

Cheb  
Kamenná ulice  
Část před mostem

Georadarový průzkum

Dne: 3. 4. 2019

**Ing. R. Tengler - RTG**

Českobratrská 357  
276 01 Mělník  
[www.georadar.rtg-tengler.cz](http://www.georadar.rtg-tengler.cz)

Telefon: 315 624 739  
Mobil: 603 261 914  
E-mail: [rtg@rtg-tengler.cz](mailto:rtg@rtg-tengler.cz)

IČ: 10239871  
DIČ:5603031654

# **1 Úvod**

Dne 3. 4. 2019 byl proveden georadarový průzkum v ulici Kamenná v Chebu v části před mostem. 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 štěrby, 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 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

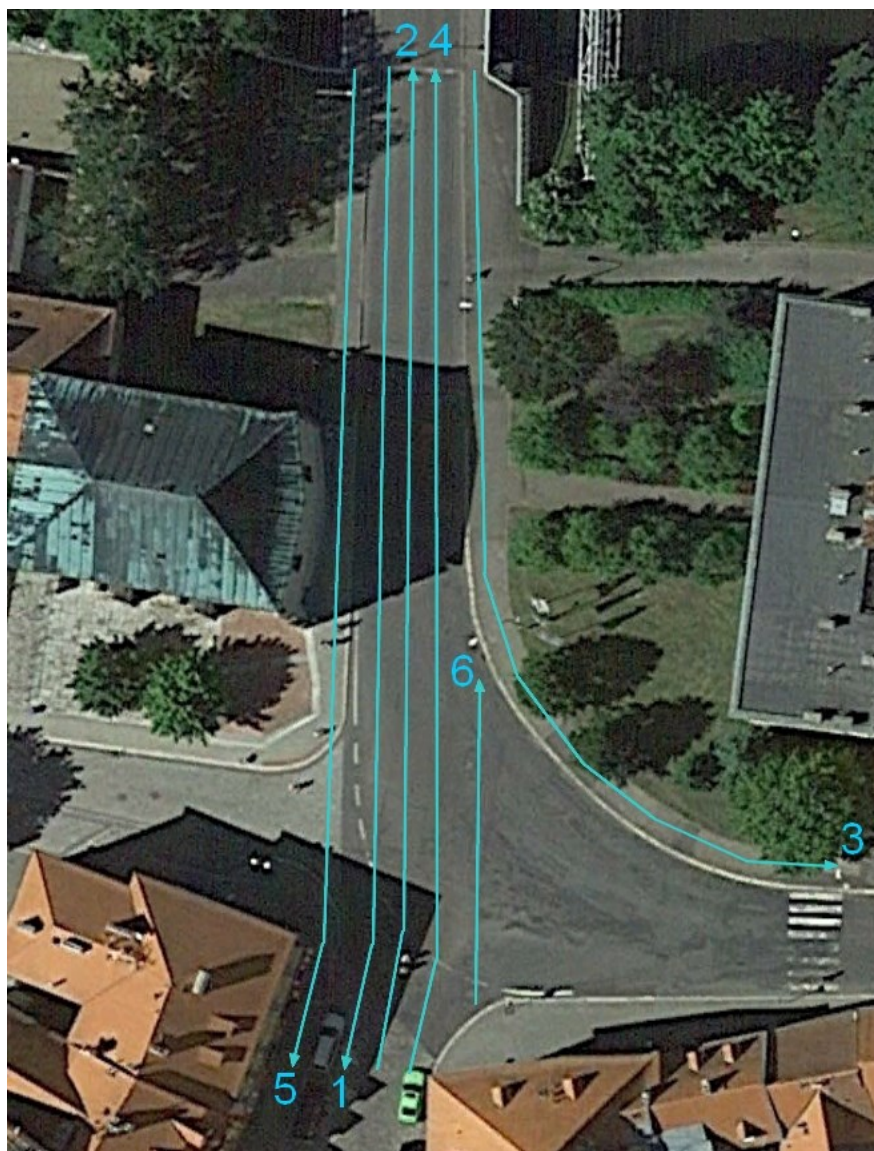
Antény georadaru vysílají signál nejen do země, ale i do okolního prostředí. Odrazům od pozemních objektů (ploty, tyče, kovové části budov...) se říká vzdušné a jsou v radarogramech dobře rozeznatelné. Pokud se k objektu blížíme, nebo vzdalujeme, odraz je vždy ve tvaru přímky, pokud kolem objektu procházíme, 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.



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

### **Ing. R. Tengler - RTG**

Českokobratrská 357  
276 01 Mělník  
[www.georadar.rtg-tengler.cz](http://www.georadar.rtg-tengler.cz)

Telefon: 315 624 739  
Mobil: 603 261 914  
E-mail: [rtg@rtg-tengler.cz](mailto:rtg@rtg-tengler.cz)

IČ: 10239871  
DIČ: 5603031654



## 4 Výsledky měření

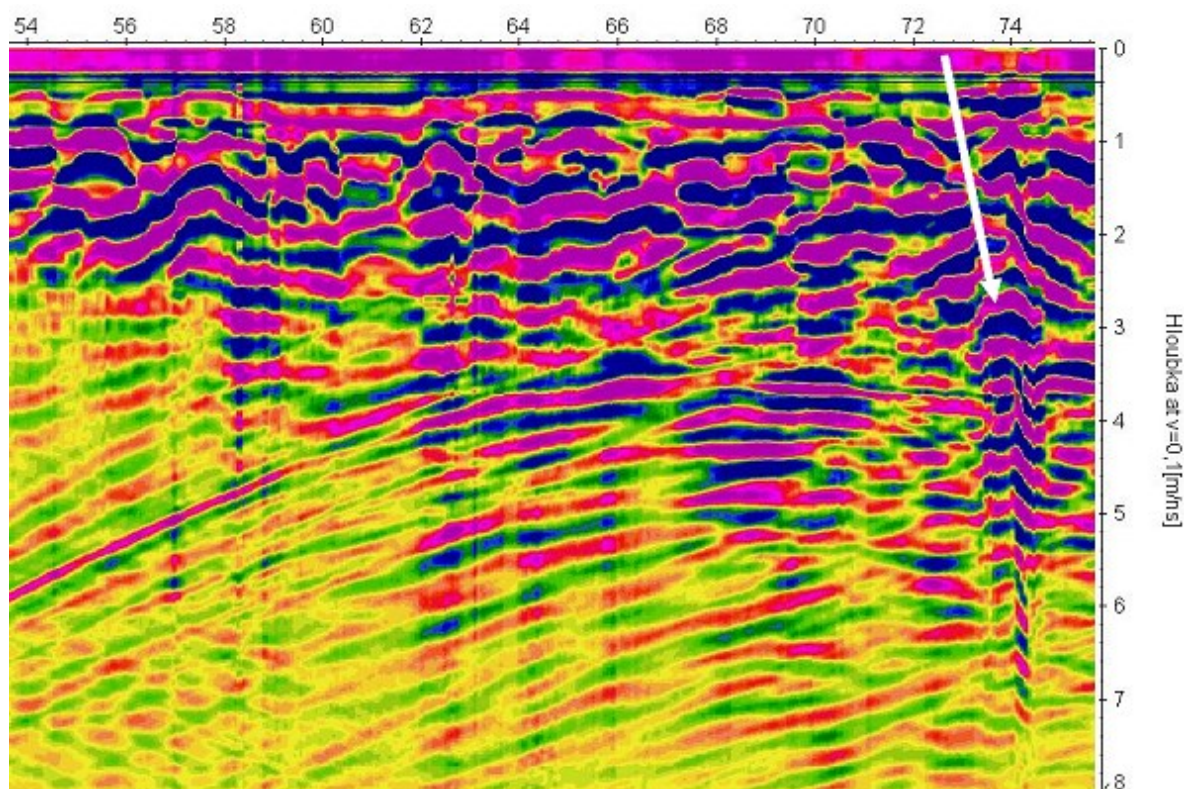
Radarogramy znázorňují kolmý řez zemí. Na vodorovné ose nahoře je zobrazena vzdálenost v metrech ve směru pohybu radaru a na svislé ose v pravé části radarogramu je udána přibližná hloubka, která úzce souvisí s rychlostí šíření vlny v dané hornině. Z tabulkových hodnot a podle několika naměřených hyperbol 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.

Soubor **B.gpx** ze vložit do programu Google Earth a vykreslí se trajektorie profilů.

V souboru **B.kmz** jsou i vyznačené nalezené anomálie.

### Profil B1



Na konci profilu je v hloubce 3 m nějaká dutina.

Na profilu B2 a B3 není žádná anomálie.

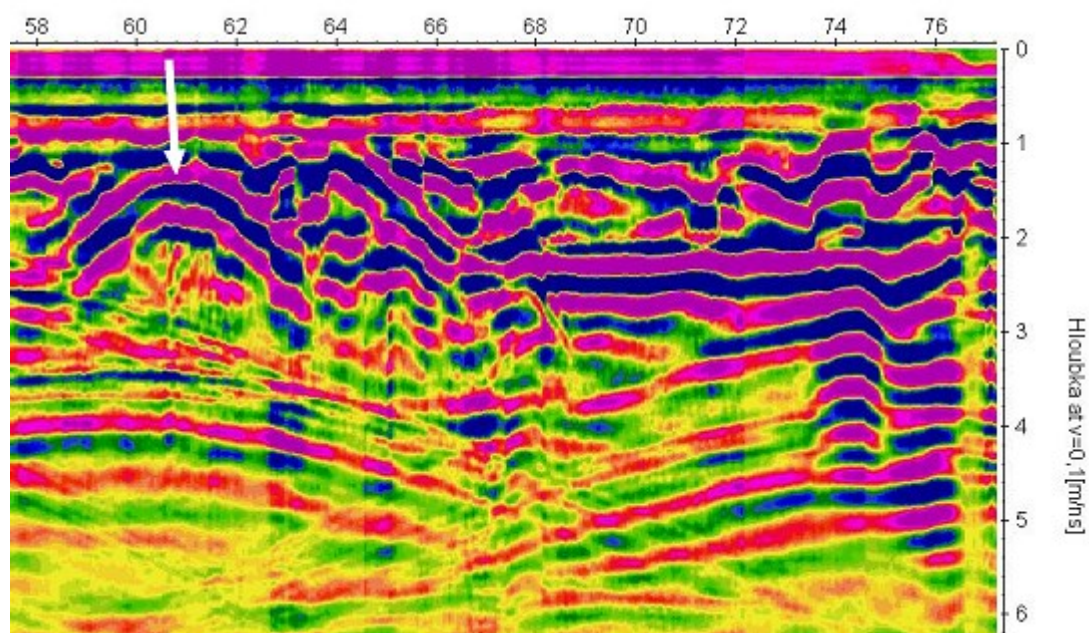
### Ing. R. Tengler - RTG

Českokobratrská 357  
276 01 Mělník  
[www.georadar.rtg-tengler.cz](http://www.georadar.rtg-tengler.cz)

Telefon: 315 624 739  
Mobil: 603 261 914  
E-mail: [rtg@rtg-tengler.cz](mailto:rtg@rtg-tengler.cz)

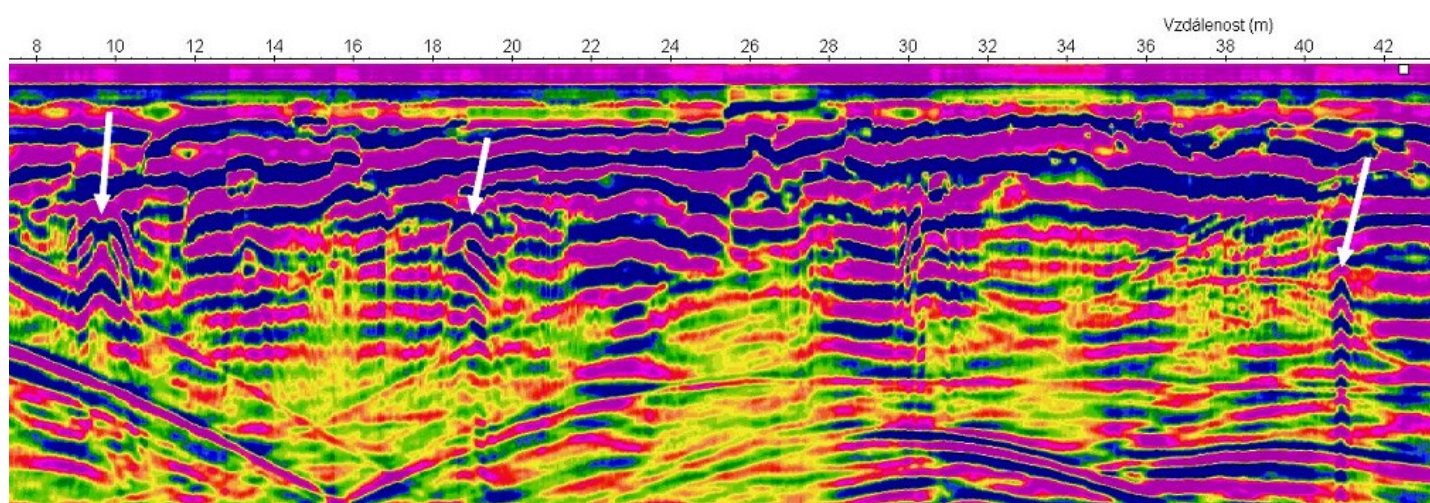
IČ: 10239871  
DIČ: 5603031654

### **Profil B4**



Bílá šipka označuje obloukovitý odraz. Může zde být dutina nebo klenba sklepa. Je to poměrně široké, asi 1,5-2 m.

### **Profil B5**



Malé anomálie, snad dutiny na hloubce kolem 2 m.

### **Ing. R. Tengler - RTG**

Českoobrátská 357  
276 01 Mělník  
[www.georadar.rtg-tengler.cz](http://www.georadar.rtg-tengler.cz)

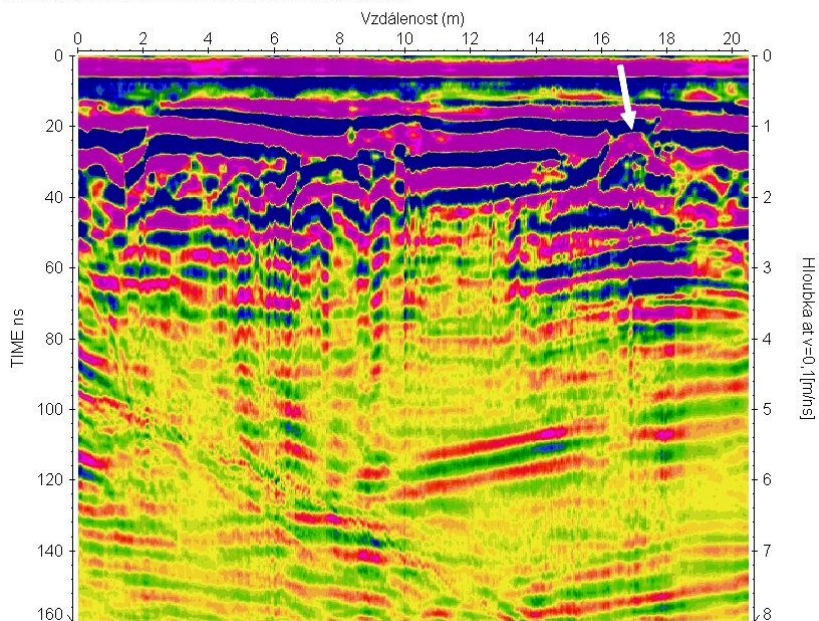
Telefon: 315 624 739  
Mobil: 603 261 914  
E-mail: [rtg@rtg-tengler.cz](mailto:rtg@rtg-tengler.cz)

IČ: 10239871  
DIČ: 5603031654



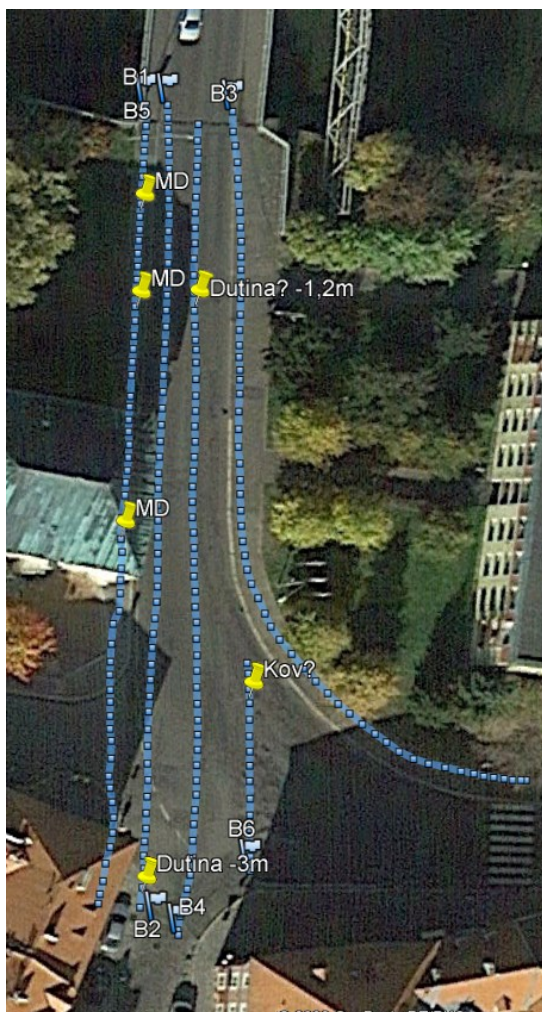
## Profil B6

1. D:\1-ROTEG\CHEB2DOM\PROCDATA\B\_006.01T / traces: 1079 / samples: 577



Takovéto typy odrazů mohou být od kovů nebo jiných vodivých předmětů, schází pod nimi stejný oblouk v modré barvě jako je tomu u odrazů na levé straně.

Anomálie v měřené ploše:



Jsou v souboru **B.kmz**.

**Ing. R. Tengler - RTG**

Československá 357

276 01 Mělník

[www.georadar.rtg-tengler.cz](http://www.georadar.rtg-tengler.cz)

Telefon: 315 624 739

Mobil: 603 261 914

E-mail: [rtg@rtg-tengler.cz](mailto: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.

**Byly nalezeny pouze dvě výraznější anomálie.**

**První je na profilu B1 na vzdálenosti 74 m, je to patrně dutina o šířce asi 1 m ve 3 m hloubce.**

**Druhá anomálie je na profilu B4 na vzdálenosti 61 m, její vrchol je v hloubce pouze 1,4 m. Může zde jít o dutinu nebo klenbu nějakého sklepa, šířka je asi 1,5-2 m. Na sousedních profilech B2 a B3 není patrná.**

**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 9. 4. 2019

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



**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