

OCHOZ
Plošina Skalka
Závrt u borovice (jeskyně č. 1410B)
georadarové měření

Zadavatel:

ZO ČSS 6-26 Speleohistorický klub Brno
p. David Dunovský
Kollárova 31
66451 Šlapanice

Dodavatel - zpracovatel:



KOLEJ CONSULT & servis spol.s r.o.
středisko geofyziky 2000
Ing. Ladislav Minář, CSc.
Křenová 35
602 00 Brno
tel-fax: 543 254 144
IČO: 2530 1110
minar@kcas.cz; hruska@kcas.cz



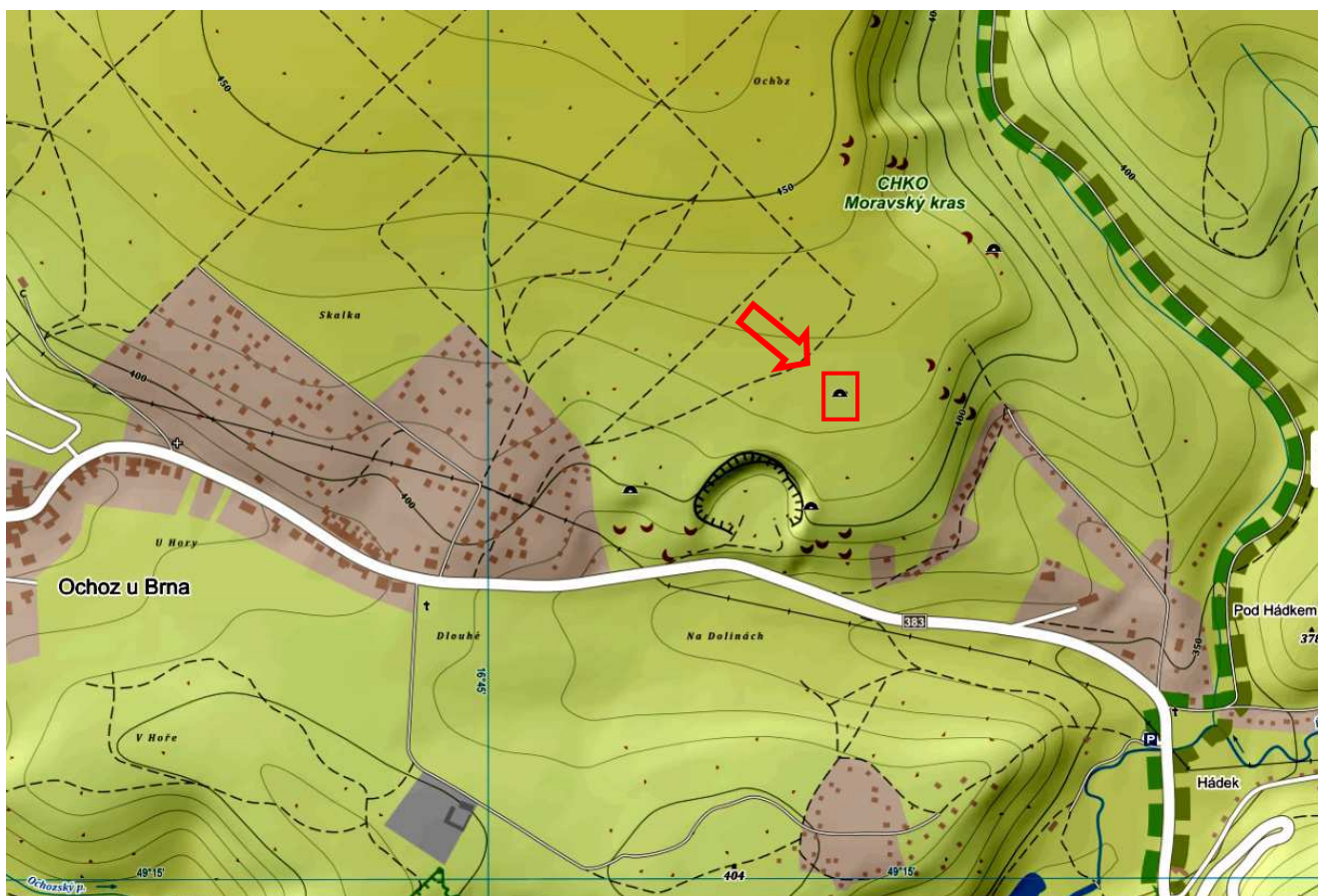
ROZDĚLOVNÍK

počet stran textu 6
počet obrázků 5

SEZNAM OBRÁZKŮ

	Měřítko
1. Plán georadarových profilů	1 : 200
2a, b, c, d. Plány rozložení intenzity georadarového signálu	1 : 500
3a, b. Řezy rozložení intenzity georadarového signálu ve směru osy X	1 : 500
4a, b. Řezy rozložení intenzity georadarového signálu ve směru osy Y	1 : 500
5. 3D pohledy na rozložení intenzity georadarového signálu	

SITUACE LOKALITY



1. ÚVOD

Na základě požadavku ZO ČSS 6-26 Speleohistorický klub Brno bylo v bezprostředním okolí vstupní šachty do jeskyně č. 1410B (Závrt u borovice) na plošině Skalka u Ochozu (viz situace lokality) provedeno georadarové měření s úkolem lokalizovat podzemní dutiny a případně zjistit jejich možné pokračování do hloubky.

Při měření georadarem je v trase měřeného profilu situován přijímač a vysílač signálu (širokospektrálních elektromagnetických pulsů). Jejich vzdálenost a krok měření po profilu závisí na povaze řešeného úkolu (očekávaná hloubka hledaných těles, jejich rozměr apod.). Vysílaný signál přijatý po odrazu od rozhraní uvnitř zkoumaného objektu v zemi je aparaturou dále zpracováván a na obrazovce připojeného záznamového zařízení se postupně vykreslí jako georadarový řez po profilu.

Výsledné profily poskytují obraz o rozložení objektů v hloubkovém řezu a o jejich vzájemných vztazích (výše a níže uložené objekty, sledování polohy vrstev a rozhraní atd.). Hodnota rychlosti šíření signálu v horninovém prostředí, kterou je nutno zjistit pro převod časových radarových řezů na hloubkové, se získá přímým měřením na lokalitě. Hloubkový dosah georadaru je obecně několik metrů až desítek metrů, v závislosti na vlastnostech daného prostředí.

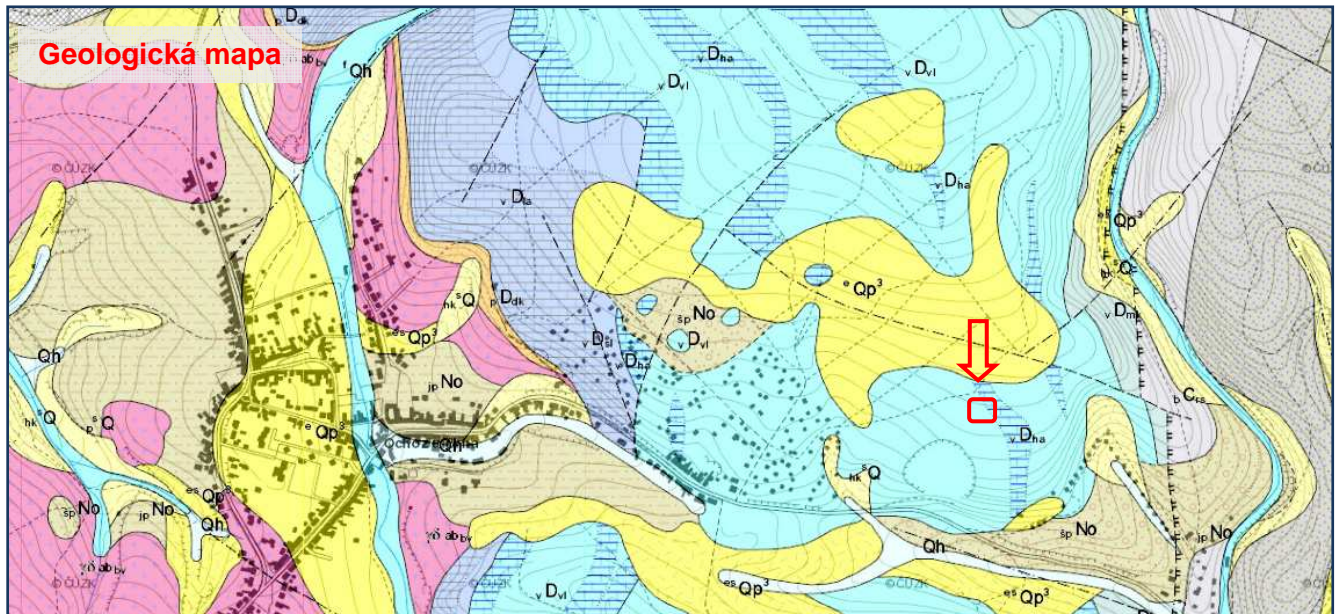
Geofyzikální měření bylo provedeno georadarovým systémem pulseEKKO PRO kanadské firmy Sensors & Software s použitím antén s centrální frekvencí 50 a 100 MHz, což poskytlo hloubkový dosah kolem 80, respektive 30 m, dostatečný pro daný úkol, a zároveň i dostatečné prostorové rozlišení. Měření bylo uskutečněno v okolí vstupu do jeskyně na ploše 39 x 25 m (50 MHz), respektive 26 x 16 m (100 MHz) vymezené zadavatelem v síti profilů 2 x 2 m (viz *obr. 1* - plán georadarových profilů). Krok měření byl na všech profilech 0,5 m. Celkem bylo proměřeno 1 453 m georadarových profilů.

Měření bylo uskutečněno 10. října 2015.



*Georadarové měření
na lokalitě*

2. GEOLOGICKÁ SITUACE



Legenda ke geologické mapě

nk ^s Q	svahové hlinitokamenité až kamennohlinité sedimenty	n ^s Qh	sedimenty vodních nádrží, vodní plochy
e ^s Qp ³	spraše a sprašové hlíny	p ^s Q	svahové písčitohlinité až hlinitopísčité sedimenty
gd ^{ab} bv	drobně až středně zrnitý biotit-amfibolický až amfibol-biotitický granodiorit	b ^s C _{rs}	střídání prachovitých břidlic a jemně zrnitých drob
ik ^{mr}	petromiktiní slepence s drobovou základní hmotou	v ^s D _{vi}	světle šedé mikrito-biolitové a biodetrítické vápence
sp ^{no}	střídání jílu, písků, podřadně štěrků	v ^s D _{si}	světle šedé biolito-mikritové vápence
v ^s D _{mk}	světle šedé mikrito-peletové a biodetrítické vápence	v ^s D _{ia}	tmavě šedé biomikritové a mikritové vápence
v ^s C _{my}	středně až hrubě zrnité, slídnaté drob s občasnými polohami prachovitých břidlic	b ^s C _{or}	pestitě zbarvené břidlice, prachovce s občasnými polohami vápenců a rohovců
es ^s Qp ³	sprašové hlíny s příměsí svahovin	—	zlom ověřený
Qh	splachové písčitohlinité sedimenty	—	zlom předpokládaný
ik ^s D _{ak}	bazální klastické sedimenty, křemenné, místy oligomiktiní slepence	—	zlom zakrytý
v ^s D _{ha}	tmavě šedé mikrito-biodetrítické a mikrito-intraklastové vápence	—	násun I. řádu zakrytý
sp ^{no}	petromiktiní štěrky a písky	—	násun II. řádu ověřený
p ^s D _{ak}	křemenné, arkózoité pískovce arkózy, místy s polohami jílovců a prachovců	—	přikrovovalie linie I. řádu předpokládaná
f ^s Qh	fluviální hlinitopísčité sedimenty, místy štěrkovité	—	přikrovovalie linie I. řádu zakrytá
a ^s Q	antropogenní uloženiny nerozšířené		

Zájmová oblast se nachází v jižní části Moravského krasu, budované devonskými vápenci. Ty jsou z východu ohraničeny násunem kulmských drob, prachovců a břidlic Dražanské vrchoviny, na západě nasedají na devonská bazální klastika a granodiority brněnského masívu. Pokryvnými útvary v okolí jsou hlinitokamenité deluviální sedimenty malé mocnosti, místy se vyskytují spraše a sprašové hlíny a denudační zbytky neogenních jílu a štěrků. Horninový masív je porušen radiálními zlomy a příkrovovými plochami několika řádů. Jeskyně pravděpodobně vznikla na styku vilémovických a lažáneckých vápenců nebo v jeho blízkosti.



3. VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Výsledky georadarového měření byly zpracovány s použitím software EKKO TOOLS 4.23 (Sensors & Software, Kanada) pro získání základních parametrů, EKKO PROJECT 2.1 (Sensors & Software, Kanada) pro 3D vyhodnocení dat a Voxler 3.3 (Golden Software, USA) pro jejich vizualizaci. Po zavedení rychlosti šíření signálu v horninovém prostředí (zjištěné měřením CMP/WARR na místě, její hodnota je $V_{ef} = 0,090$ m/ns) bylo možno data zpracovat, vizualizovat a vyhodnotit. Tento proces byl zaměřen na lokalizaci možných krasových struktur, a to jak již známých, tak i případných jejich pokračování. Ty se v georadarovém signálu projeví jako maxima intenzity; jejich hodnota ovšem může být velmi proměnlivá v závislosti na hloubce, orientaci, rozměru a tvaru struktury a charakteru její výplně. Nejvýrazněji se projeví volné dutiny horizontálního průběhu s víceméně plochým nebo klenutým stropem s dostatečnou plochou pro odraz signálu, naproti tomu úzké strmé pukliny může být obtížné nebo i nemožné zachytit pro nepatrnou odraznou plochu. Komplikací dále mohou být šikmé odrazy, které mohou mít za následek posunutí dané struktury mimo její skutečnou pozici. Dále je nutno mít v patrnosti, že georadarová odezva je proti skutečné struktuře vždy širší a neostrá, což je dané fyzikální podstatou metody.

Při zpracování dat proto bylo použito více kombinací vstupních parametrů a následně vzniklo několik výsledných variant obrázků. Data z měření oběma frekvencemi byla zpracovávána společně.

Základním výstupem je série horizontálních řezů - plánů rozložení intenzity georadarového signálu v horizontálních úrovních (obr. 2a - d).

Po sérii testů různých kombinací parametrů byl jako základní zvolen interval horizontálních řezů po 2 m a následná sumace signálu vždy mezi dvojicí těchto úrovní, tedy v „deskách“ mocných 2 m. Parametry zpracování dat byly nastaveny na podrobnější rozlišení a hloubku do 40 m.

Výstupy jsou zobrazeny na obr. 2a. Je z nich zřejmé, že v proměřeném prostoru lze kromě známých prostor v různých hloubkových úrovních očekávat i výskyt dalších - nejvíce zřejmě v hloubkovém intervalu mezi 20 a 28 metry. Tyto indikace mohou souviset se známou částí jeskyně, patrně se však nebudou svými rozměry ani charakterem od nich příliš odlišovat. Směrem do větší hloubky intenzita georadarové odezvy rychle slábne a nenasvědčuje přítomnosti významnějších prostor, spíše jen strmých puklin.

Měření naznačilo existenci krasových struktur i v mělkých úrovních, především v jižní části proměřené plochy. Ty nejspíše se Závrtem u borovice nesouvisí, ale byly měřením zachyceny jen částečně a mohou pokračovat mimo proměřenou plochu. Vzhledem k malé hloubce jejich stropu (cca 4 m) je ovšem pravděpodobné, že jsou v této části zařícené a zasedimentované (zbytek jeskynního systému mělké úrovně?) a pro praktický průzkum nezajímavé. Otázkou ovšem je, co by mohlo být zjištěno průzkumem dále k jihu nebo k jihovýchodu, pokud by se ukázalo, že tyto struktury mohou pokračovat do hloubky.

V další fázi byly zpracovány obdobné „desky“, ale s větším odstupem horizontálních rovin (5 - 7 m - vycházely z úrovní použitých v novém plánu jeskyně); výsledek je zobrazen na obr. 2b. Zde jsou v horní řadě použity parametry zpracování obdobné jako v předchozím případě, v dolní řadě pak jsou parametry vhodnější pro větší hloubku, což má ale za následek horší prostorové rozlišení.

Toto zpracování ukázalo, že projevy zkrasování jsou nejvýraznější v hloubkovém rozmezí 22 - 27 m, ale s poměrně výrazným pokračováním v hloubkách 16 - 22 m a 27 - 33 m. Zde tedy lze nejspíše očekávat další prolonační možnosti. Pod hloubkovou úrovní 33 m se v tomto zobrazení objevují jen puklinové struktury, některé ovšem poměrně výrazné. Po nich zřejmě probíhá odvodňování do hloubky.



To bylo dále sledováno v horizontálních řezech po 5 m v rozmezí 40 - 80 m (*obr. 2c*). V nich se skutečně ukázalo několik puklinových struktur viditelných až do hloubky kolem 80 m. Jsou zde i náznaky místních rozšíření na těchto puklinách, nicméně neukazují na přítomnost větších prostor nebo horizontálních struktur.

Poslední sérií horizontálních řezů je sumace signálu do „desek“ po 10 m (*obr. 2d*), ukazující nejvýraznější zkrasovění v hloubce 20 - 30 m, s dalšími praktickými perspektivami do hloubky 40 m. Hluběji pokračují puklinové systémy, které dávají ještě jistou naději na průlezné prostory pod současnou jeskyní i do větší hloubky. Ani v tomto zpracování se ale v hlubokých úrovních neprojevují větší nebo horizontální struktury.

V dalším zpracování byly vytvořeny svislé „desky“ se vzdáleností řezů po 5 m ve směru obou os (osa X je směr kratší strany proměřené plochy, osa Y směr delší strany). Výsledky jsou zobrazeny na *obr. 3 - 4*, vždy se zpracováním pro podrobnější rozlišení v menší hloubce (*obr. 3a a 4a*) a hlubší dosah s horším rozlišením (*obr. 3b a 4b*). V horní části každého obrázku je v plánu jeskyně žlutým pásem zvýrazněna poloha každého řezu. Pro řezy ve směru osy X (*obr. 3a - b*) je pohled od jihu, pro řezy ve směru osy Y (*obr. 4a - b*) od východu.

Tyto svislé řezy potvrzují skutečnosti analyzované v sérii horizontálních řezů - existenci nejvýraznějšího zkrasovění v hloubce cca 16 - 35 m, které pak do hloubky pokračuje jako puklinové systémy a postupně slábne, aniž by přešlo do horizontálních nebo větších struktur.

Pro názornost jsou přiloženy ještě axinometrické 3D pohledy na rozložení intenzity georadarového signálu (*obr. 5*), varianta A (vlevo) s podrobnějším rozlišením v menší hloubce, varianta B (vpravo) s hlubším dosahem a horším prostorovým rozlišením.

Z výsledků provedeného georadarového průzkumu vyplývá, že v jeskynním systému Závrtu u borovice existují další prolongační možnosti především v jeho hlubších úrovních. Ty se jeví hlavně v jižní části systému, ale v určité míře jsou i v severní části. Jako možné se jeví významné rozšíření rozsahu systému a dosažení hloubky 35 - 40 m, možná i více. Výsledky měření nicméně neukázaly přítomnost významnějších krasových struktur nebo horizontálních prostor ve větší hloubce, kam směřují pouze puklinové systémy. Není sice vyloučené, že mohou být průlezné, nicméně v rámci proměřené plochy nebyly zastiženy projevy existence možného systému na úrovni erozní báze plošiny Skalka. Tento systém, pokud existuje, tedy pod proměřenou plochou neprochází. Není pravděpodobné, že by bylo možné jej prolongací Závrtu u borovice v rozmezí proměřené plochy dosáhnout. To ovšem nevylučuje takovou možnost někde mimo proměřenou plochu, pokud by tam systém jeskyně pokračoval - výsledky měření naznačují, že to je možné.

Brno, 18. ledna 2016



Ing. Jiří Hruška