

Hnojnice

Georadarový průzkum

Dne: 30.9.2012

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

Tato zpráva opravuje některé hloubkové údaje ze zprávy z 23.7. 2012. Byl znovu změřen profil číslo 1 (1A) s prodlouženou délkou a s větším hloubkovým dosahem.

K měření byl použita nová souprava georadaru **LOZA N** s anténou 25MHz s vysílačem 20MW.

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 štěrby, 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 vykreslují v podobě obrácené hyperboly, s vrcholem nahoře. Ostré, rovné, obrácené „V“ charakterizuje většinou tenké vodorovné štěrby, kolmé na směr pohybu radaru. Sklon těchto odrazů nám umožňuje orientačně určit rychlost šíření vlny ve vrstvách, kterými prochází.

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 vlnivější 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 slábne a přetíná ostatní slabší odrazy. S přibývajícím hloubkou se „V“ zkracuje a stává se plošší. 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 slábne 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. 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 zvláštěním 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.

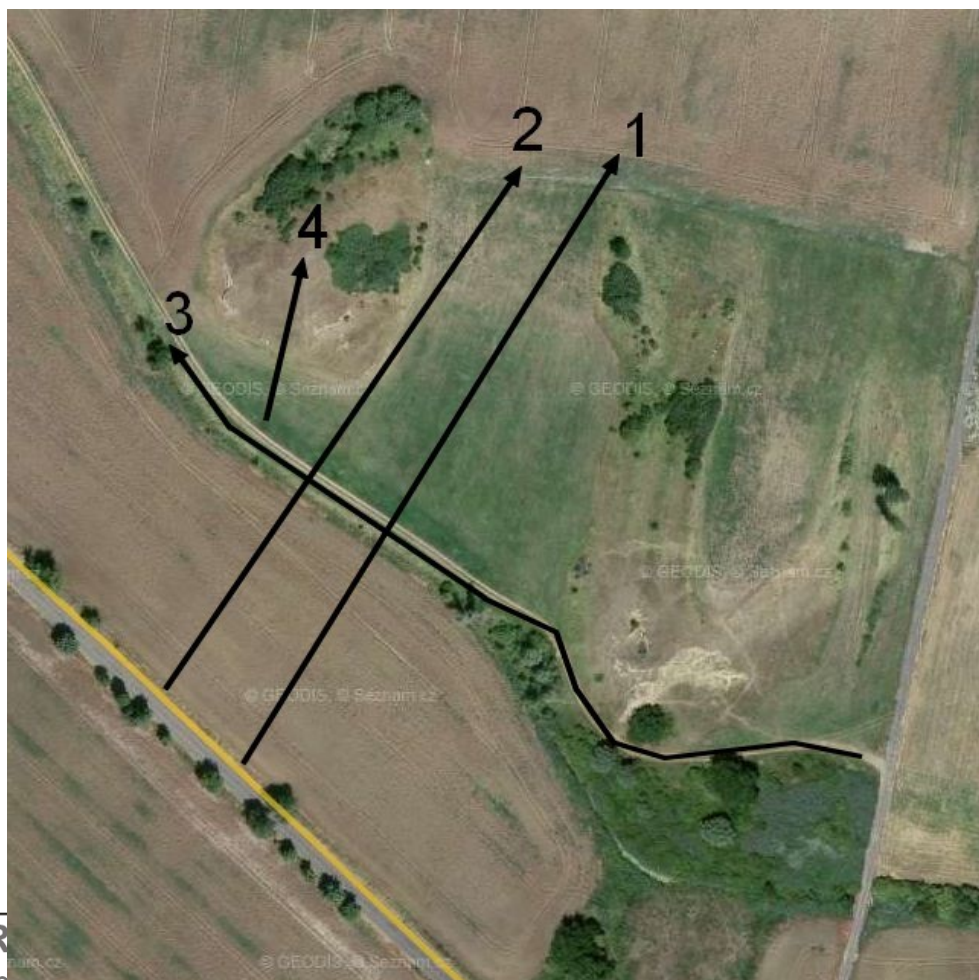
Antény georadaru vysílají signál nejen do země ale i do okolního prostředí. Odrazům od pozemních objektů (ploty, tyče, kovové části budov,...) se říká vzdušné a jsou v radarogramech dobře rozeznatelné. Pokud se k předmětu blížíme nebo vzdalujeme, odraz je vždy ve tvaru přímky a musí korespondovat s viditelným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

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

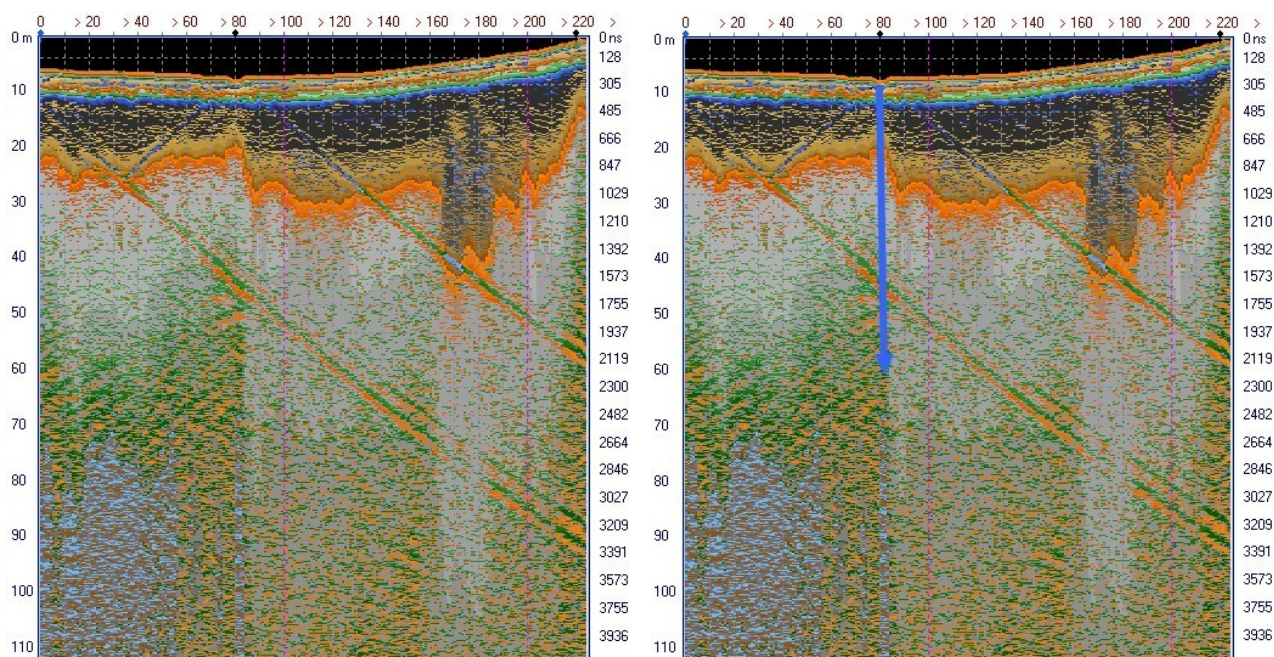
3. Výsledky měření.

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 5cm/ns. Poměr stran u obrázků nemusí být vždy 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.

Situační plánec profilů, GPS 50°26'3.869"N, 13°53'6.026"E



Profil 1 - je měřen 7m od okraje silnice, černý bod na 80m je střed vodoteče.



Na základním radarogramu jsou dobře patrné silné odrazy ve tvaru obráceného „V“. Jelikož nad zemí nejsou žádné objekty, od kterých by se vlna mohla odrazit, musí to být odraz od kolmé trhliny od které se základní (kolmá) vlna při průchodu nad trhlinou neodrazí. Tyto odrazy vidíme jen díky postranním vyzařovacím lalokům antény. Trhlina na 80m délky je dobře viditelná, je patrně hodně zvodnělá. Další silný odraz směřuje k povrchu před začátek měření, tam patrně bude další a větší trhlina asi 20-30m za silnicí. V dolní části jsou dvě souběžné křivky, to znamená, že vlna prochází dvěma materiály s různou hodnotou rychlosti šíření vlny. Na pravém obrázku je trhlina vyznačena modře.

Ze sklonu těchto odrazů byla odhadnuta rychlost šíření vlny na hodnotu 11cm/ns a podle této hodnoty je také stanoveno měřítko pro hloubku na levé straně všech radarogramů.

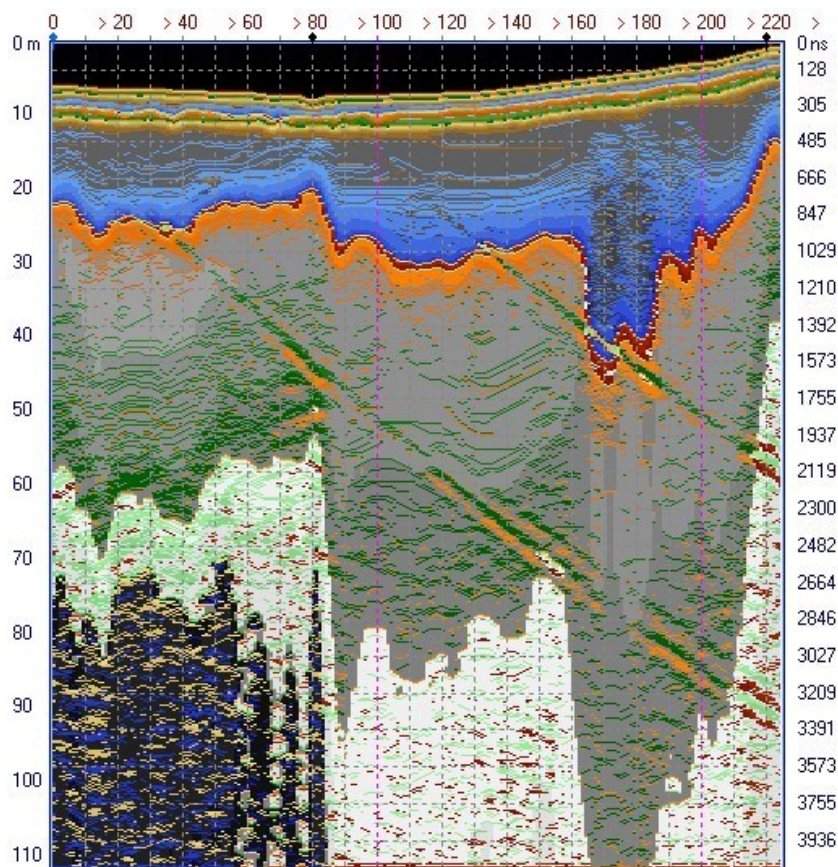
Ing. R. Tengler - RTG

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

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

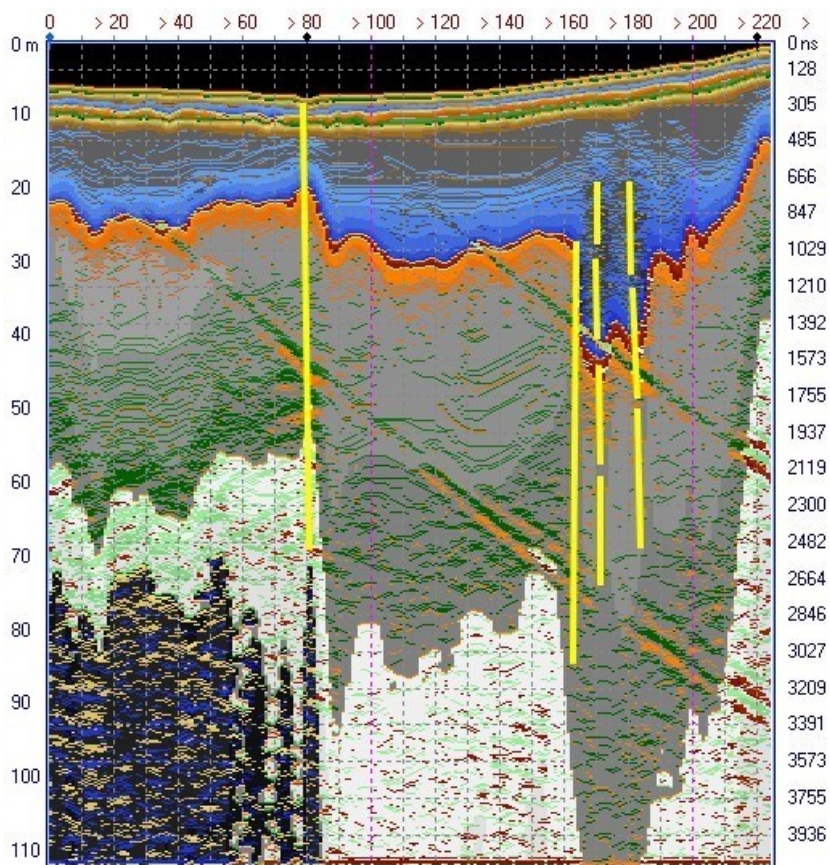
IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 1 po zpracování nf a vf filtry, které zachytí i drobné změny v odražené vlně.



Dle charakteru odrazů ve vrstvě do 6m lze usuzovat na hlíny, jíly, písky a pod... Přejít v oranžové barvě, začínající vlevo na hloubce 22m, odděluje horniny s odlišnými vlastnostmi (vodivost+permitivita). Přejít je relativně plynulý jde zřejmě o stejnou horninu ale např. s jiným obsahem vody (jde patrně o hranici zvětralé a kompaktnější horniny). Vrstva od 25m níže má také jiný charakter odrazů, typický spíše pro řadu dlouhých prasklin ve všech směrech. Je zde také nižší vodivost. Nezapomeňme, že registrujeme pouze odrazy od anomálií větších než 6m.

Typ odrazů se také mění podle svislé linie na 80m a na 165m. Přejít šedé barvy do bílé ve spodní třetině obrázku je dán jen nastavením filtrů. Nejde tedy o jinou horninu, průběh změn nám dává představu jen o pozvolné změně vlastností hornin. Promítá se sem i útlum vlny z horních vrstev.



Na radarogramu můžeme interpretovat dvě výrazné smykové plochy, na 80m délky a na 165m. Další dvě čárkované linie jsou již méně zřetelné, promítají se ale více do horní modrošedé oblasti. Horní vrstvy do hloubky 10m by bylo lépe změřit na vyšší frekvenci pro lepší odlišení vrstev. Půjde zřejmě o kvartérní vrstvy.

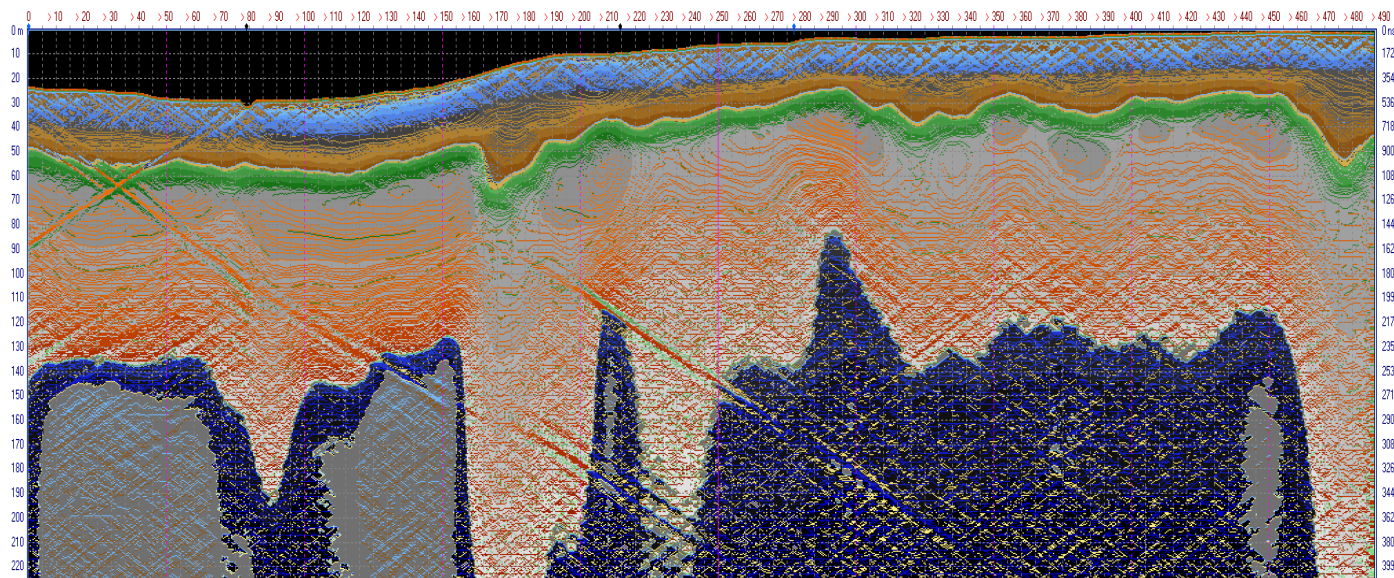
Ing. R. Tengler - RTG

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

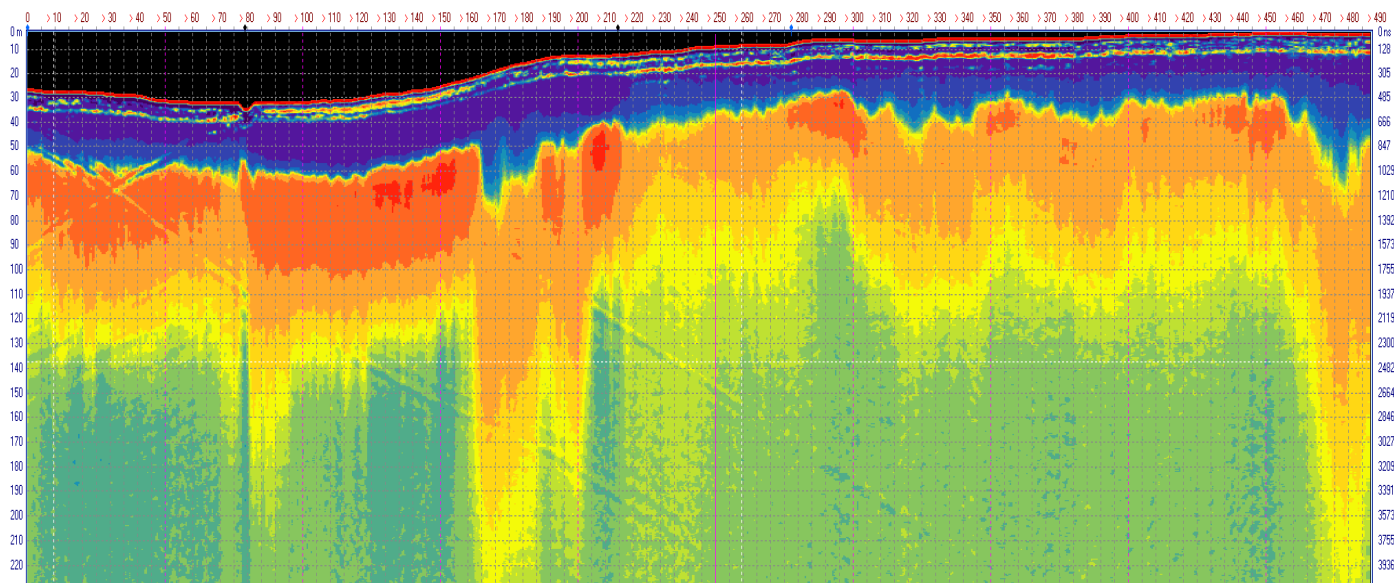
Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 1 A, prodloužený profil 1- do hloubky 220m, je měřen 7m od okraje silnice, černý bod na 80m je střed vodoteče.



Filtr zdůrazňující strukturu horniny. V levé části do vzdálenosti 160m převládají horizontální odrazy v hloubkách 50-100m. To by mohly být usazeniny. Ve vzdálenosti 160-480m je tato oblast více vyvrásněna. V levé spodní části radarogramu se objevuje patrně jiný typ horniny (šedá barva). Ze stran je tato oblast ostře ohraničena, uprostřed je patrná prohlubeň. Je zde velké množství vertikálních prasklin (odrazy ve tvaru X).



Filtr na zdůraznění vodivosti a permitivity. Modře vyšší hodnoty, v horních částech asi s převládajícím obsahem vody. Výrazný přechod je vidět mezi 80-160m v hloubce kolem 60m. Pod ním je oranžovočervená oblast, patrně velmi suchá s nízkou permitivitou - takto se chovají např. nepropustné jíly.

Oranžový výstupek pod značkou na 80m v hloubce 55m vzniká odvodněním horní modré oblasti, trhlinka zde vysušuje prostor v blízkém okolí a stahuje vodu do větších hloubek.

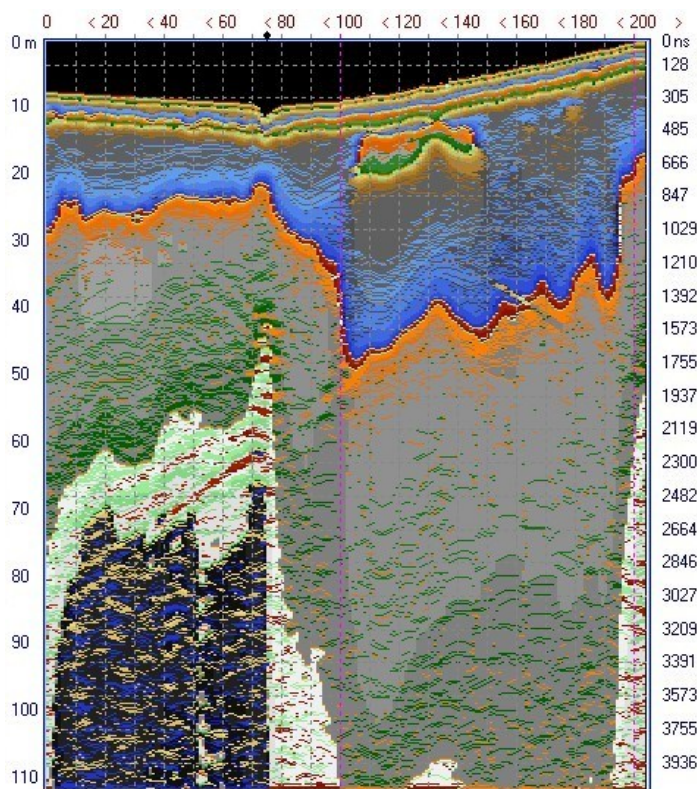
Ing. R. Tengler - RTG

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

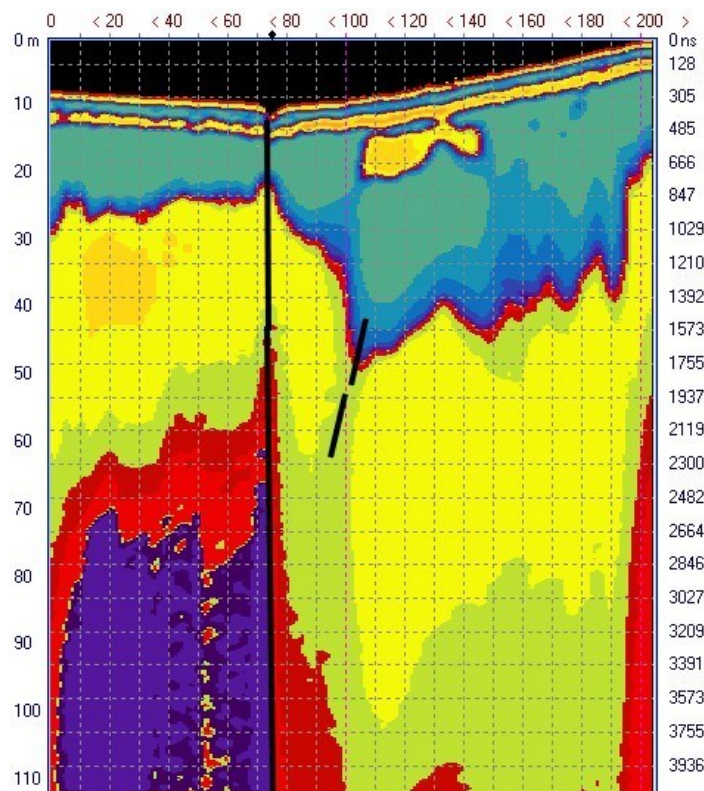
Profil 2



Měřen rovnoběžně s předchozím profilem.

V místě vodoteče na 75m délky je zde opět stejná smyková plocha. Další je na pravém okraji obrázku, směřuje tam odraz zleva z hloubky kolem 80m, na pravém okraji obrázku je také patrná ostře se zvedající bílá špičatá plocha. Profil se nedoměřil pro vzrostlé obilí.

V prostoru 110-150m je nahoře blok jiné horniny.



Obrysy jsou lépe patrné při použití nf filtru. Černě je označena smyková plocha a naznačena možnost další na vzdálenosti 100m a hloubce 50m.

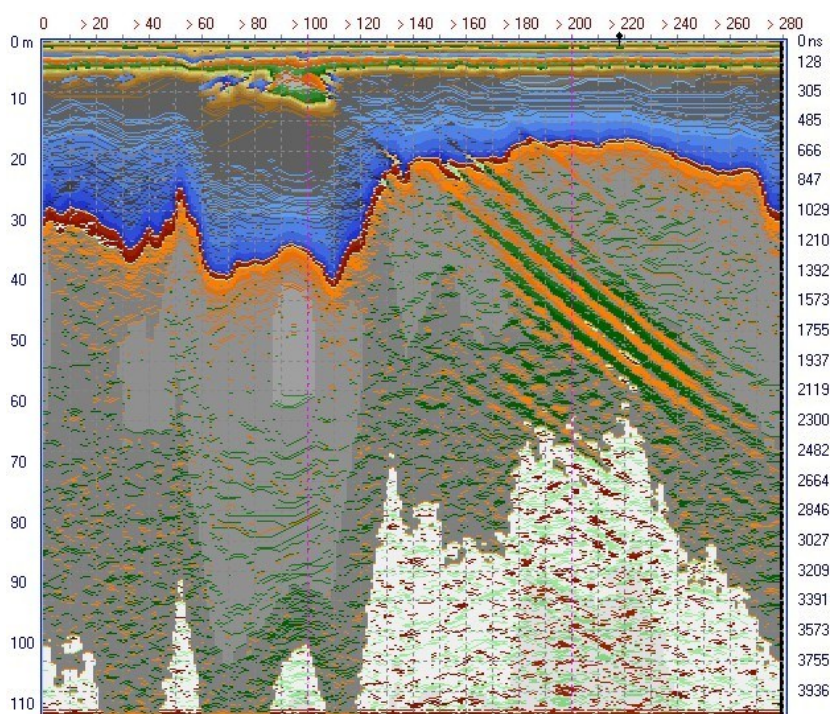
Ing. R. Tengler - RTG

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

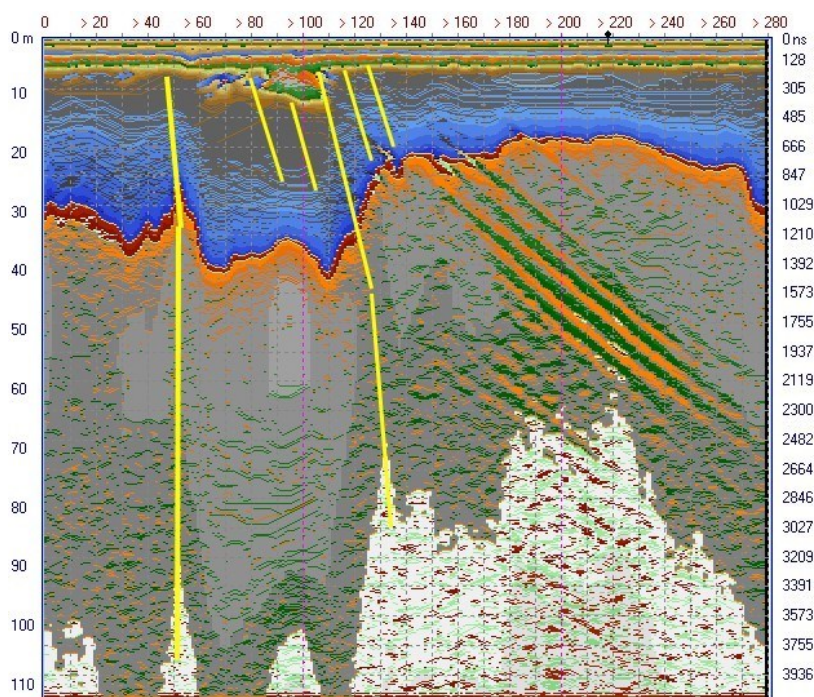
Profil 3



Začátek profilu je 7m od asfaltového okraje cesty. Profil vede zprvu po cestě a za posledním stromem je veden po okraji vodoteče, po jejím levém břehu.

Černý bod na 220m je místo křížení s profilem 2.

Série oranžových šikmých odrazů signalizuje řadu trhlin, mírně nakloněných, jdoucích od povrchu doprava dolů. Z levé strany je proto antény nezachytily.



Dvě výraznější trhliny jdou až do hloubky 100m. Z průběhu tohoto profilu můžeme soudit, že plocha pod vodotečí z profilu 1, oddělující dva bloky horniny, bude mít minimální šířku (řádově decimetry) a nepůjde o širší trhlinu, vyplněnou nějakými sedimenty.

Viz radarogramy z Kdanic v příloze.

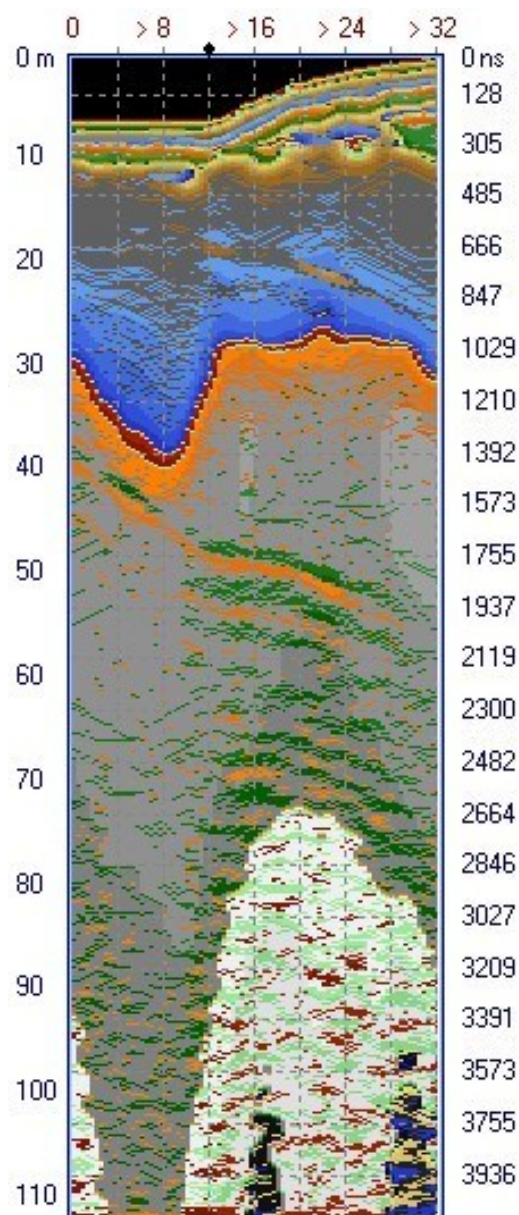
Ing. R. Tengler - RTG

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

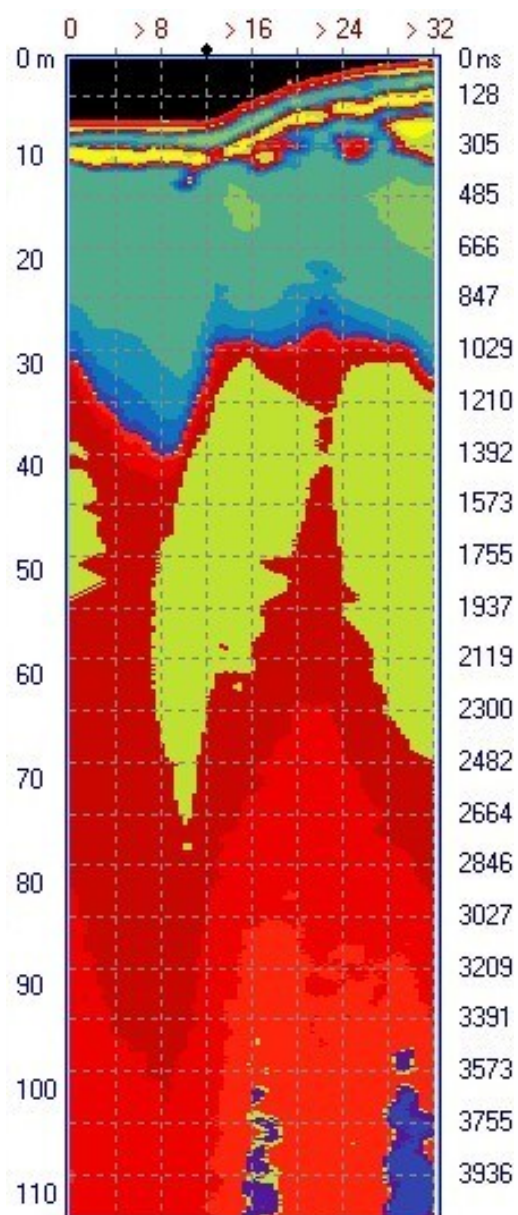
Telefon: 315 624 739
Mobil: 603 261 914
E-mail: rtg@rtg-tengler.cz

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

Profil 4



Profil na přechodu roviny a rychle se zvedajícího návrší. Pokus zachytit složení horních vrstev pod návrším. Je tam určitý náznak toho, že návrší by mohlo být z jiného typu horniny než podloží pod ním. Profil je ale krátký na spolehlivější vyhodnocení. Je potřeba použít antény s kratší vlnovou délkou pro lepší rozlišení horních vrstev a delší profil pro porovnání změn ve vrstvách.



Stejný profil při použití nf filtru lépe zviditelní další vertikální trhlinu ve středu obrázku mezi žlutými oblastmi.

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

Na radarogramech jsou velmi dobře rozeznatelné přechody s odlišnými vlastnostmi hornin, nejhlubší zaregistrovaná rozhraní jsou až do hloubek 220m. Hranice smykových ploch jsou patrné až do hloubek 100m. Vzdušné odrazy se v radarogramech nevyskytují, georadar tedy spolehlivě zaznamenal pouze odrazy z podloží. V blízkosti se nevyskytují žádná kovová liniová vedení, která by se mohla promítnout do výsledků měření.

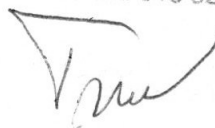
Na profilu 1 je vidět několik bloků horniny, oddělené smykovými plochami, vzdálenými od sebe kolem 80m. Nejde zde tedy o trhliny mezi bloky, které by mohly být vyplněny jiným materiálem působením např. vody. Takové výplně by byly zaregistrovány na profilu 3, který byl veden souběžně v těsné blízkosti vodoteče, pod kterou je jedna z výrazných smykových ploch. Pro porovnání příklad takové vyplněné trhliny od Kdanic u Sobotky je v příloze.

Výraznější odraz, který by charakterizoval ve větších hloubkách přechod na jiný typ horniny je na profilu č. 1A v hloubce 150m. Řada vertikálních prasklin by mohla charakterizovat např. čedič. Nad ním je materiál s řadou horizontálních odrazů a s nízkým obsahem vody (usazeniny, nepropustné jíly). Jistotu v určení horniny nám dá ale pouze vrt. Georadar není schopen určit typ horniny.

Měření u Hnojnic bylo pouze orientační, jako příklad pro ověření hloubkového dosahu georadaru a nekladlo si za cíl podrobné proměření lokality. Pro lepší rozlišení horních vrstev bychom mohli použít antény s kratší vlnovou délkou.

V Mělníce dne 30.9.2012

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

Fotodokumentace Hnojnice:



Profil 1



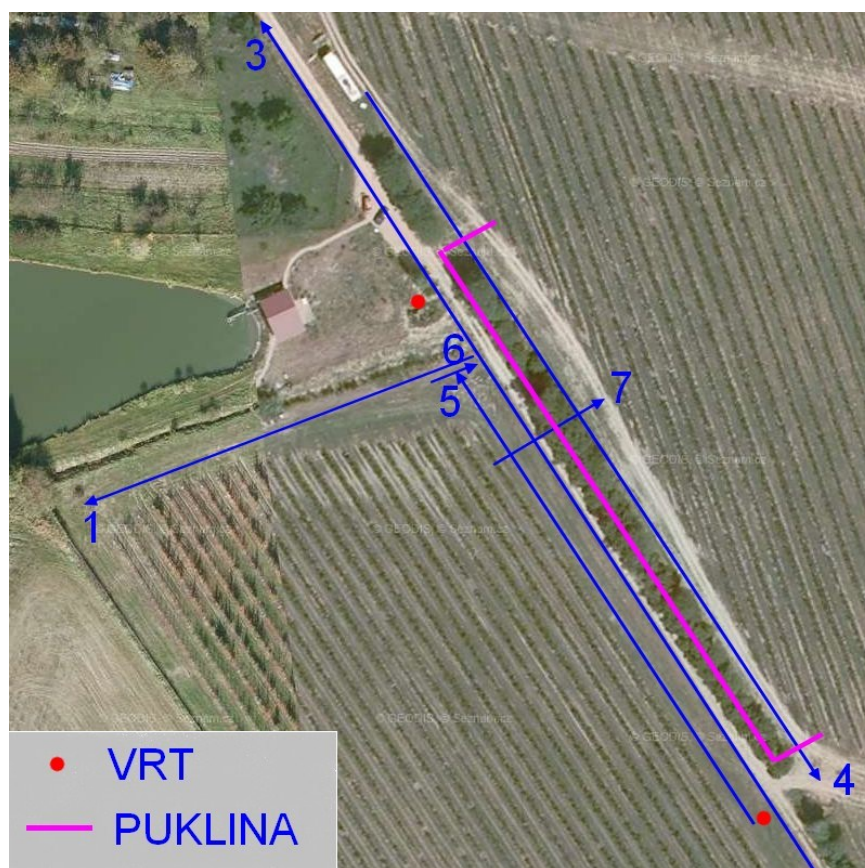
Profil 2



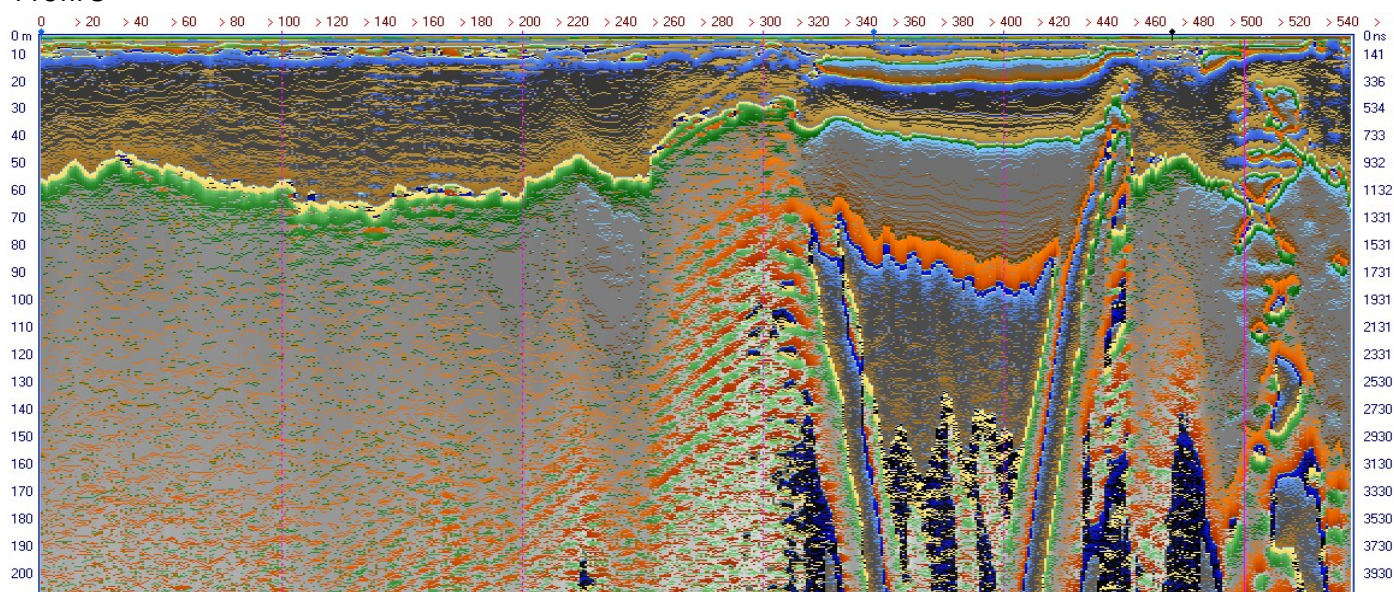
Profil 3



Příloha 1, Kdanice.



Profil 3



Trhlina je v úseku 300-400m, v okrajích se pak odklání od směru profilu. Na povrchu je v této délce suchá prohlubeň o šířce 2m, hloubka do 1m.

Ing. R. Tengler - RTG

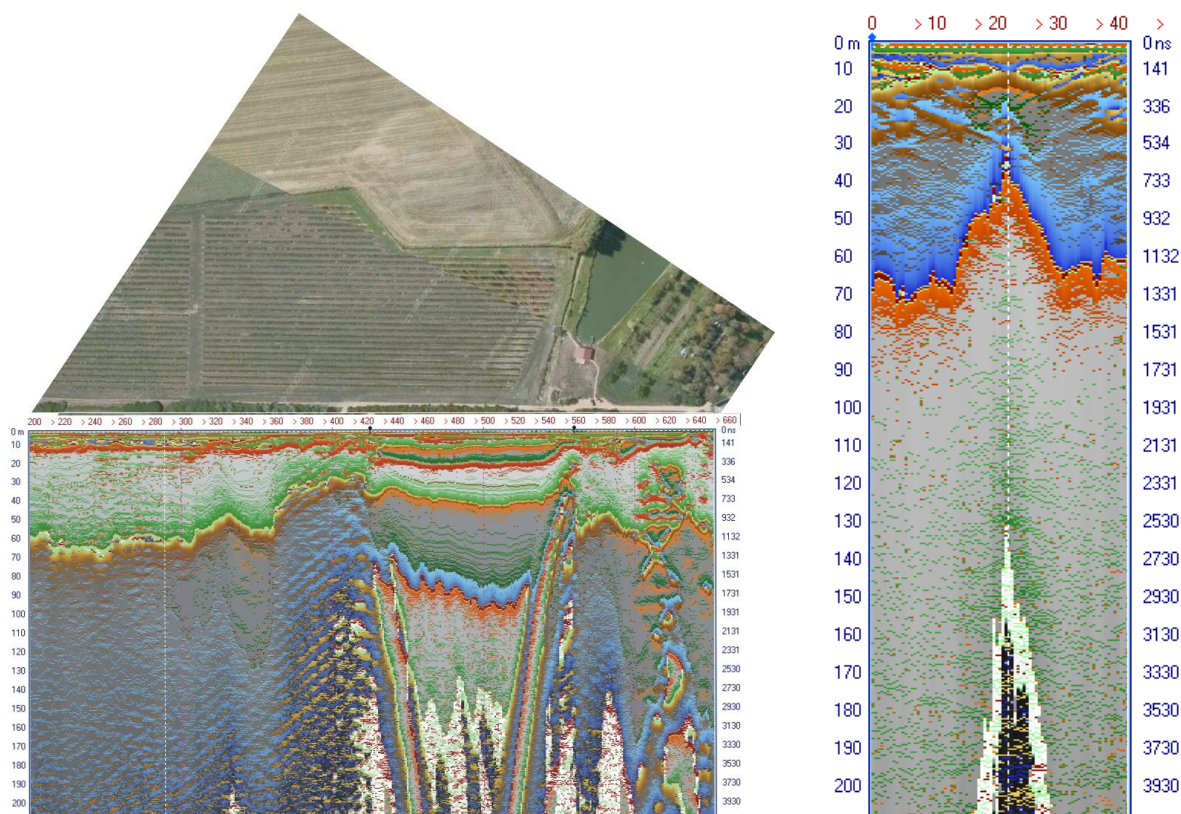
Českokobratrská 357
276 01 Mělník
www.georadar.rtg-tengler.cz

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

IČ: 10239871
DIČ: 5603031654

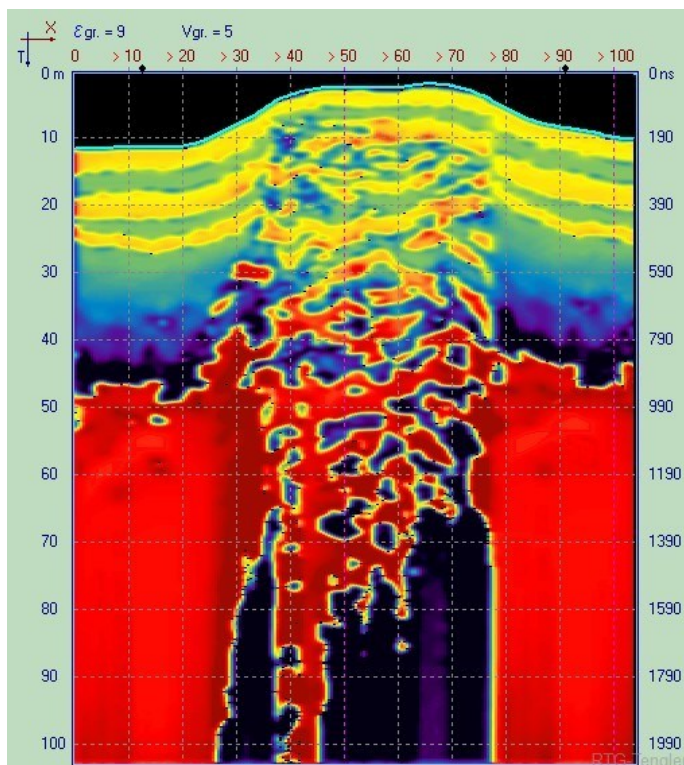
Příloha 2.

Profil 3, vsazený do místa měření.



Profil kolmý na profil 3 na 500m. Oranžová „špička“ v hloubce 40-70m je způsobena snížením vodivosti v blízkém okolí trhliny.

Použité antény 25MHz.



Průnik magmatu trhlinou ve vápencích.

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