

NÁVRH VYMEZENÍ OTTNANGSKÝCH ŠTĚRKŮ V LOKALITĚ OBORA-JUNÁCKÁ LOUKA (ÚDOLÍ SVRATKY, SEVEROZÁPADNĚ OD BRNA) NA ZÁKLADĚ GEOFYZIKÁLNÍHO MĚŘENÍ

A proposal on limitation of Ottnangian sediments at the locality Obora-Junácká louka (the Svatka River Valley, NW from Brno) based on geophysical research

František Kuda¹, František Hubatka², Lucie Peterková¹

¹ Geografický ústav PFF MU Brno, Kotlářská 2, 611 37 Brno; e-mail: 328858@mail.muni.cz

² KOLEJ CONSULT & Servis spol. s r.o., Křenová 131/35, 602 00 Brno; e-mail: hubatka@kcas.cz

(24–32 Brno)

Key words: the Svatka River, tectonic depression, Ottnang sediments, ground penetrating radar, vertical electrical sounding

Abstract

The paper deals with geophysical research in the middle Svatka river valley, Junácká louka-Obora site near the Brno dam. The longtime investigations cover development phases of the Svatka river. This part is focused on spatial limitation of a tectonically conditioned depression with Ottnangian sediments. We used ground penetrating radar and vertical electrical sounding for survey, advanced GPR processing and analysis in geographic information system.

Úvod

V letech 2006–2009 bylo provedeno geofyzikální měření na lokalitě Obora a Junácká louka u Brněnské přehrady. Dílčími cíly měření bylo prostorové vymezení sedimentárních poloh a vytvoření 3D modelu povrchu krystalinika s důrazem na průběh sedimentárních depresí za účelem studia tektonických pohybů v lokalitě.

Zájmové území se nachází v oblasti střední Svatky. Dle geomorfologického členění Demka a kol. (1987) se nachází v oblasti Bobravské vrchoviny, konkrétně v oblasti Lipovské vrchoviny. Jedná se o průlomové údolí Svatky mezi Veverskou Bítýškou a Brnem. Průlomové údolí Svatky v zájmovém úseku je podle Krejčího (1964) antecedentního původu a vyvinulo se na dislokacích a tektonických poruchách, což dokazuje tím, že se údolí lomí v krátké pravouhlé úseky a neprobíhá napříč Bobravskou vrchovinou přímočaře. Označuje toto údolí jako zlomové. Údolí Svatky je v tomto úseku poměrně ostře zaříznuto do okolního reliéfu, který je tvořen z největší části granitovými horninami brněnského masivu.

V širším kontextu zde můžeme pozorovat výrazné morfologické projevy tektonického ovlivnění – například v oblasti hradu Veveří a v úseku mezi autokempem Obora a přístavištěm Rokle má údolí pravidelný pravouhlý průběh. Je také pravděpodobné, že i některé přítoky Svatky využívají starých, morfologicky se projevujících tektonických poruch, což je patrné např. v oblasti autokempu Obora, kdy jednotlivé přítoky Svatky mají shodný směr s hlavním tokem Svatky a to S–J. Na tuto skutečnost ukázal také Krejčí (1964).

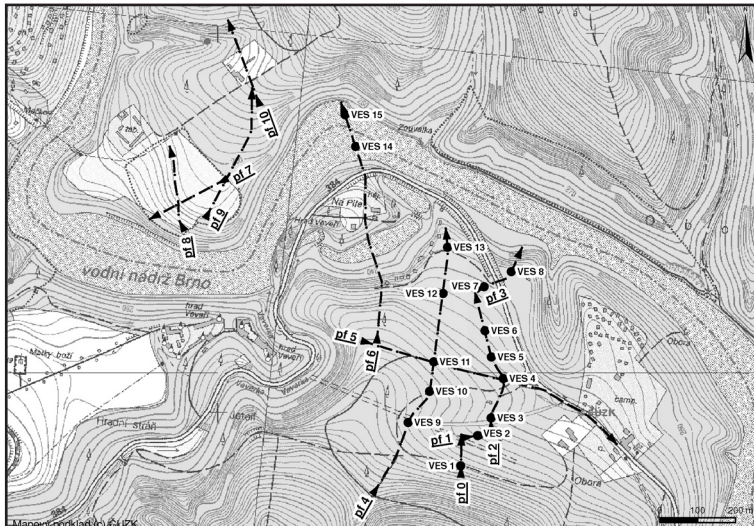
Na svazích zatopeného údolí Svatky se nachází poměrně velké množství plošin, z nichž některé můžeme označit jako říční terasy. Jednou z těchto plošin je také lokalita Obora. Lokalita Obora se nachází sz. od Brna, na pravém svahu zatopeného údolí Svatky, v blízkosti

autokempu Obora. Jedná se o mírně ukloněnou (sklon 2° až 5°) plošinu sklánějící se směrem k zatopenému údolí Svatky, jejíž plochý reliéf je v kontrastu s poměrně výrazně rozčleněným okolním reliéfem. Na jejím povrchu leží zbytky štěrkopísků, jejichž valouny jsou až 10 cm velké. Říkovský (1932) považuje tuto plošinu za zbytek říční terasy, která se nachází v nadmořské výšce 255 m, tj. 40 m nad údolním dnem. Krejčí (1964) ji naopak označil za plošinu tektonického původu. Plošina nepřechází do okolního reliéfu kontinuálně, ale je oddělena poměrně ostře vystupujícím svahem s výrazně větším sklonem, který z morfologického hlediska na povrchu vykazuje známky tektonicky podmíněného svahu vyvinutého podél zlomové linie. V rámci předchozích výzkumů se určilo stáří sedimentární výplně v oblasti Obora podle studie těžkých minerálů materiálu z vrtné studny jako ottnang (Peterková a kol. 2008). Uvedený závěr podporuje zjištění Čtyroké a kol. (1999) nebo Nehyby a kol. (2006) popisující deprese vyplněné shodným materiálem v širším okolí.

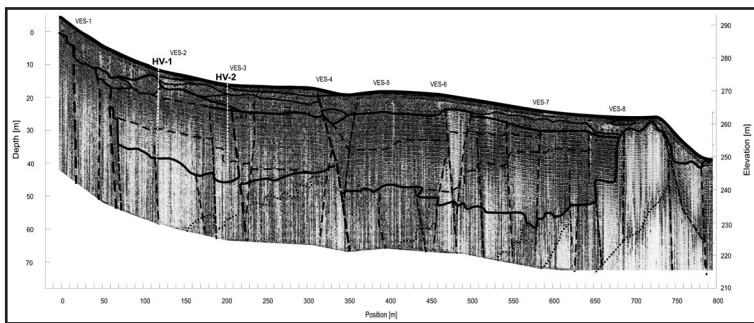
Geofyzikální měření

Geofyzikální měření bylo realizováno metodami GEORADAR a VES (vertikální elektrické sondování). Po dobu výzkumu se realizovalo celkem 11 georadarových profilů (PF0–PF10) o souhrnné délce 4 006 m a 15 sondou VES (obr. 1).

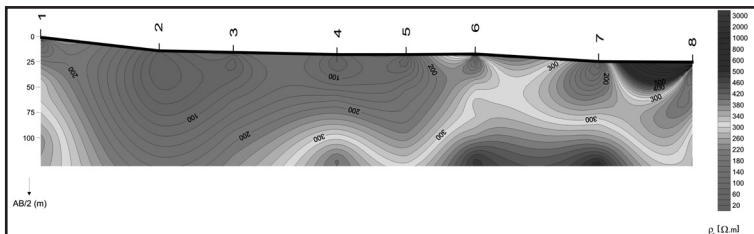
Georadarové měření bylo provedeno přístrojem kanadské výroby PulseEKKO PRO s frekvencí 50 MHz a časovým oknem 3 000 ns. Krok měření byl 1 m. Nadstavbové zpracování dat, které zahrnovalo různé druhy filtrace signálu, migraci a výpočet Hilbertových transformací (okamžité fáze), umožnilo získat hloubkové řezy v dobrém rozlišení, na kterých lze vymežit sedimentární struktury a to až do hloubek ca 30 m.



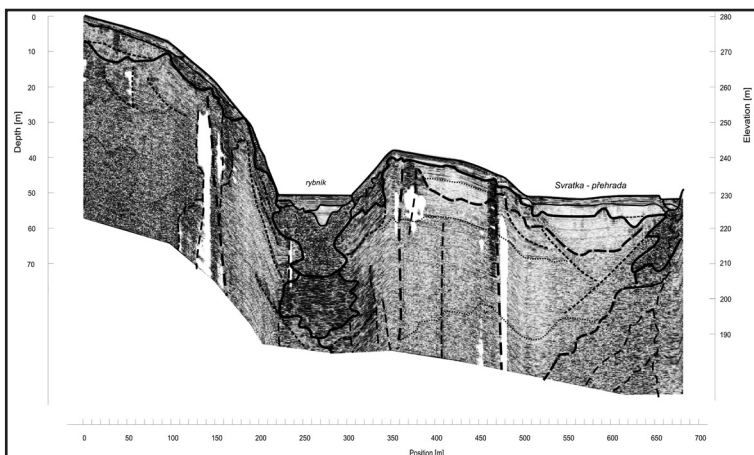
Obr. 1: Přehledová mapa průběhu georadarových profilů a pozice sond VES.
 Fig. 1: Localization of georadar survey line and vertical electrical sounding in the study area.



Obr. 2: Interpretace složeného georadarového záznamu z profilů PF0-3.
 Fig. 2: Interpretation of georadar profile PF0-3.



Obr. 3: Odporový řez dle sond VES 1-8.
 Fig. 3: Interpolation of vertical electrical sounding VES 1-8.



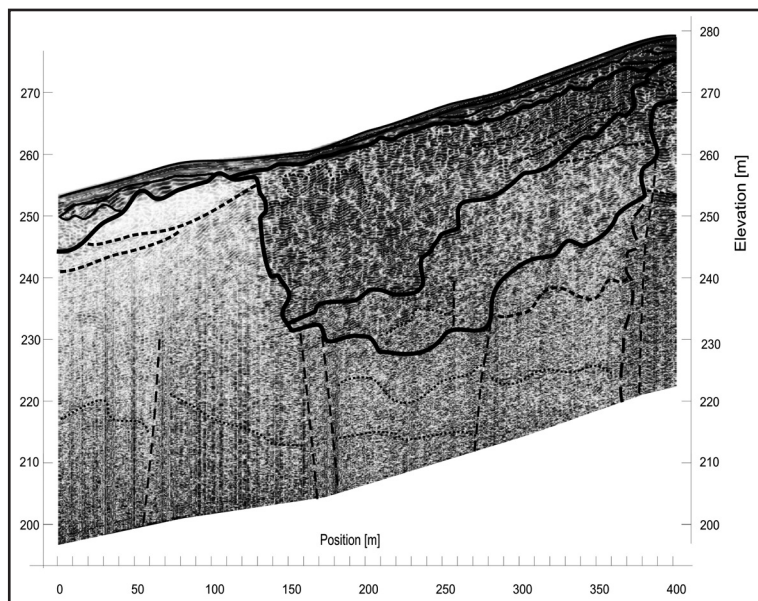
Obr. 4: Interpretace georadarového záznamu z profilu PF6 přes zamrzlý rybník a přehradu.
 Fig. 4: Interpretation of georadar profile PF6 across the frozen pond and the Brno dam.

Fosilní depozitní centrum je zachyceno na složeném profilu PF 0-3 (obr. 2), který vede ve směru J-S centrální části plošiny Obora. Jeho interpretace byla opřena o starší údaje vrtů HV1 a HV2 (Jahoda 1980) a sondy VES. V hloubkovém řezu jsou vymezeny kontury depresní struktury, jejíž výplň se oproti okolnímu krystaliniku vymezuje skupinou subparalelních a dynamicky výrazných reflexních rozhraní. Úbytek dynamiky signálu při bázi deprese je pravděpodobně způsoben přítomností většího množství vody v bazálních vrstvách šterků. Tuto skutečnost podporuje i odporový řez, který ukazuje snížení odporů na j. okraji profilu (obr. 3). Z georadarových záznamů jsou dále patrné četné projevy strukturně tektonických indikací.

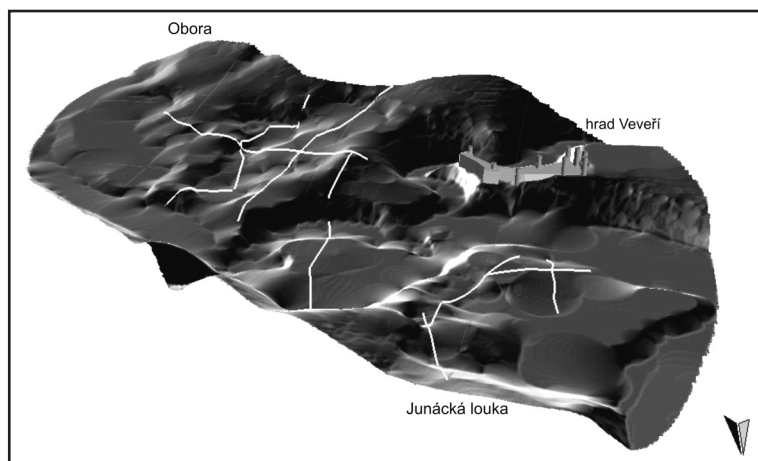
Metoda VES byla realizována přístrojem RESISTAR a naměřené křivky byly interpretovány programem VES 1 (Geofyzika Brno). Kvalitativní interpretace křivek VES na profilu PF 0-3 nastiňuje odporově diferencované prostředí. V přírůvkové zóně na sondách 2-5 byly naměřeny nízké hodnoty pod 100 Ω.m, které zvláště na sondách 2 a 3 pokračují do větších hloubek. Na sondách 6-8 naopak měrný odpor dosahuje řádově stovek až tisíců Ω.m. Pro delší rozestupy proudových elektrod měrné odpory charakterizují změny ve skalním podloží a jeho kvalitě. Nejvýraznější jsou bloky měrných odporů 300-400 Ω.m na bodech VES 4-7. Zvlnění isolinií a pokles hodnot mezi sondami 4 a 5 může indikovat porušené podloží.

Kvantitativní interpretace dává skutečné měrné odpory (Ω.m) a mocnosti geoelektrických vrstev. Přírůvkové vrstvy svrchních horizontů pokryvu, tvořené svahovými hlinami s mocností do 8 m a proměnnými měrnými odpory v rozpětí 5-4 154 Ω.m. Nejnižší hodnoty mají jemnozrné, převážně jílovité sedimenty. S přibývajícím podílem zrnitých poloh a úlomků jejich měrný odpor roste. Zajímavá situace nastává u sondy 8, kde byly do hloubky 2 m interpretovány vysoké měrné odpory 1 090-4 154 Ω.m, ale pak do hloubky ca 6 m pokles na 46 Ω.m. Domníváme se, že jsme zde zachytili izolovaný blok skalního masivu zakleslý v sedimentech, zatímco hloubka podloží je v tomto místě až okolo 6 m.

Pod pokryvem leží vrstva písku s měrnými odpory 88-135 Ω.m. Jejich mocnost se mění mezi 5-17 m. Vyšší měrné odpory



Obr. 5: Interpretace georadarového záznamu z profilu PF9 na Junácké louce.
Fig. 5: Interpretation of georadar profile PF9 at the locality Junácká louka.



Obr. 6: Vizualizace 3D modelu báze sedimentárních prostorů lokality Junácká louka–Obora s vyznačením měřených georadarových profilů.
Fig. 6: 3D model of sedimentary base at the locality Junácká louka–Obora with georadar survey line.

(309–990 Ω.m) mají štěrky, které se vyskytují jak ve svrchních partiích, tak i v hlubších horizontech, na přechodu do skalního podloží.

Měrné odpory skalního podloží jsou vysoké (521–7 633 Ω.m). Určení geoelektrického rozhraní na přechodu ze štěrku do skalního podloží je velmi obtížné kvůli téměř shodným fyzikálním vlastnostem obou prostředí a stanovení věrohodného typu odporového modelu prostředí.

Profil PF 6 (obr. 4) probíhá ve směru J–S a byl odměřen v lednu 2009, kdy bylo využito velkých mrazů k realizaci měření na zamrzlé Svratce a přilehlém rybníku. Pod dnem rybníka a na levém břehu Svratky byly detekovány frekvenčně odlišné georadarové facie, které jsme vyhodnotili jako polohu štěrku nebo štěrkopísků s bází v hloubce ca 10 m. V prostoru rybníka byla dále v hloubce 10 až 20 m (pod štěrky) detekována další anomální poloha, pro kterou zatím nemáme vysvětlení. V prostoru vypuštěné přehrady

byly odměřeny dvě sondy VES, které zjistily pod vrstvou bahna polohu písků a mělce uložené skalní podloží v hloubce 6 až 7 m.

Profil PF 9 (obr. 5) byl odměřen s cílem zjistit stav horninového prostředí v prostoru lesa na s. straně Junácké louky. Probíhal ve směru JJZ–SSV v délce 400 m. Na profilu byla mezi metrážemi 130–370 detekována reflexně odlišná strukturní poloha, kterou zatím interpretujeme jako větší akumulaci písků s bází v hloubce 10 až 25 m. Pod touto georadarovou facií sledujeme další méně výrazné změny vlnového pole, u kterých nevíme, zda se jedná o projev zvětralého podloží, sutí nebo bazálních štěrků. Litologické zařazení této anomální polohy, včetně nadložního sedimentárního komplexu, je nutné do budoucna zpřesnit elektrickými měřeními, několika sondami VES.

Tvorba 3D modelu

V záznamech georadarových profilů bylo interpretováno geologické rozhraní odpovídající bázi starších sedimentárních prostorů. Na základě plošné korelace zjištěných údajů a expertních zkušeností byly vytvořeny izolinie depozitních center. Za účelem tvorby 3D modelu došlo při digitalizaci vymezených izolinií k jejich napojení na okolní terén určený vrstevnicemi z datové sady ZABAGED. Generování digitálního modelu reliéfu (DMR) a báze sedimentárních prostorů proběhla v prostředí softwaru ArcGIS 9.2 s využitím extenze Spatial Analyst pomocí interpolační metody Natural Neighbor. Při 3D vizualizaci modelu báze sedimentárních prostorů se zvýrazněním pomocí stínovaného reliéfu (obr. 6) vynikly hrany depresí a prostorové vztahy struktur v lokalitě. S využitím 3D modelu se počítá do dalších studií pro lepší pochopení tektonického vývoje lokality.

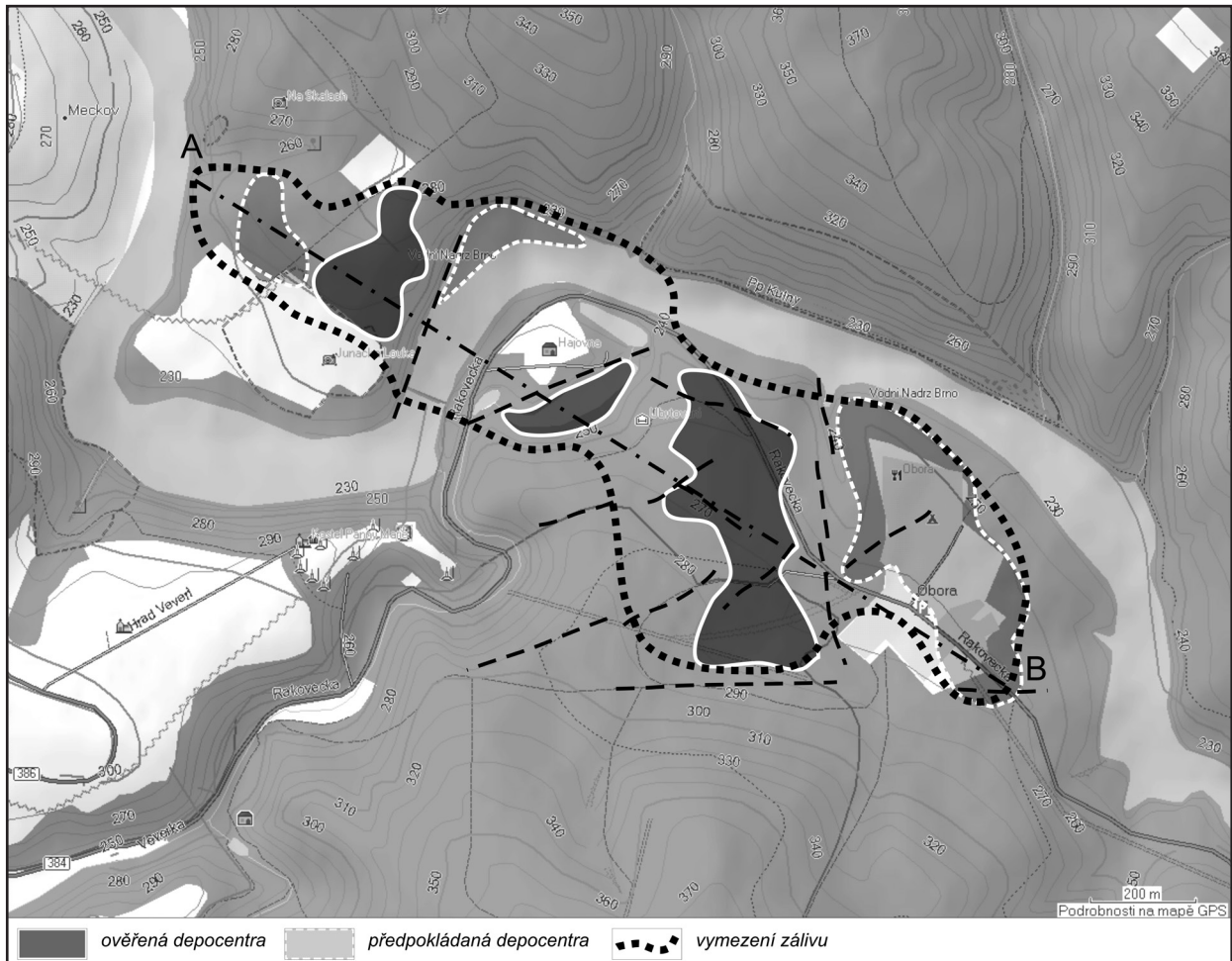
Vymezení sedimentárních depocenter

Podle získaných isolinií byly v mapě (obr. 7) ohrazeny nejhlubší části, které lze považovat za depozitní centra starší sedimentární formace. Zde se štěrky bu-

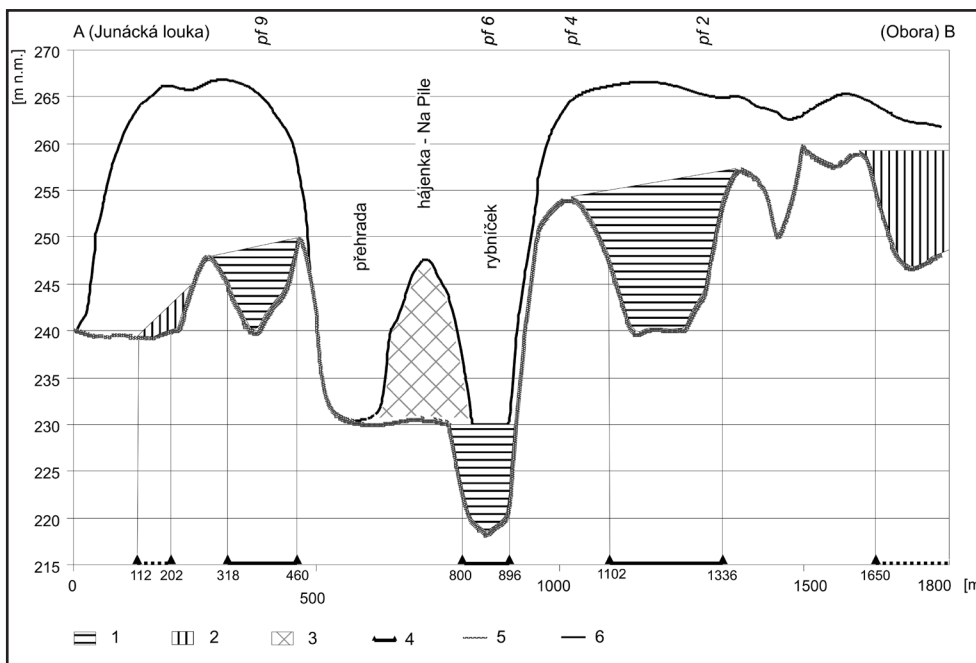
Pozice středu	rozloha [ha]	délka hlavní osy [m]	max. hloubka [m]
49°15'40,872"N; 16°27'43,464"E	3,3	292,2	26,1
49°15'32,700"N; 16°28'01,600"E	1,6	270,0	16,1
49°15'25,354"N; 16°28'17,309"E	9,2	600,5	

Tab. 1: Parametry zjištěných depozitních center vypsány od SZ (Junácké louky) k JV (Oboře).

Tab. 1: Parameters of localized sedimentary areas order from NW (Junácká louka) to SE (Obora).



Obr. 7: Vymezení zjištěných a předpokládaných depozitních center.
 Fig. 7: Position of localized and expected sedimentary areas.



Obr. 8: Výškový profil báze.
 Fig. 8: Profile graph of sedimentary base.

dou vyskytovat v největších mocnostech. Souhrnné parametry odvozené z DMR pro zjištěné struktury jsou uvedeny v tabulce (tab. 1). Hlavní a plošně nejrozsáhlejší reálně zjištěné epicentrum leží z. od Obory. Tato poměrně úzká depose je protáhlá ve směru SSZ-JJV. Další relikt štěrku byl detekován pod rybníčkem na j. okraji hájovny. Předpokládáme, že toto depocentrum bylo „zrušeno“ mladšími tektonickými pohyby krystalinika. Třetí detekovaná depose leží na v. straně Junácké louky. Z plošné korelace se dále naznačuje,

že se větší polohy štěrků mohou vyskytovat i na z. straně Junácké louky a pod kempem Obora. Tyto předpoklady je nutné ověřit dalším georadarovým měřením.

Hlavní osy zjištěných i předpokládaných depresí odpovídají převažujícímu s.–j. směru realizovaných georadarových profilů. Propojením detekovaných depresí získáváme úzkou strukturu orientovanou ve směru SZ–JV vyplněnou štěrky ottnangu. Tento prostor byl následně segmentován a deformován mladšími tektonickými pohyby, což je patrné z výškového profilu báze (obr. 8) s vyznačením fosilních depositních center. Deformaci dokládá tendence rostoucí výškové pozice depresí ve směru od Junácké louky k Oboře při shodné výškové úrovni současného terénu obou lokalit.

Závěr

V rámci geofyzikálního průzkumu v lokalitě Junácká louka-Obora byla zjištěna 3 fosilní depositní centra sedimentů vyplněná ottnangskými štěrky a stejný počet je ještě v oblasti předpokládán. Prostorové uspořádání depresí s 3D modelem naznačuje jejich spojení do úzké struktury orientované SZ–JV, která je podle georadarových záznamů deformována mladšími tektonickými pohyby.

Plošná korelace geofyzikálních dat, interaktivní tvorba výškových profilů na základě interpolovaného povrchu báze sedimentů srovnáním se současným DMR a 3D vizualizace podpořily teorii tektonického vývoje reliéfu v lokalitě Junácká louka-Obora, která je cílem našich dlouhodobých studií.

Práce je součástí grantového projektu GA ČR 205/06/1024 „Geomorfologie údolí střední Svatky – kvarterní vývoj a environmentální aspekty“.

Literatura

- Čtyřoká, J. – Petrová, P. – Vít, J. (1999): Revize a stratigrafické zařazení terciérních sedimentů v depresích severně od Brna. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 1998, 51–53. Brno.
- Demek, J., ed. (1987): Zeměpisný lexikon ČSR: Hory a nížiny. – Academia, Praha, 584 s.
- Jahoda, V. (1980): Zpráva o předběžném hydrogeologickém průzkumu pro zajištění zdroje podzemní vody pro podnikovou školu JmSL na Oboře. – Geotest, Brno, 21 str.
- Krejčí, J. (1964): Reliéf brněnského prostoru. – Folia PŕF UJEP, spis 4, sv. 5, 123 str.
- Nehyba, S. – Bubík, M. – Kirchner, K. – Petrová, P. – Vít, J. (2006): Fluviální sedimenty mezi Jinačovicemi a Kuřimí. – Geol. výzk. Mor. Slez. v r. 2005, 44–47. Brno.
- Peterková, L. – Kirchner, K. – Hubatka, F. – Nehyba, S. (2008): Geofyzikální výzkum v lokalitě Obora (SZ od Brna) a jeho aplikace na poznatky vývoje řeky Svatky mezi Veverskou Bítýškou a Brnem. – In Geomorphologia Slovaca et Bohemica, 55–62. Bratislava, SAV.
- Říkovský, F. (1932): Fluvialní terasy střední Svatky. – Spisy vydávané Přírodovědeckou fakultou Masarykovy university, č. 152, 22 str.