



GEOFYZIKÁLNÍ HYDROGEOLOGICKÝ VÝZKUM OKOLÍ LÁZNÍ SKALKA **GEOPHYSICAL HYDROGEOLOGICAL INVESTIGATION OF THE SKALKA SPA**

Zuzana Skácelová¹, Helena Gilíková², Pavla Tomanová Petrová², Jitka Novotná², Eva Kryštofová², Jiří Otava²

Abstrakt

V letech 2018–2019 byl pod vedením ČGS zahájen detailní geologický a geofyzikální výzkum na lokalitě Skalka u Prostějova. Cílem bylo ověřit průběh předpokládaných tektonických linií a zjistit geologickou stavbu podél zlomu Skalka včetně určení mocnosti neogenních sedimentů, které představují kolektor pro zdejší minerální vody. Jako nejvhodnější metody byly vybrány následující: reflexní seismika, gravimetrie, vertikální elektrické sondování a metoda elektrické odporové tomografie. Korelace těchto metod umožnila získat dobrou představu o složité geologické stavbě.

Abstract

In the years 2018–2019, detailed geological and geophysical research was started at the locality Skalka near Prostějov under the leadership of the Czech Geological Survey. The aim of research was to verify the position of the assumed tectonic lines and to determine the geological structure along the Skalka fault, including determination of the thickness of Neogene sediments. These represent a collector for the local mineral waters. Seismic reflection, gravity measurements, vertical electrical sounding and the method of electrical resistivity tomography were chosen as the most suitable methods. The correlation of these methods enables the identification of the complicated geological structure.

Klíčová slova

Geoelektrické metody, seismika, gravimetrie, kulmské sedimenty, karpatská předhlubeň, minerální voda

Keywords

Geoelectrical methods, Seismic, Gravimetry, Culmian, Carpathian Foredeep, Mineral Water

1 Úvod

V obci Skalka u Prostějova se nachází přírodní léčivé zdroje Svatopluk III a Cyril-Metoděj. Sulfanová minerální voda je stále využívaná v malých vesnických lázních. Přírodní léčivé zdroje Svatopluk III a Cyril-Metoděj představují hydrogeologické vrty, kterými je exploatována složitá hydrogeologická struktura neogenních písků na kontaktu Českého masivu a Západních Karpat.

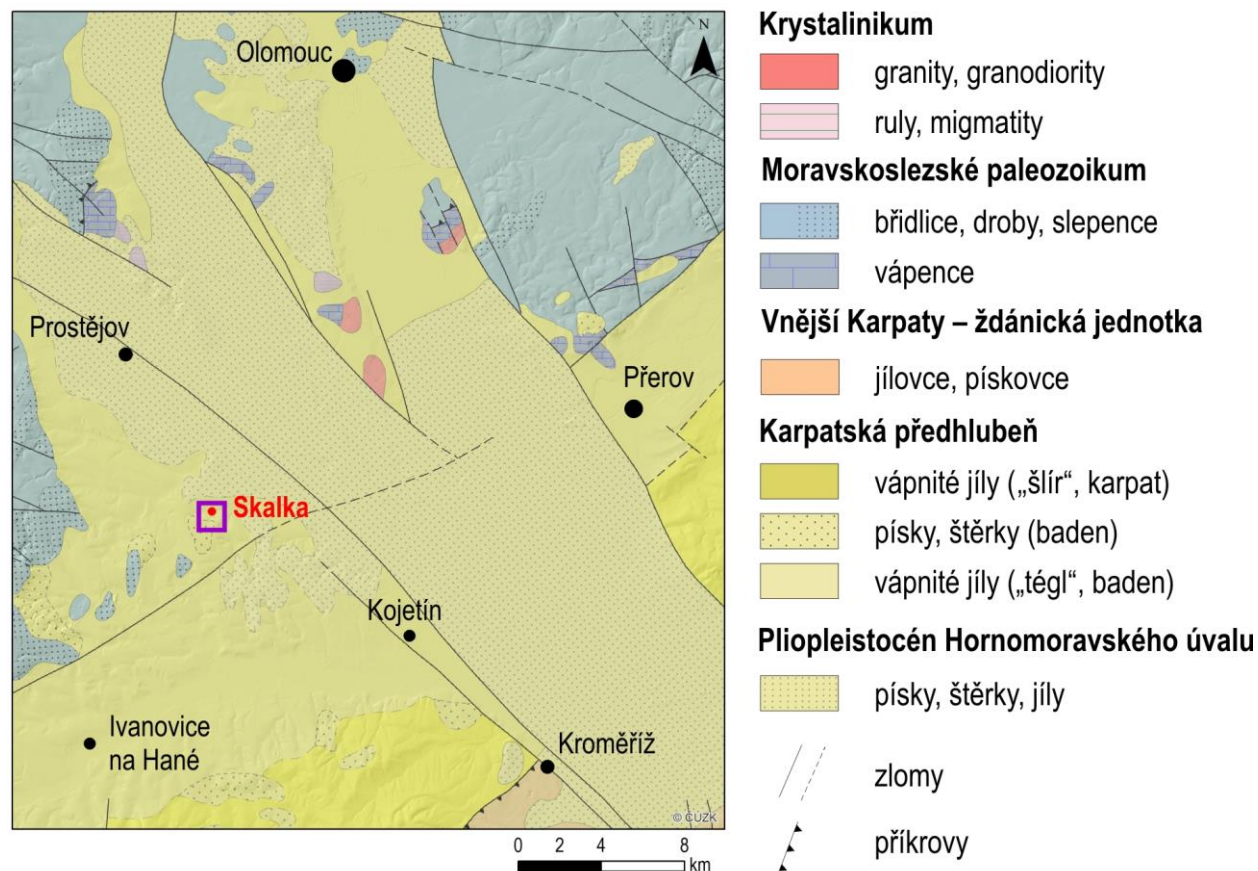
Hydrogeologické poměry struktury minerálních vod byly velmi negativně ovlivněny realizací čtyř vrtů na tepelná čerpadla, kterými dochází k trvalému odvodnění struktury. To vedlo v důsledku snížení tlaku ve struktuře ke snížení hladiny minerální vody a tím k poklesu vydatnosti přírodních léčivých zdrojů.

Vzhledem ke složité tektonické stavbě území je cílem geofyzikálních prací pomoci objasnit tektonické poměry v oblasti na povrch vycházející kry hornin drahanského kulmu, která rozděluje hydrogeologickou strukturu minerálních vod na tři dílčí centra odvodnění.

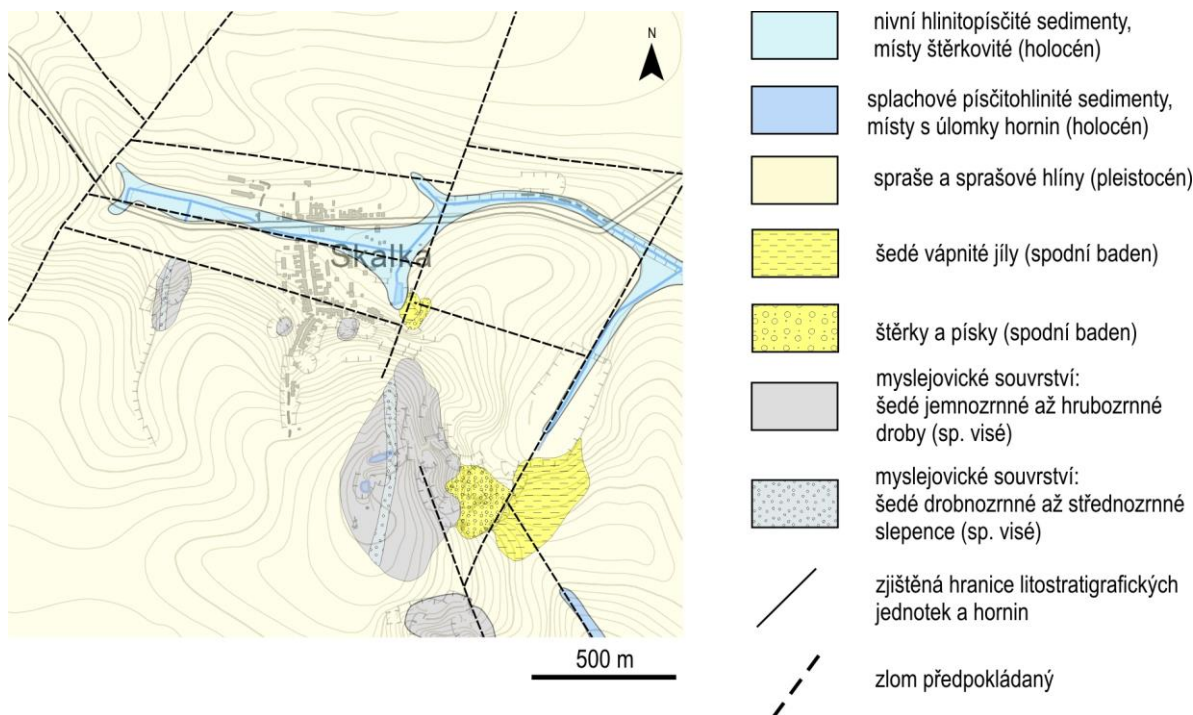
2 Geologická charakteristika

Zájmové území je z hlediska geologické stavby relativně jednoduché, ale ze strukturního hlediska složitější, neboť pozičně leží při okrajovém zlomu karpatské předhlubně a jižního zlomového systému Hornomoravského úvalu – území tvoří „klínovité“ těleso ze dvou stran omezené zlomovými systémy (Obr. 1). V oblasti se nacházejí sedimenty moravskoslezského paleozoika, resp. kulmu Drahanské vrchoviny, které jsou překryty pokryvnými sedimenty kenozoického stáří, tj. sedimenty karpatské předhlubně, Hornomoravského úvalu a sedimenty kvartéru (Obr. 2).

Kulm Drahanské vrchoviny je zde zastoupen flyšovými sedimenty myslejovického souvrství spodnokarbonského stáří. Převažující horninou jsou šedé, šedohnědé, střednozrnné až hrubozrnné masivní droby, které byly pozorovány v několika bývalých lomech j. od obce Skalky. Některé báze drobových lavic jsou tvořeny slepencovými polohami, výrazné



Obr. 1 Geologická mapa širšího okolí
(zdroj: geologická mapa 1:500 000 – upraveno)



Obr. 2 Geologická mapka okolí obce Skalka

Spodnobadenská klastika vystupují v rozsáhlých výchozech j. od Skalky, kde byly vrtnými pracemi zachyceny štěrky v mocnostech 13,2 m (vrt SK-6) a 19,3 m (vrt SK-4). Mocnost klastik značně kolísá od nuly po téměř 60 m obvykle v souvislosti s podložím, jehož povrch je velmi členitý. Příležitostná těžebna situovaná v sousedství lomů a výchozů spodnokarbonských drob a slepenců při j. okraji Skalky je otevřena ve stěně pískovny o délce asi 80 m a výšce 10–15 m (foto 2). Od báze byly pozorovány bloky kulmu do 30 cm dokládající divokou sedimentaci, směrem do nadloží vystupuje drobnozrný štěrk s dobře opracovanými až polozaoblenými valouny představující produkt hrubozrné delty. Tyto klastické sedimenty tvoří kolektor minerálních vod využívaných v lázních Skalka.

Prakticky celé zájmové území je pokryto svrchnopleistocenními sprašemi a sprašovými hlínami. Obvykle spraše dosahují mocnosti prvních metrů, sv. od Skalky bylo vrtem V-7 dosaženo maximální mocnosti 7,6 m. Údolí Trávníčky a jejího přítoku jsou vyplněna holocenními nivními hlinitopísčitými sedimenty, místy štěrkovitými.

Obcí Skalka prochází zlom ve směru SZ–JV, který je zdokumentovaný v mapách 1:50 000 (Růžička red., Dvořák, 1995) a pravděpodobně na něm dochází k vývěru sulfanových minerálních vod v areálu lázní. Tento zlom (v textu označený jako zlom Skalka) je součástí poruchového pásma Hané, představuje j. tektonické omezení Hornomoravského úvalu a leží jen několik km jižněji od kvasického

polohy až několik m mocné byly zachyceny v lomech j. a z. od Skalky (foto 1). Jedná se o slepence s podpůrnou strukturou klastů, které se střídají se slepenci s podpůrnou strukturou matrix. Ve vrtech kromě drob byly zastíženy také několikametrové polohy jílovitých břidlic (např. vrt u Skalky Metoděj-Cyrl; Schnabel, 1939).

Sedimenty karpátu lze pod sedimenty spodního badenu předpokládat, nebyly však doloženy. Pravděpodobně budou vyplňovat nejhlubší části pánve (Matějka, 1942).

Plošně nejrozsáhlejší miocenní horninou jsou vápnité jíly (tzv. „tégly“). Jejich mocnost v širším okolí značně kolísá, rovněž v závislosti na hloubce kulmského podloží, v intervalu 1,1–29,6 m. Zelenošedý silně vápnitý jíl, hrudkovitě a střípkovitě rozpadavý, vystupuje na povrch jv. od obce Skalka. Jíly obsahují bohatou mikrofaunu indikující spodnobadenské stáří sedimentů.

(resp. nectavsko-kvasického) zlomového systému (Špaček et al., 2015; Havíř, 2020). Při detailním geologickém výzkumu v r. 2018 byly vymapovány příčné zlomy ve směru SSV–JJZ, který zlom Skalka porušují (Obr. 2).

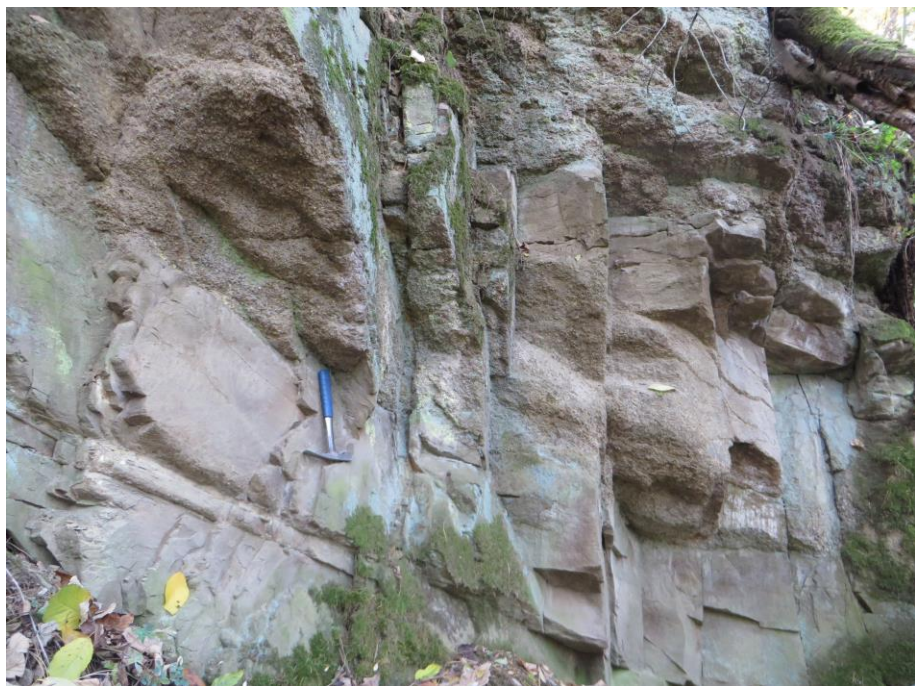


Foto 1 Slepencové polohy v drobách myslejovického souvrství drahanského kulmu, bývalý lom j. od Skalky

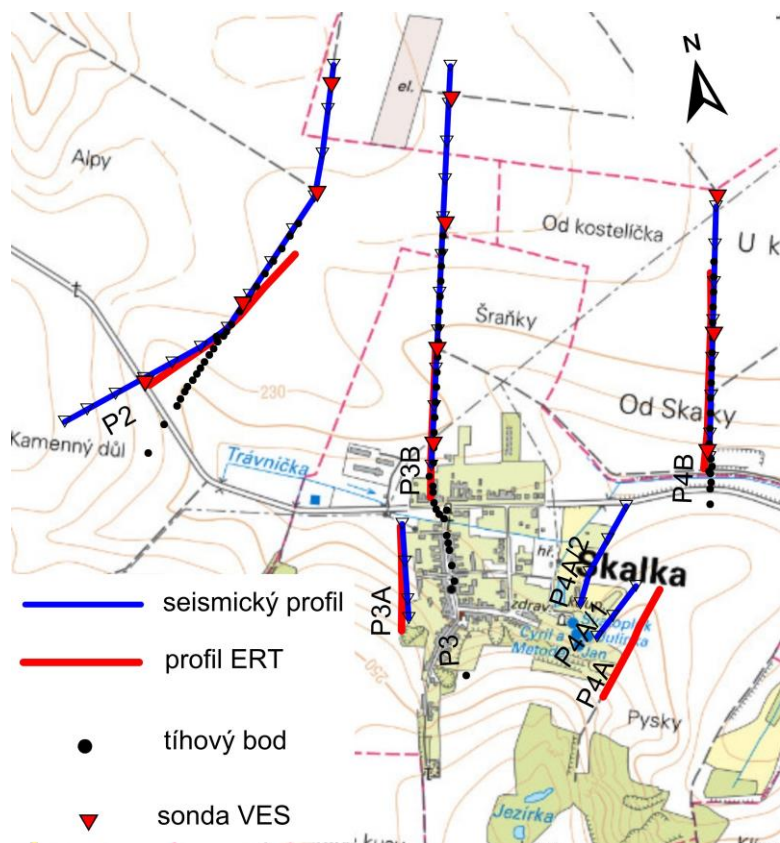


Foto 2 Spodnobadenská klastika vycházející ve staré pískovně j. od lázní Skalka

3 Metodika měření

V letech 2018–2019 byl na základě projektu České geologické služby zahájen detailní geologický výzkum na lokalitě Skalka doprovázený geofyzikálním průzkumem realizovaným společně s přírodovědeckou fakultou UP Olomouc (seismika), přírodovědeckou fakultou UK Praha (gravimetrie) a Geotestem Ostrava (vertikální elektrické sondování, dále jen VES).

V rámci geologických prací byla provedena rešerše archivních dat, převážně se jednalo o záznamy z vrtné prozkoumanosti. Současně proběhla klasická geologická a hydrogeologická rekognoskace zájmového území, byly zdokumentovány horninové výchozy včetně odběru vzorků (petrografie, paleontologie) a odebrány vzorky podzemní vody.



Obr. 3 Lokalizace profilů P2, P3 a P4 situovaných s. od Skalky (měření metodami ERT, VES, gravimetrie, reflexní seismika)

4 Výsledky měření

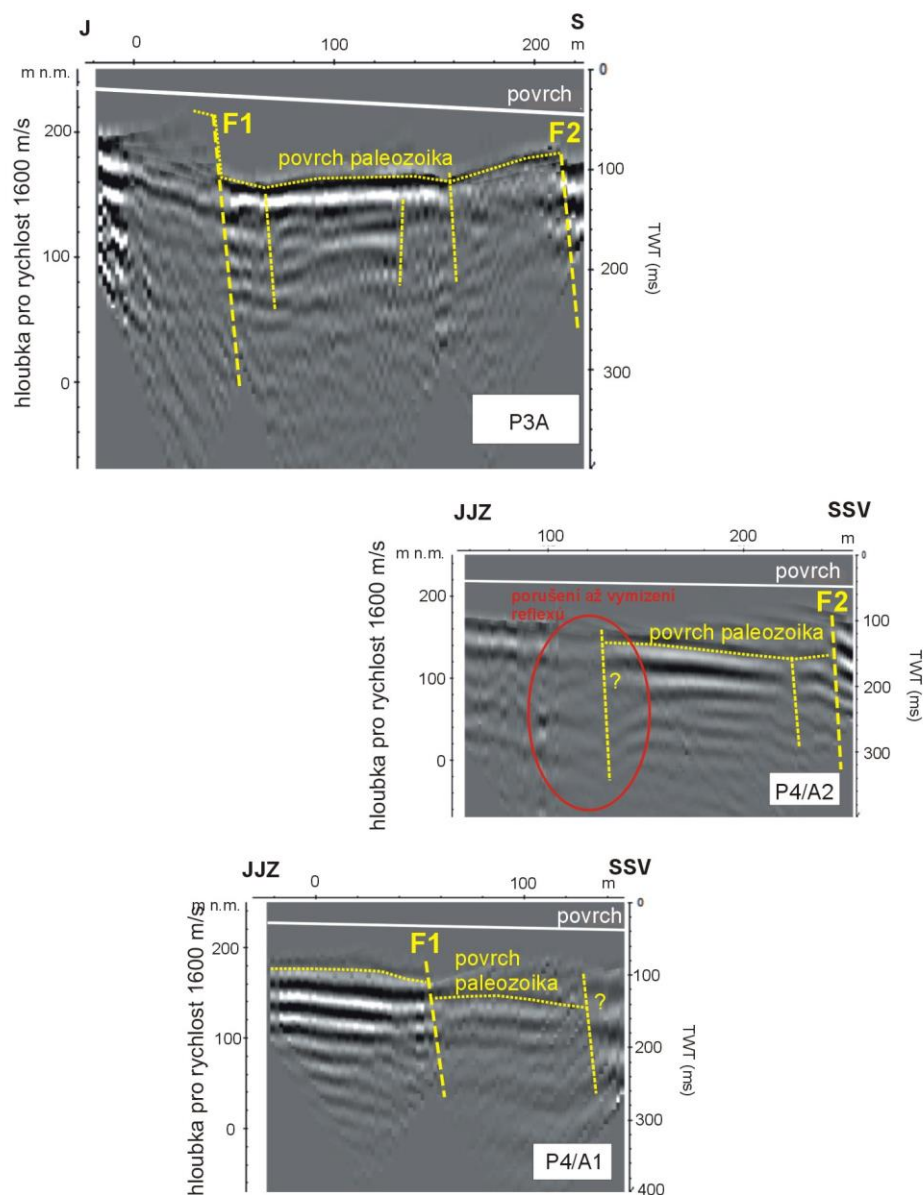
Reflexní seismika

Reflexní seismika byla na profilech P3 a P4, vzhledem k nárokům na měření, realizována na dvou částech (A – jižní část, B – severní část) s přerušením na silnici procházející obcí Skalka. Profil P4A byl ještě

Cílem geofyzikálního výzkumu v r. 2019 bylo ověřit průběh předpokládaných tektonických linií, zjistit mocnost neogenních sedimentů, které představují kolektor minerálních vod a geometrii geologické stavby podél sz.–jv. zlomu Skalka. Metody byly vybrány na základě geologických informací, tj. horninového prostředí a předpokládané hlubší stavby lokality. Terénnímu měření předcházelo zpracování archivních údajů a zjištění předpokládaných fyzikálních vlastností hornin (Tab. 1). Ze starších geofyzikálních prací byla především v blízkosti lokality vyhodnocena data VES (Kraus, 1990) a plošná tíhová data (Šutor – Hadamovský, 1967). Podle předpokládané geologické stavby a průběhu zlomů byly v blízkosti obce Skalka navrženy 3 profily P2, P3 a P4 (Obr. 3). Profil P2 byl situován sz. od obce, profily P3 a P4 procházely obcí směrem k S přes předpokládaný zlom Skalka mezi kulmskou krou vycházející na povrch a miocenními sedimenty předhlubně. Vzhledem k možnostem realizace každé z geofyzikálních metod byl upraven průběh profilů pro každou z nich (Obr. 3), např. průchod obcí po cestách, přerušení přes hlavní frekventovanou silnici apod. Profil P4 byl prodloužen směrem na J podle prvotního zpracování dat, ale jen pro metodu reflexní seismiky a elektrické odporové tomografie (dále jen ERT).

Tab. 1 Předpokládané fyzikální vlastnosti hornin na lokalitě

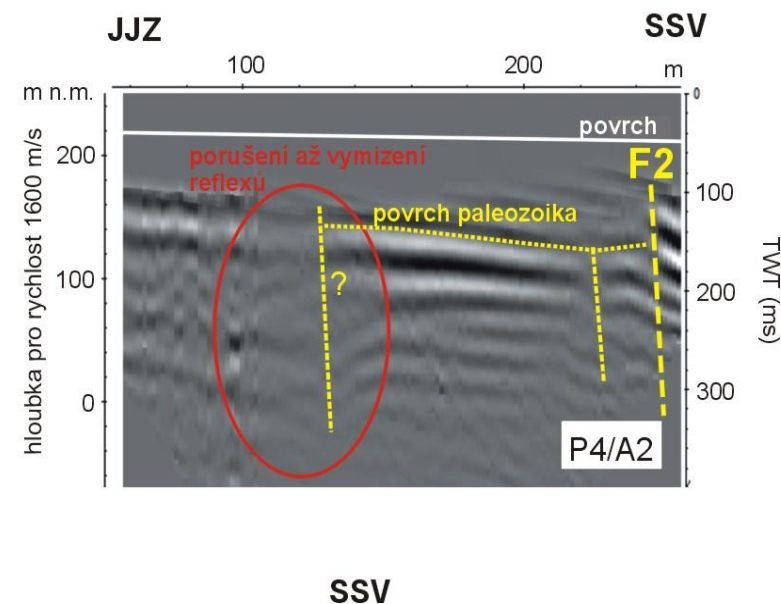
Hornina	Přirozená hustota [g.cm ⁻³]	Zdánlivý měrný odpor [Ωm]	Seismická rychlost P-vln [m.s ⁻¹]
jíl	2,0–2,2	5–60	1000–2 500
písek (zvodnělý)	2,3	80–300 (50–80)	500–1 000 (1 500–2 000)
šterk	2,4	150–3 000	1 800–2 500
droba (kulm)	2,65	100–1 500	4 500–5 000



Obr. 4 Zóna s několika paralelními tektonickými poruchami směru SZ–JV, na nichž dochází k poklesu i k výzdvihu podloží

rozdělen na 2 části (P4/A1 a P4/A2) vzhledem k ochrannému pásmu lázeňských pramenů. Podrobná metodika seismického reflexního měření (realizována pracovníky PřF UP Olomouc) je publikována v práci BÁBEK et al. (2020). Byla použita 24-kanálová aparatura Terraloc Mk-8 (ABEM) s krokem geofonů 4 m a jako zdroj bylo použito závaží o hmotnosti 40 kg (PEG-40) s krokem 8 m. Pro každou pozici bylo provedeno 4–7 „odpalů“. Naměřená data byla zpracována programem ReflexW (Sandmeier) při nastavení konstantních rychlostí 1 600 m.s⁻¹ s použitím funkce pro kinematickou korekci s konstantní rychlostí.

Na všech třech profilech byl zachycen výrazný reflex, který odpovídá rozhraní mezi sedimentární výplní karpatské



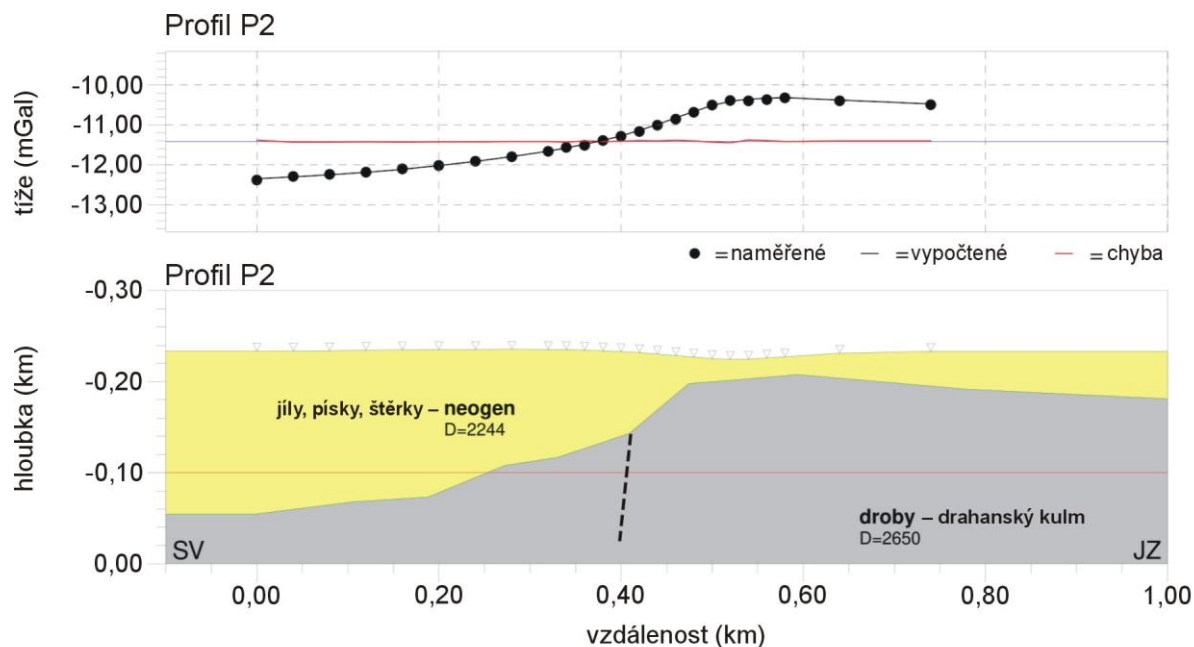
Obr. 5 Pozorovatelné porušení reflexů způsobené existencí mladších příčných zlomů ve směru SSV–JJZ

předhlubně a podložními horninami paleozoika (kulm). Hloubka podloží na S od zlomu Skalka je od 100 do 200 m.

Při okraji kulmu se pravděpodobně jedná o zónu s několika paralelními tektonickými poruchami směru SZ–JV, na nichž dochází nejen k poklesu, ale také k výzdvihu podloží (Obr. 4 – seismika P3, P4A). Zlom Skalka, resp. zlomový systém Skalky, je mezi jednotlivými profilem výrazně posunut, což je pravděpodobně dáno existencí mladších příčných zlomů ve směru SSV–JJZ, které se projevují porušením reflexů, např. na profilu P4/A1 (Obr. 5). Při výchozovém okraji kulmu (j. část zlomového systému) má zlom F1 skok okolo 50 m a je patrný na profilech P3A a P4/A1, severnější paralelní zlom F2 má výšku skoku okolo 90 m (profil P3A a P4/A2). V jižní části profilu P3B je patrný projev tektonické poruchy F3, podle které může docházet k dalšímu významnému poklesu směrem do pánve Hornomoravského úvalu.

Gravimetrie

Detailní profilové tíhové měření bylo plánováno podle regionálního tíhového pole (Obr. 6) na profilech P2, P3 a s. části P4. Cílem bylo zahustit plošná data a pokusit se vytvořit model poklesu podél zlomu Skalka. Krok měření na profilech byl 40 m, v centrální části byl zahuštěn na 20 m. Použity byly gravimetry CG-3 a CG-5 (Scintrex) s dobou měření 60 s a opakováním měření na každém bodě. Pro určení



Obr. 6 Příklad gravimetrického modelování tíhového pole podél profilu P2

chodu gravimetru bylo prováděno měření na opěrných bodech. Určení pozice a výšky bodu RTK-GNSS (Real-Time Kinematics Global Navigation Satellite System) bylo uskutečněno pomocí měření přístrojem Topcon HiPer. Pro určení absolutní hodnoty tíhového zrychlení byla měřená data navázána na Českou gravimetrickou síť pomocí tíhového bodu 3520,01 – Tovačov. Data byla standardně zpracována při využití vztahu Švancary (1996) a zjištěna Fayova anomálie, Bougerova anomálie pro hustotu $2,67 \text{ g.cm}^{-3}$ a vypočítána topografická korekce (Hammer, 1939). Následně byla spočítána úplná Bougerova anomálie a pomocí 2.5D modelování programem GM-SYS a odvozeny pravděpodobné modely geometrie poklesu podél okrajového zlomu. Hustoty použité pro modelování jsou uvedeny v tabulce 1.

Data všech tří profilů ukazují výrazný pokles paleozoického podloží od J k S a to až do hloubky cca 150 až 200 m. Podle průběhu křivky ÚBA lze interpretovat na každém profilu několik paralelních tektonických linií, které na okraji kulmu vytváří jednotlivé hřbety a údolí. Na zlomu Skalka byl indikován na profilu P2 skok o výšce cca 50–60 m (Obr. 6). Na profilech P3 a P4 existují nejméně dva paralelní zlomy, na kterých pravděpodobně dochází k poklesu od J k S o 50 a 90 m.

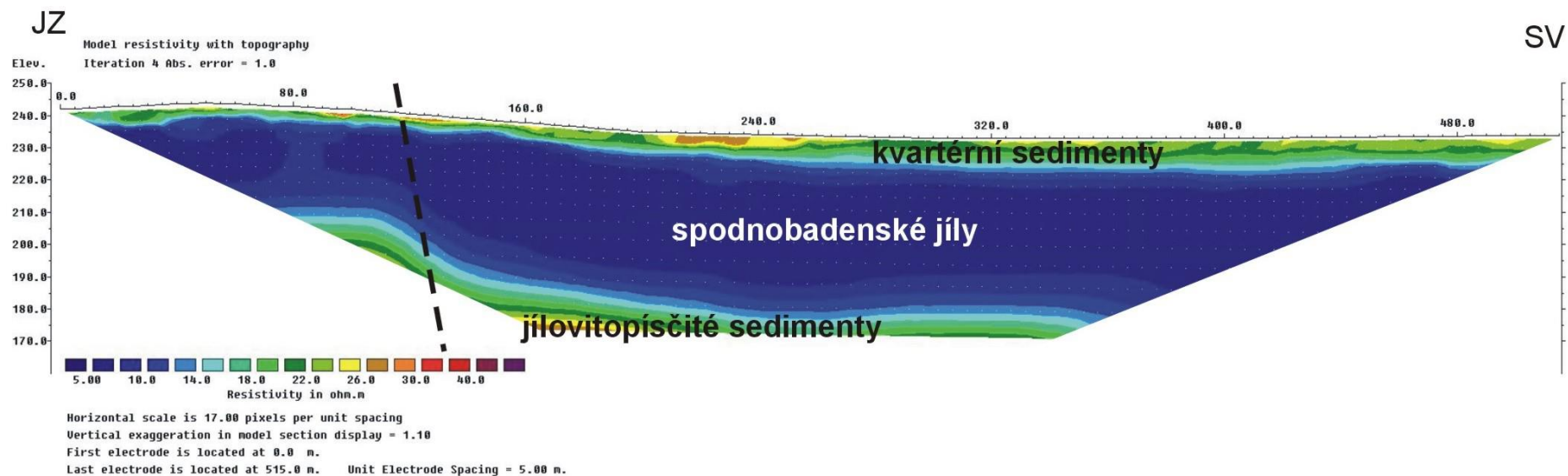
Geoelektrické metody

Z geoelektrických metod byla využita pro hlubší část sedimentačního prostoru metoda VES, při okraji s kulmem metoda ERT s dosahem do 60 m.

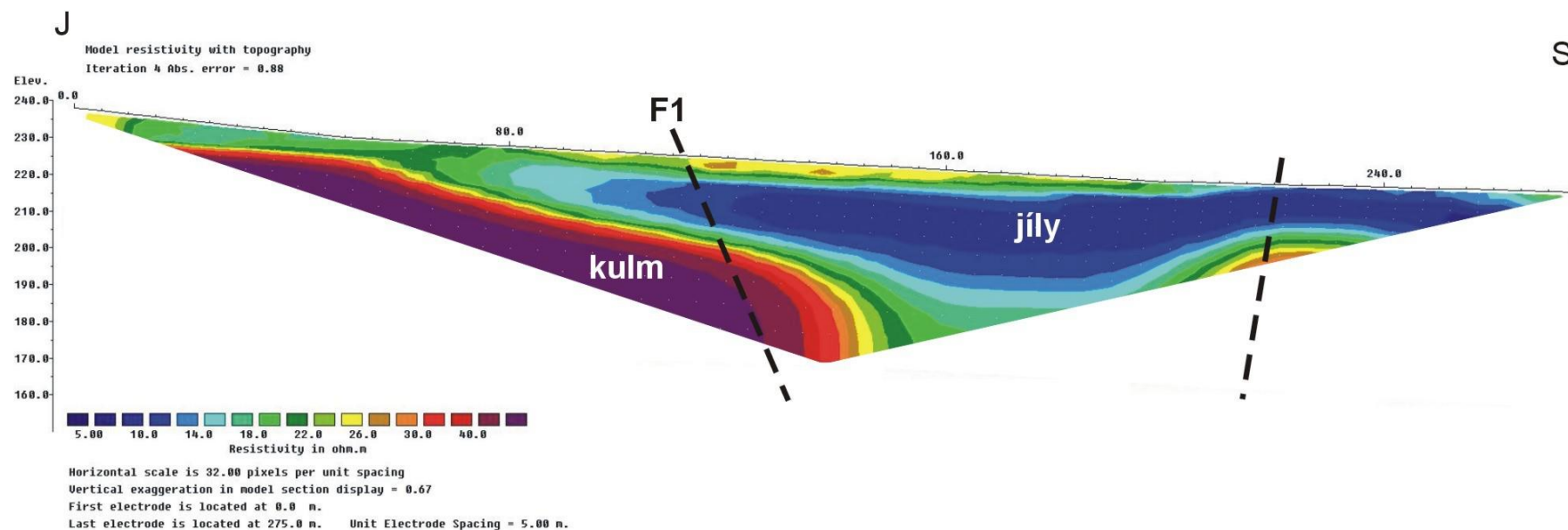
Na profilu P2 a s. částech profilů P3 a P4 byly realizovány 3 až 4 sondy VES s maximální délkou roztažení proudových elektrod AB 1 km. Použita byla aparatura ARES II (GF Instruments). Byly získány sondážní odporové křivky, na kterých byly interpretovány jako první vrstva kvartérní sedimenty do hloubky jen několik metrů s měrnými odpory v řádu desítek Ohmm. Pod nimi byla nalezena nízkoodporová vrstva (jednotky Ohmm), která reprezentuje jílovité horniny miocénu a jejíž mocnost se pohybuje v desítkách metrů. Na bázi byla zachycena vrstva s vysokými odpory (řádově stovky Ohmm), která odpovídá paleozoickým horninám. Podloží sedimentů se uklání směrem k SSV až SV, na profilech P3 a P4 je indikována zvyšující se mocnost nízkoodporové vrstvy na s. konci profilů.

Metoda ERT byla použita na všech vytyčených profilech se zkrácenou délkou na S, tj. do pánve Hornomoravského úvalu. Profily P3 a P4 byly přerušeny na silnici procházející obcí Skalka (obdobně jako reflexní seismika) a rozděleny na části A a B. Profily byly měřeny s rokem 5 m variantou Wenner-Schlumberger HD aparaturou ARES II (GF Instruments). Maximální hloubkový dosah byl okolo 60 m. Data byla zpracována programem Res2dinv (Geotomo Software, Loke 1995–2015), použita byla inverze většinou se 4 iteracemi a odstraněním chybových dat.

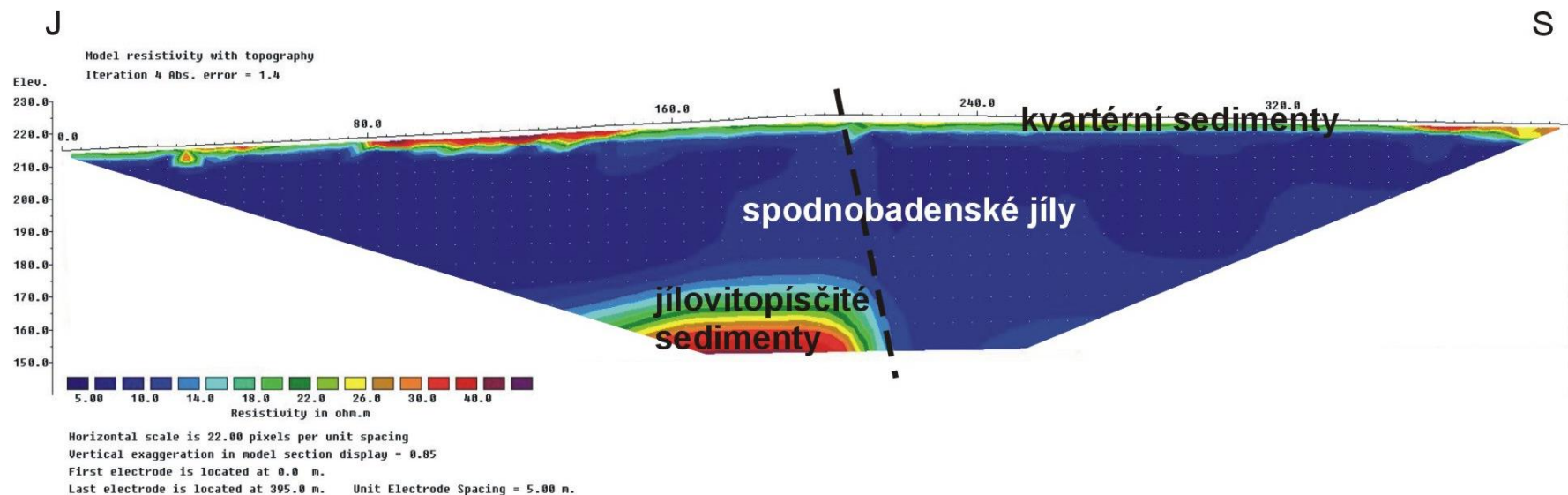
Profil P2 (Obr. 7) zastihl až do hloubky 60 m nízkoodporovou vrstvu jílovitých sedimentů (spodnobadenské jíly s měrným odporem 0–15 Ohmm), při povrchu max. do hloubky 4 m se projeví mírně zvýšenými odpory hlinité kvartérní sedimenty. V jižní části profilu do metráže 160 je patrné zvýšení odporů v hloubkách okolo 40 m, které by mohlo odpovídat písčitéjším zvětralinám paleozoika nebo šterkopískům spodního badenu (měrný odpor okolo 50 Ohmm). Jižní část profilu P3A (Obr. 8) zastihl povrch paleozoika v hloubce okolo 10 až 30 m a ve střední části profilu P3A tektonicky založenou depresi vyplněnou jílovitými sedimenty do hloubky 60 m. Severně od ní vystupuje do hloubky 20 m vrstva s vyššími odpory (okolo 50 Ohmm), která opět může představovat jak zvětralé droby paleozoika nebo spodnobadenská klastika. Na sever od silnice v obci Skalka jsou v profilu P3B (Obr. 9) zachyceny do hloubky 60 m již jen jíly spodního badenu, v j. části mohou zvýšené odpory v této hloubce naznačovat přítomnost písčitéjších facií (metráž 160–180). Také profil P4B (Obr. 10) zachytil v celé své dosažené hloubce 60 m jen vápnité jíly. Jižněji situovaný profil P4A (Obr. 11) začínal jv. od lázeňských pramenů a s. od opuštěných lomů v drobách. Ve výsledném odporovém řezu je patrný povrch paleozoika v hloubce okolo 20 m mírně se uklánějící k SSV ukončený na metráži cca 180 subvertikální tektonickou poruchou. Dál k S jsou v hloubkovém řezu zastoupeny už jen jílovité sedimenty miocénu.



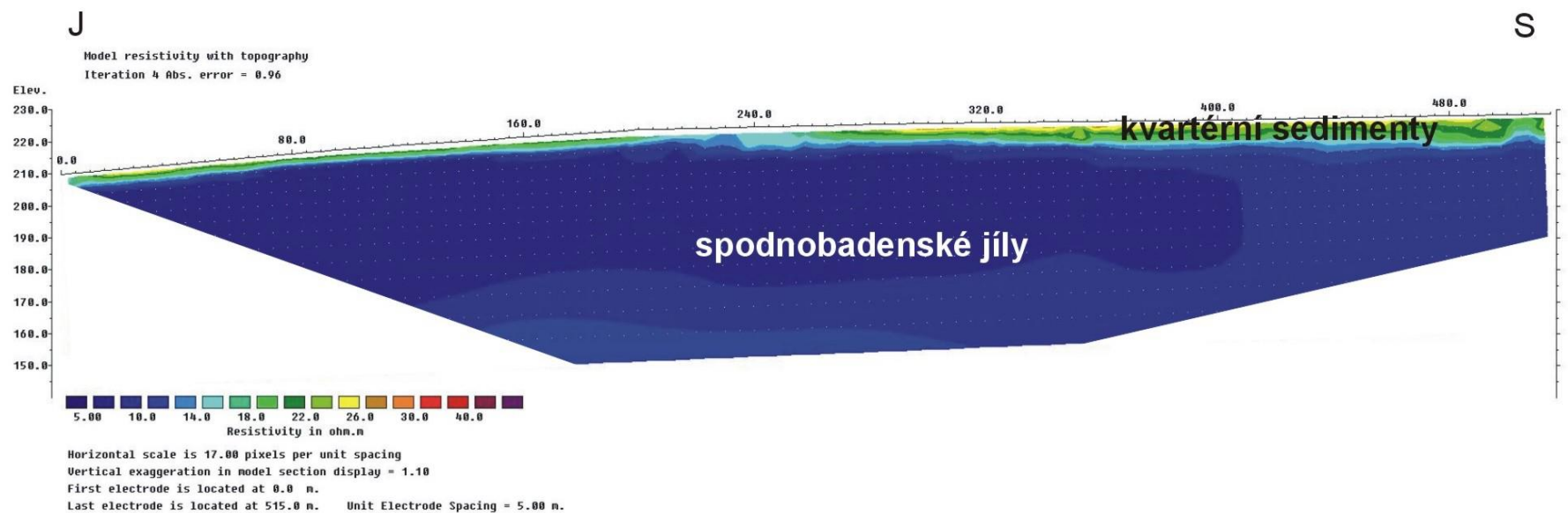
Obr. 7 Profil P2 (ERT) Spodnobadenské jíly v nadloží písčitých zvětralin kulmu, příp. štěrků a písků spodního badenu



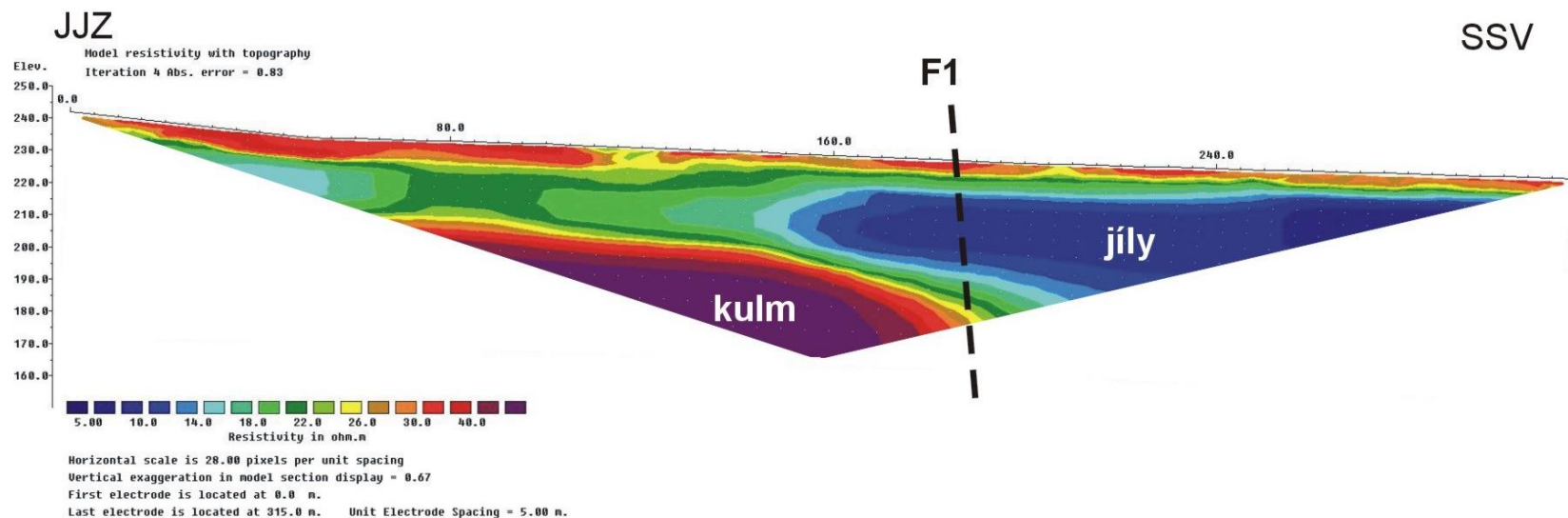
Obr. 8 Profil P3A (ERT) V jižní části profilu interpretovaný povrch paleozoika, ve střední části tektonicky založená deprese vyplněná spodnobadenskými jíly



Obr. 9 Profil P3B (ERT) Spodnobadenské jíly do hl. 60 m, zvýšené odpory ve střední části profilu mohou indikovat přítomnost písčitéjších facií



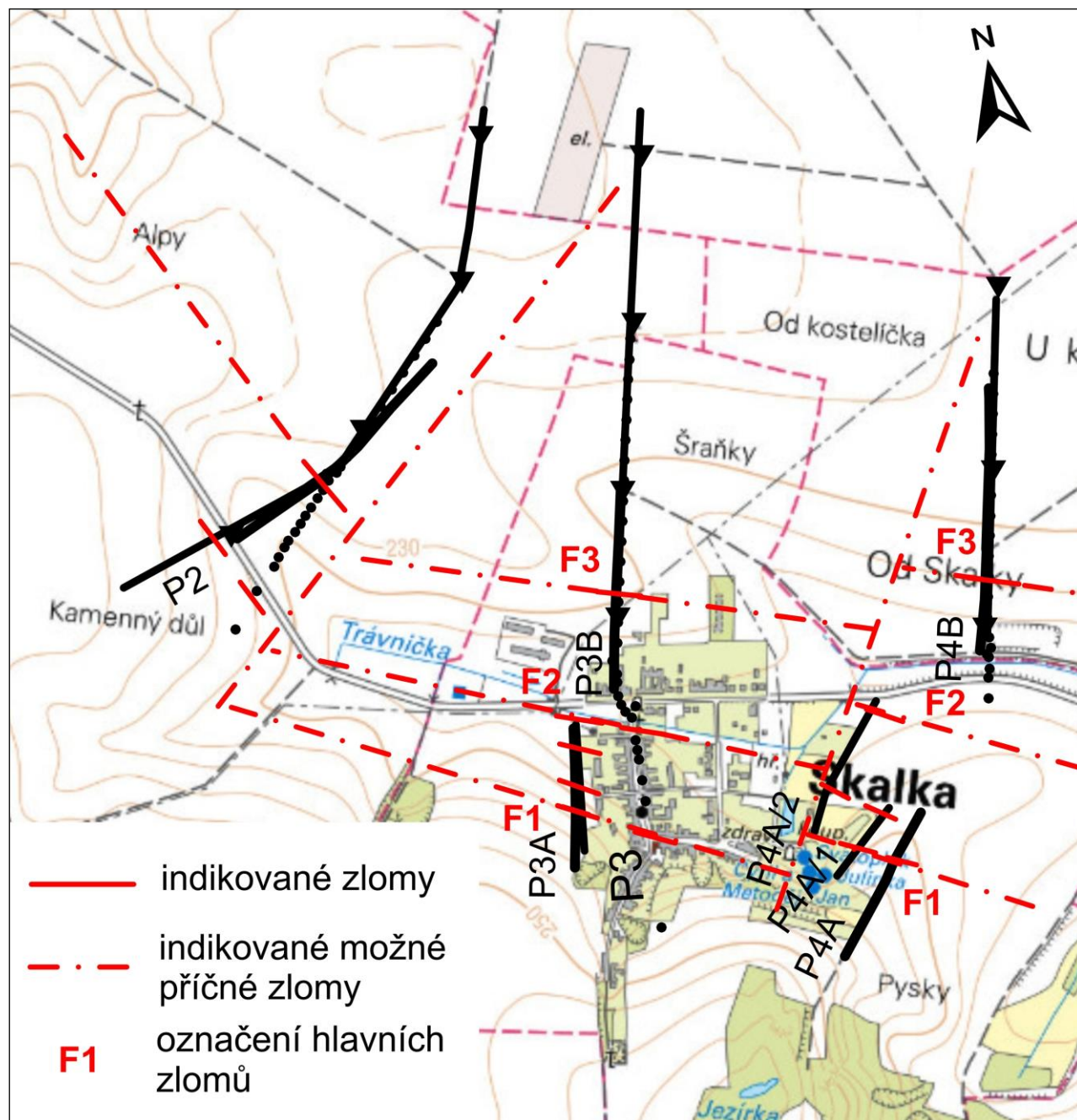
Obr. 10 Profil P4B (ERT) Spodnobadenské jíly v celé mocnosti 60 m



Obr. 11 Profil P4A (ERT) Povrch kulmu zachycený v hloubce asi 20 m je na metrů asi 180 m ukončený subvertikální tektonickou poruchou. Směrem k S se nacházejí písky spodního badenu

5 Diskuze a závěr

Korelací všech aplikovaných geofyzikálních metod bylo sestaveno korelační schéma v okolí lázní Skalka (Obr. 12). Z dosud získaných geofyzikálních dat lze předpokládat, že výrazný zlom Skalka směru SZ–JV, který omezuje hydrogeologickou strukturu minerálních vod, je tvořen několika paralelními zlomy s postupným poklesem do sedimentačního prostoru Hornomoravského úvalu. První významný pokles okolo 60 m lze předpokládat na tektonické linii F1 ve směru od vývěru lázeňských pramenů k SZ procházející středem obce Skalka a indikovaný na profilech P3A a P4/A (resp. P4/A1) gravimetrií, ERT a reflexní seismikou. Druhý významný pokles až o 90 m je pravděpodobně na s. situovaném zlomu v rámci zlomového systému, který byl indikován na profilech P3 a P4 gravimetrií a částečně i reflexní seismikou (rozdíl hloubky na profilech P3A a P3B, P4A resp. P4/A2 a P4B). Mezi zlomy F1 a F2 vytváří paleozoické podloží cca 100–150 m širokou depresi ve směru SZ–JV, kde existují paralelní zlomy, které mohou mít jak poklesový, tak přesmykový charakter (při výzdvihu podloží směrem k S může docházet k přesmyku). Tato deprese byla dobře indikována v datech gravimetrie, seismické reflexe i ERT na profilu P3, resp. P3A (Obr. 4 a Obr. 8). Zlomový systém Skalky je pravděpodobně v místě vývěru lázeňských pramenů posunut mladším příčným zlomem ve směru SSV–JJZ. Severně od obce byl v hloubce cca 100 m gravimetrií (profil P3 a P4) i seismikou (P4B) indikován na zlomu F3 další pokles podloží nejméně o 50 m.



Směrem k S v rámci zájmového území převládají jílovité sedimenty projevující se velmi nízkým odporem řádově v jednotkách Ohmm. Měrný odpor hornin paleozoika se pohybuje ve stovkách Ohmm a vzhledem k výsledkům metody ERT na profilech P3A a P4A se jedná o výrazné odporové rozhraní vůči jílovitým sedimentům. Nebyl zde zaregistrován žádný projev zvětralinového pokryvu kulmu.

Lze tedy předpokládat, že měrné odpory okolo 50 Ohmm zjištěné metodou ERT na profilech P2 a P3A, by mohly odpovídat písčitým sedimentům, příp. vrstvě zvodnělých spodnobadenských klastik.

Geofyzikální výzkum na lokalitě Skalka přinesl v první etapě prací velmi dobré výsledky pro další geologickou interpretaci hydrogeologické struktury lázeňských pramenů, nicméně pro sestavení detailního hydrogeologického modelu je nezbytné doplnit data v místech, kde jsou předpokládány příčné zlomy ve směru SSV–JJZ až SV–JZ a kde je potřeba zjistit pokračování nalezených struktur (např. lokalizovat depresi ve směru SZ–JV).

Obr. 12 Korelační schéma v okolí lázní Skalka sestavené vyhodnocením všech aplikovaných geofyzikálních metod

Poděkování

Předložená práce vznikla za finanční podpory projektu České geologické služby číslo 310700 (DKRVO/ČGS 2018–2022). Autoři děkují PřF UP Olomouc, PřF UK Praha a firmě Geotest Ostrava za provedené geofyzikální práce. Dík patří rovněž recenzentům za podnětné připomínky a handling redaktorovi.

Literatura

- IVAN, A. Geneze Javornického úpatního stupně na severních svazích Rychlebských hor. *Čas.Slez.Muz. Opava (A)*, 21:107–116, Opava, 1972.
- BÁBEK, O., LENĐÁKOVÁ, Z., TÓTH, T., ŠIMÍČEK, D., KOUKAL, O. Reflexně seismický výzkum pozdně kenozoické zlomové tektoniky na vybraných lokalitách hornomoravského úvalu. *Geol. Výzk. Mor. Slez.*, 27: 1–2, 15–20, Brno, 2020.
- HAMMER, S. Terrain corrections for gravimeter stations. *Geophysics* 4, 184–194, 1939.
- HAVÍŘ, J. Orientace puklin a zlomů v kulmských horninách jižně od Skalky u Prostějova. *Geol. Výzk. Mor. Slez.*, 27: 1–2, 63–68, Brno 2020.
- KRAUS, L. *Zpráva o geofyzikálním průzkumu na akci Prostějov-jih*. Česká geologická služba, 1990, MS.
- MATĚJKA, A. *Geologické vyjádření k navrhovaným ochranným okrskům pramenů v lázních Skalka (Strerowitz), okres Přerov*. Česká geologická služba, 1942, MS.
- RŮŽICKA, M. (RED.), DVOŘÁK, J. *Geologická mapa ČR List 24-24 Prostějov, 1:50 000*. Česká geologická služba, 1995, MS.
- SCHNABEL, E. *Dotazník o hloubení - pramen Cyril a Methoděj*. Česká geologická služba, 1939, MS.
- ŠPAČEK, P., BÁBEK, O., ŠTĚPANČÍKOVÁ, P., ŠVANCARA, J., PAZDÍRKOVÁ, J., SEDLÁČEK, J. The Nysa–Morava Zone: an active tectonic domain with Late Cenozoic sedimentary grabens in the Western Carpathians' foreland (NE Bohemian Massif). *Int J Earth Sci (Geol Rundsch)*(2015), 104:963–990.
- ŠUTOR, A., HADAMOVSKÝ, F. *Výroční zpráva o detailním tíhovém průzkumu jv. svahů českého masívu, oblast: Prostějov - Uh. Brod*. Česká geologická služba, 1967, MS.
- ŠVANCARA, J. *Nová definice Bouguerovy anomálie, zpráva za úkol „Databanka geofyzikálních prací II, registr gravimetrie, etapa 1995-96“*. Česká geologická služba, 1996, MS.

¹ RNDr. Zuzana Skácelová, Česká geologická služba, Erbenova 348, 790 01 Jeseník, zuzana.skacelova@geology.cz

² Mgr. Helena Gilíková, Ph.D., Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 69 Brno, helena.gilikova@geology.cz

² Mgr. Pavla Tomanová Petrová, Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 69 Brno, pavla.petrova@geology.cz

² RNDr. Jitka Novotná, Ph.D., Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 69 Brno, jitka.novotna@geology.cz

² Mgr. Eva Kryštofová, Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 69 Brno, eva.krystofova@geology.cz

² RNDr. Jiří Otava, CSc. Česká geologická služba, Leitnerova 22, 658 69 Brno, jiri.otava@geology.cz