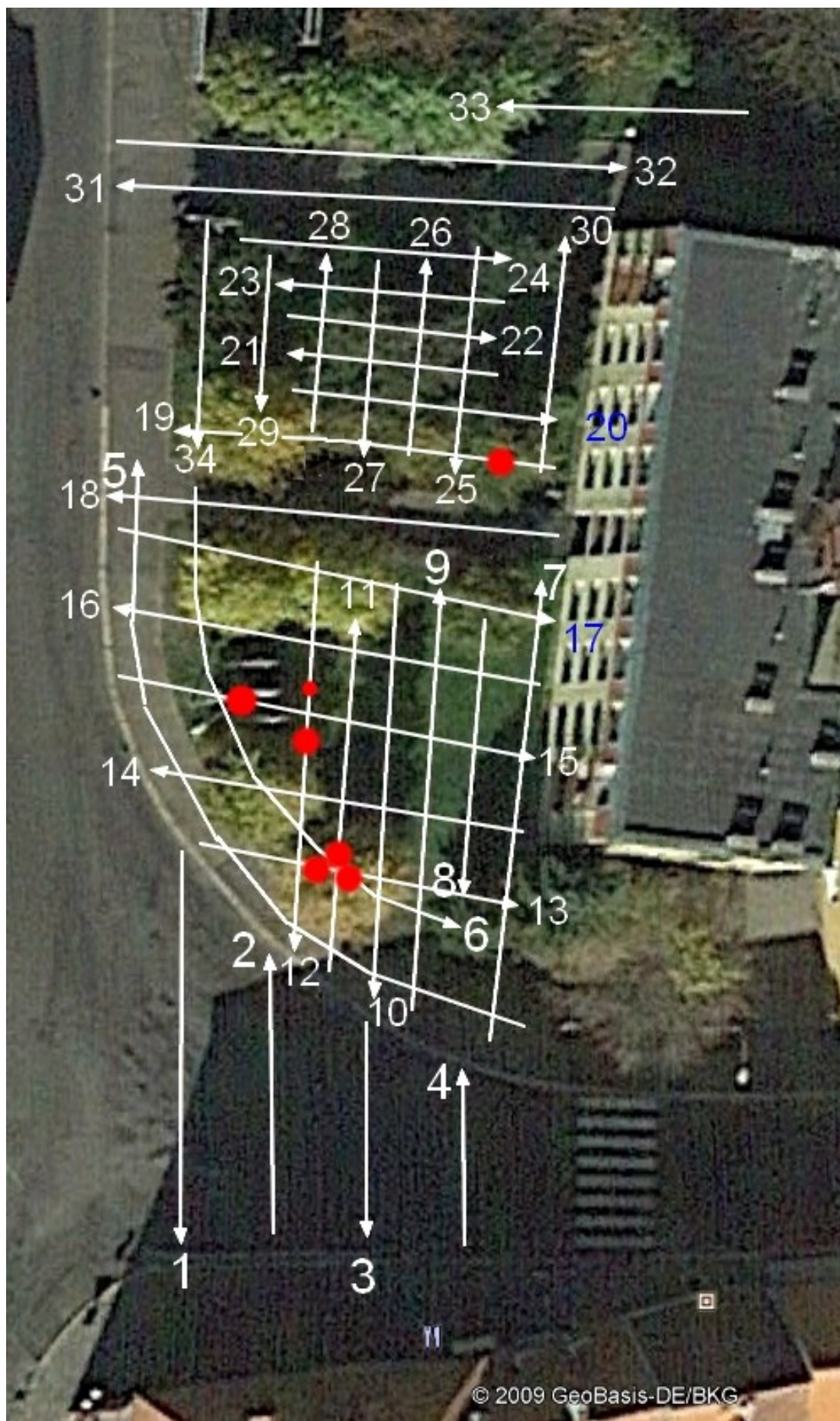
Ing. R. Tengler - RTG

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

Nalezené anomálie v ploše měření. Profil C 6-11-13 měří patrně stejnou anomálii.



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 8 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.

Bylo nalezeno pět výraznějších anomálií, které mohou být dutinami. Jsou zobrazeny ve výsledcích měření.

Pozici anomálie v terénu lze určit podle GPS dat . V blízkosti domu nebo pod stromy to není moc přesné. Lze také najít pozici profilu v terénu. Georadar měřil vždy od překážky k překážce, střed měření je 80 cm od překážky a končí 60 cm před překážkou.

Žádné jiné 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 10. 4. 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