

Morfológia rozhrania kvartér/neogén v oblasti Bratislavy

Michal Šujan

Katedra geológie a paleontológie, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Mlynská dolina G, 842 15 Bratislava; miso@equis.sk

AGEOS Morphology of the Quaternary/Neogene boundary in the area of Bratislava

Abstract: Quaternary and Neogene sediments in the western part of Gabčíkovo depression which are located in the eastern agglomeration of Bratislava were the principal scope of this study. A database of boreholes was created as a first step and contains information on sedimentary structures of Upper Miocene, Pliocene, and Quaternary deposits. The database contains 752 boreholes data obtained from published and archival sources. The criteria were formulated how to separate lacustrine deposits dated to Neogene and the Quaternary sediments. Main results, besides of boreholes database, are maps of Quaternary sediments thickness and map of buried Neogene deposits surface. According to the nature of the surface of Neogene sediments, two territories of different slope gradient have been defined. Different slope gradients are interpreted as a result of different Quaternary vertical movement rates. In the area of alluvial terrace, which is a territory of lower slope gradient, depression lines and concentric depressions were described.

Key words: Danube Basin, Pliocene, Quaternary, fluvial sediments

1. ÚVOD

Vďaka dynamickému rozvoju mesta Bratislava v posledných dekádoch bolo vykonaných množstvo inžinierskogeologických a hydrogeologických prác, podávajúcich informáciu o geologickej stavbe v úrovniach plytko pod povrchom. V dosahu väčšiny týchto prieskumných diel sa vyskytuje rozhranie sedimentov kvartéru a neogénu Dunajskej panvy. Práce zatiaľ neboli sumarizované v databáze, ktorá by umožnila charakterizovať geometriu jednotlivých sedimentárnych štruktúr.

Cieľom excerptie archívnych údajov o geologickej stavbe kvartérnych a neogénnych sedimentov v skúmanej oblasti bolo vytvoriť podrobnú mapu hrúbok kvartérnych uloženín a mapu úrovne povrchu prekvarterneho podložia na základe vyhodnotenia prieskumných diel. Taktiež je zámerom skúmať priestorovú distribúciu jednotlivých litologických typov sedimentov, a teda aj sedimentačných prostredí, opísať zákonitosti tejto distribúcie a skúmať geometriu fluvialných sedimentárnych telies. Databáza aktuálne obsahuje 752 vrtov a získané poznatky o študovaných sedimentoch sú prezentované formou máp vytvorených interpoláciou. Z objektu záujmu vyplynula značná pozornosť venovaná charakteru diskordancie oddeľujúcej jednotlivé útvary. Uvádzané výsledky nadväzujú na prácu Šujan (2010).

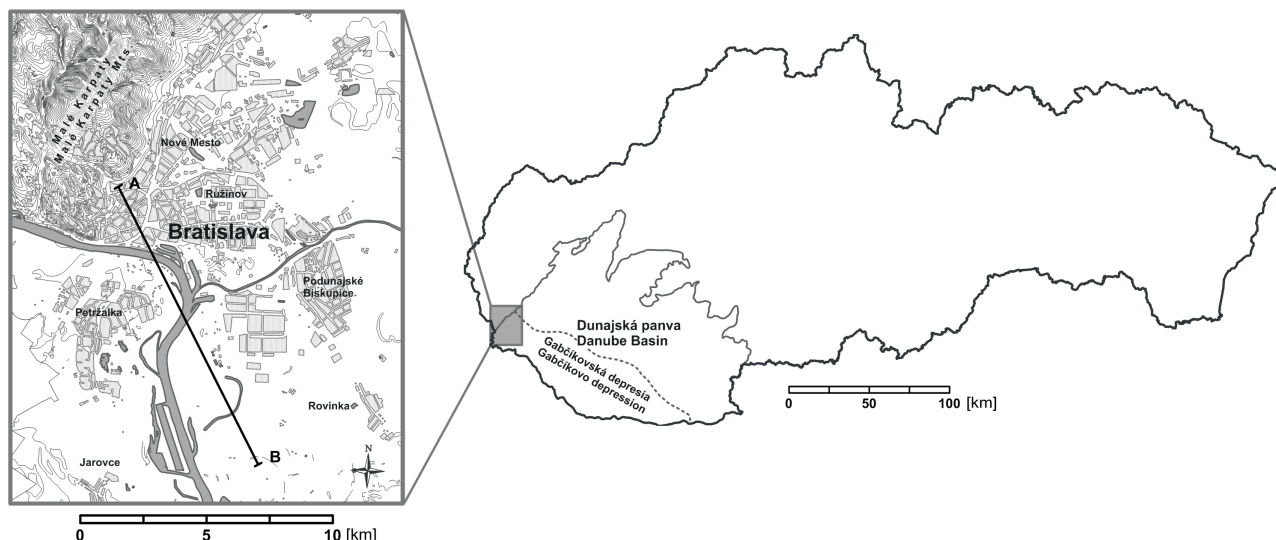
Priestorový rozsah záujmu bol do značnej miery závislý od distribúcie prieskumných diel, ktorá sa viaže na aglomeráciu mesta Bratislava. Územie sa nachádza na severozápade Podunajskej nížiny, ktorú nazvali Mazúr & Lukniš (1986) štruktúrnou rovinou. Výraznejšie geomorfologické tvary tvoria riečne terasy, koryto rieky Dunaj a taktiež jeho mŕtve ramená. Topografiu hlavne v centre mesta markantne ovplyvnila antropogénna činnosť. Reliéf je mierne sklonený od úpätia Malých Karpát smerom na juh a juhovýchod. Študované územie je znázornené na obr. 1.

Okrem archívnych prác obsahujúcich sondy s hľadanými informáciami boli preštudované diela, skúmajúce charakter neogénnej a kvartérnej sedimentácie v skúmanej oblasti, a jej prejavy v geologickom prostredí. Problematika hranice útvarov neogén a kvartér bola rozpracovaná v početných prácach, keďže uvedené rozhranie sa vyznačuje aj zmenou v inžinierskogeologických vlastnostiach sedimentov a neogénne akumulácie spravidla tvoria bázu zvodneného horizontu.

2. PREHLAD PREDCHÁDZAJÚCICH VÝSKUMOV

Z geologického hľadiska je predmetné územie tvorené sedimentárnou výplňou Dunajskej panvy veku neogén a kvartér, ktorú ohraničuje zo severozápadu jadrové pohorie Malé Karpaty. v oblasti záujmu boli v bezprostrednom podloží kvartérnych sedimentov dokumentované členy panón, pont a pliocén (*sensu* Kováč et al., 2010), späté s okrajovým vývojom gabčíkovej depresie (Fordinál & Tuba, 1992). Panónske sedimenty sa odlišujú od mladších uloženín brakickými podmienkami sedimentácie panvy, vo vrchnej časti stupňa však akumulácia prebiehala za podmienok normálnej salinity (Nagy et al., 1995). V ponte a pliocéne s presunom depocentra na juh začína prevládať lakustrinná, fluviolakustrinná až aluviálna a fluvialna akumulácia činnosť so zníženou salinitou prostredia. Výskyt vrchnoneogénnych hruboklastických sedimentov tohto typu bol dokumentovaný (Vaškovský & Vaškovská, 1977), očakávať je ho možné hlavne v južných a juhovýchodných častiach študovanej oblasti. Pleistocénne a holocénne uloženiny prevažne štrkopiesčitého fluvialneho charakteru vo vymedzenej oblasti úplne pokrývajú neogénne členy (Vaškovský et al. 1989).

Tok Dunaja je dominantným recentným eróznou-akumuláčným činiteľom. Po prechode Devínskou bránou tvorí mohutné



Obr. 1. Situácia skúmaného územia a poloha geologického rezu AB.

Fig. 1. Location of investigated area and AB geological cross-section.

teleso náplavového kužela. Umiestnenie koryta rieky do miesta dnešného prieniku malokarpatsko-litavským hrasťovým systémom sa predpokladá v období mindelu (Nagy et al., 2005). Paleotok zrejme pozostával z viacerých mohutných ramien tvoriacich podhorskú deltu. V Devínskej bráne, v oblasti Petržalky a centrálnej mestskej časti uvádza Vaškovský (1986) režim perstratívnej akumulácie – meandrujúcej rieky, juhovýchodne od vymedzeného priestoru popisuje akumuláciu kontratívnu – divočiacej rieky. Kvartérna sedimentácia pred prienikom rieky mala pravdepodobne fluvioakustrinný charakter so sieťou periodicky vysychajúcich jazier. Podľa Kováčika et al. (1996) sa výskyt väčších hrúbok (10–350 m) kvartérnych fluvioakustrinných sedimentov zhruba kryje s rozsahom centrálnej časti gabčíkovej depresie, pričom spolu s fluvialnými akumuláciami tu dosahujú vyše 500 m hrúbky.

Fluvialné akumulácie majú prevažne charakter psefitov facií riečného koryta a laterálnej akrecie. v hojnej miere sa vyskytujú arenitové facií barov a agradačných valov. Dynamiku vývoja koryta dokladajú početné mŕtve ramená s výplňou sedimentov jemnozrnnej a ruditovej frakcie s častou organickou prímiesou. Nivné sedimenty značného rozsahu tvoria najplytšie sedimentárne teleso alúvia Dunaja (Vaškovský et al., 1989).

Okrem cyklických kvartérnych klimatických zmien bola fluvialna činnosť rieky výrazne neotektonicky kontrolovaná relatívnym výzdvihom Malých Karpát a súčasnou subsidenciou panvy, čo dokladajú riečne terasy v rozmedzí nadmorských výšok 133–183 m n. m. v okolí mesta, ako aj značné hrúbky štrkových akumulácií v centre panvy (Vaškovský et al., 1987). Recentné vertikálne pohyby v Dunajskej panve na základe zmeny v režime toku Dunaja a opakovaných nivelizačných meraní popisuje priekopnícka práca Čepek (1938).

Viaceri autori (Vaškovský, 1986; Hricko et al., 1993) uvádzajú kryhovú stavbu predneogénneho podložja okraja Dunajskej panvy, pričom je predpokladané porušenie sedimentárnej výplne panvy štruktúrami obmedzujúcimi tieto kryhy. Dominantné

systémy zlomov sú orientované prednostne v SZ–JV a SV–JZ smere. Vaškovský (1986) vymedzil na území Veľkej Bratislavy jednotlivé kryhy s odlišnou hrúbkou kvartérnych akumulácií a pokladá zlomy za synsedimentárne aktívne.

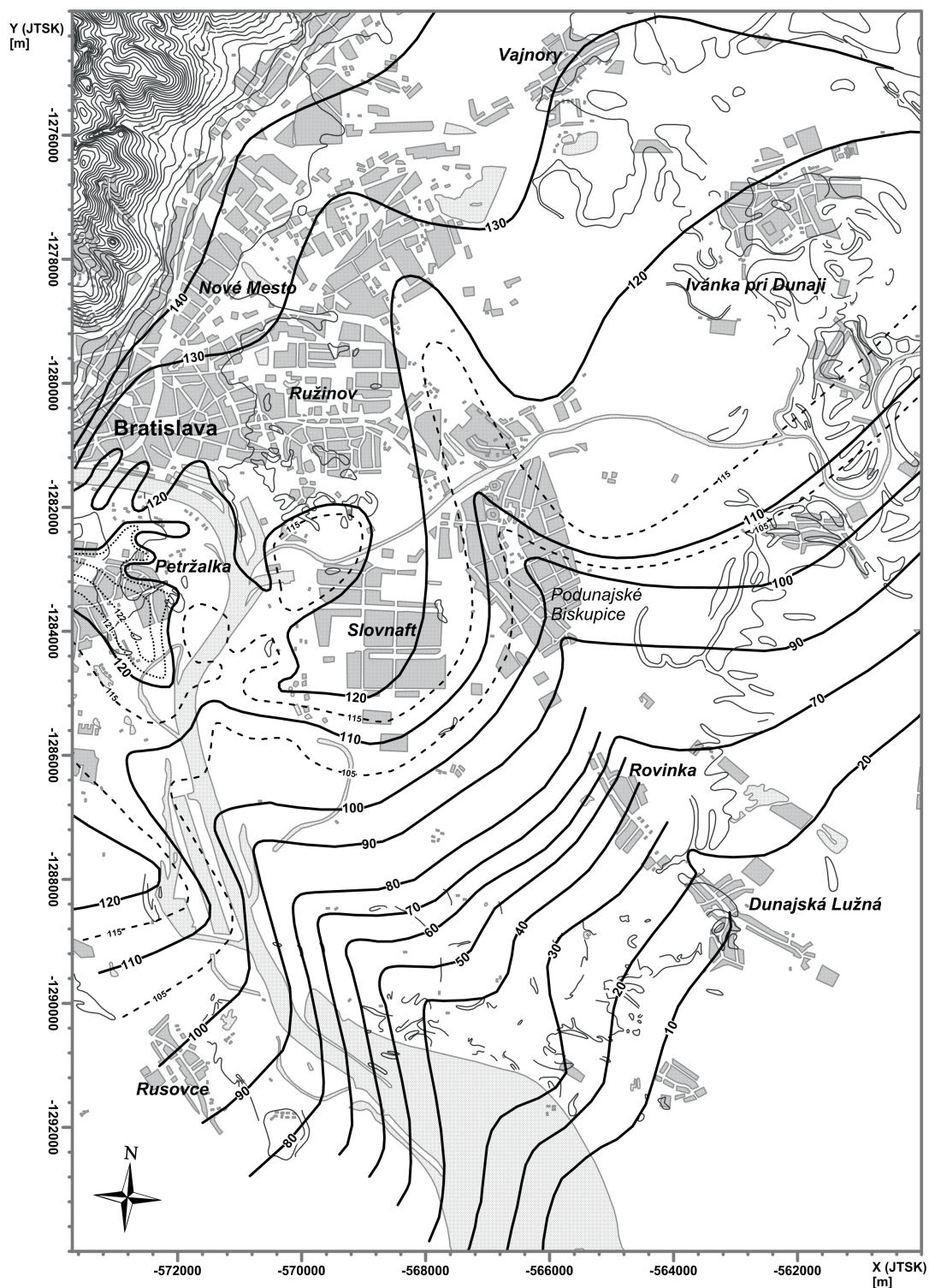
V dôsledku uvedeného vývoja sa v oblasti vytvorila kontrastná litologická hranica medzi fluvialnými, prevažne psefiticko-psamitickými akumuláciami a podložnými psamitickými pelitmi až pelitickými sedimentami. Biostratigraficky doložený vek sedimentov tvoriacich bázu hruboklastického fluvialneho materiálu v centrálnej mestskej časti uvádzajú Papšíková (1987) a Fordinál & Tuba (1992). Na základe paleontologických nálezov mäkkýšov, ostrakódov a palinomorf v početných vrtoch stanovili veky uvedených sedimentov na panón, pont a pliocén. Janáček (1971) opísal výrazne diskordantný charakter rozhrania kvartérnych psefitických sedimentov a kolárovskeho súvrstvia (pliocén) v skúmanej oblasti. Na základe petrografickej afinity boli v záujmovom území štrkopiesky, tvoriace najvyšší stratigrafický horizont, priradené dunajskému pôvodu (Minaříková, 1967), a je teda možné ich pokladať za kvartérne. Na základe týchto informácií je možné uvedené litologicky kontrastné rozhranie pokladať za stratigrafickú hranicu útvarov kvartér a neogén.

K najstarším prácam relevantným k riešenej problematike patrí prvá moderná geologická mapa Bratislavy v mierke 1:75 000 (Koutek & Zoubek, 1936). Už v tejto mape vyčleňujú oddelene od alúvia “štěrky, z časti železité, neznámeho stáří, při východním úpatí Malých Karpat”, vyskytujúce sa v oblasti medzi bratislavským Novým mestom, Vajnormi a Račou. Predpokladajú ich staropleistocénny vek. Dnes sú pokladané za sedimenty výplavových kuželov veku mindel–ris (Vaškovský et al., 1987).

Prvú mapu povrchu neogénnych sedimentov predmetného územia vytvorili Porubský et al. (1958). Mapa bola skonštruovaná na základe hydrogeologických vrto realizovaných za účelom získania druhého vodného zdroja pre Bratislavu. V priebehu izolíní povrchu neogénnych sedimentov výrazne dominuje pozdĺžna priehlbina orientovaná SZ–JV smerom, prechádzajúca

cez Podunajské Biskupice (Obr. 2). Ďalšia rovnobežná štruktúra je dokumentovaná autormi v Petržalke, pozdĺž koryta Dunaja. Zjavná je aj celková komplikovanosť tvaru rozhrania neogénnych a kvartérnych sedimentov na území centra mesta a jej postupné poklesávanie v juhovýchodnej časti územia. Autori genézu a význam tvarov rozhrania bližšie nediskutujú.

Beránek & Májovský (1968) preskúmali hrúbku kvartérnych uloženín medzi Petržalkou a Rusovcami pomocou vertikálnej elektrickej sondáže. Konštatujú stabilnú hrúbku fluvialnych náplavov v okolí Petržalky (10–15 m), ktorá narastá smerom na juh a medzi Rusovcami a Čunovom sa mení skokom z 50 až na 130 m.



Obr. 2. Mapa úrovně povrchu neogénnych sedimentov v oblasti Bratislavy [m n.m.] (upravené podľa Porubského et al., 1958).

Fig. 2. Neogene sediments surface level map of the Bratislava area [m a.s.l.] (according to Porubský et al., 1958; modified).

Žembery (1973^a, 1973^b) zostavil rozsiahlu databázu prieskumných diel, na základe ktorej vytvoril mapu hrúbok kvartérnych sedimentov na listoch Bratislava a Bratislava – Východ. Popisuje biskupickú poruchovú líniu korešpondujúcu s depresiou uvádzanou Porubským et al. (1958) a lamačskú líniu. Biskupická poruchová línia sa prejavuje "skokom podložia kvartéru o 30 m, južnejšie o 50–60 m". Lamačskú líniu charakterizuje výškou skoku 15–20 m. Obe depresie považuje za tektonicky predisponované.

Ako súčasť prác pre inžinierskogeologickú mapu boli vykonané merania vertikálnej elektrickej sondáže, zhodnotené v správe Schwarz & Valušiaková (1972). V rezoch znázorňujú predpokladané hrúbky sedimentárnych celkov. Zaujímavá je elevácia neogénnych sedimentov v okolí Vajnor, pričom hrúbka štrkových akumulácií narastá smerom k pohoriu Malých Karpát, čo nasvedčuje prolúviálnemu pôvodu sedimentov. Rovnaký trend je vidieť na dvoch geoelektrických rezoch vypracovaných Tkáčovou & Májovským (1987), kde spomenuté sedimenty vyplňajú plytkú depresiu vyskytujúcu sa medzi Vajnormi a Račou.

Šajgalík & Hulman (1976) vymedzili dunajské terasy v centrálnej mestskej oblasti Bratislavy na základe priebehu rozhrania sedimentov neogénu a kvartéru sledovaného vo vrtoch. Uvádzajú priebeh týchto terasových stupňov aj úroveň ich erózných báz v podložných neogénnych sedimentoch.

V rámci projektu Danreg, riešeného v deväťdesiatych rokoch, boli vyhotovené mapy hrúbok a genetických typov kvartérnych sedimentov v mierke 1:100 000 pre Viedenskú a Dunajskú panvu (Kováčik et al., 1996). Opierajú sa prednostne o geofyzikálne merania. Na liste Bratislavy narastajú hrúbky kvartérnych náplavov nad 20 m v oblasti medzi východnou časťou Petržalky, Vlčím hrdlom, Čiernym lesom a centrom mesta. Zaujímavý je pokles hrúbok južne od tejto oblasti medzi Petržalkou a Jarovcami na 15 m. Zhodne so staršími prácami izolínou vyjadrujú prudší nárast hrúbky pri Rusovciach a juhovýchodne od obce až nad 100 m. Smerom od centra mesta na severovýchod ku Vajnormom sa tiahne nárast hrúbok nad 15 m, ktorý je ohraničený zo severozápadu úpäťm Malých Karpát a z juhovýchodu lineárnym poklesom hrúbky akumulácií.

Takmer všetky spomenuté prieskumy sú obmedzené štátnymi hranicami. Predkladaná štúdia vychádza z archívnych dát získaných z prieskumov vykonaných na území Slovenskej Republiky.

3. METODIKA

3.1. Tvorba databázy

V prvej časti výskumu bola metódou archívnej excerpcie vytvorená databáza prieskumných diel zo skúmanej oblasti. Zdrojom informácií bol archív ŠGÚDŠ – Geofond a archívy súkromných firiem. Vrty boli do databázy selektované podľa vopred stanovených kritérií.

Základná podmienka spočívala v litologickej náplni vrtu. Zahrnuté boli sondy prechádzajúce kvartérnymi akumuláciami a zachytávajúce ich podložné sedimenty. Zaradené boli taktiež prieskumné diela, obsahujúce údaj o anomálnej hrúbke kvartérnych uloženín a diela ukončené v kryštaliniku ako podklade kvartérnych náplavov.

Ďalej boli uprednostňované vrty s väčšou hĺbkou a vrty s uvedenými polohopisnými súradnicami. Súradnice hlavne v starších prácach často chýbajú, či už z dôvodu nezamerania sond alebo utajenia. V tomto prípade bol použitý postup pre druhotné pridelenie súradníc, vytvorený na základe situácie prieskumných diel, dobových leteckých snímok a aktuálnych ortofotomáp v prostredí GIS. Sondám bola pridelená informácia o druhotnom pôvode údajov s hodnotou predpokladanej presnosti stanovenia polohy. V prípade vysokej hustoty prieskumných diel (vzdialenosti menšie ako 50 m) bola do úvahy pri selekcii zahrnutá aj podrobnosť litologických popisov, počet granulometrických a iných analýz atď.

Výsledná databáza má formu tabuľky s informáciami o pôvodnom názve vrtu, polohe a nadmorskej výške vrtu, hĺbke vrtu, hĺbke rozhrania útvarov, citácie archívneho zdroja, prípadne signatúry Geofondu. Ďalšie súbory obsahujú litologické popisy vrtných diel a výsledky granulometrických skúšok a Atterbergových medzí pre neogénne sedimenty. Každému vrtu bolo v databáze pridelené poradové číslo pre orientáciu v účelovej mape.

Pre riešenie úlohy bol rozhodujúci charakter rozhrania sedimentov kvartéru a neogénu. V skúmanej oblasti je dokumentovaná zmena sedimentačného prostredia z lakustrinného, fluvio-lakustrinného a aluviálneho na fluviálne vo vrchnom miocéne, pliocéne a kvartéri (Kováč et al., 2010), pričom kvartér je charakteristický v skúmanej lokalite prevažne vývojom fluviálnych dunajských štrkov (Minaříková, 1967).

V takmer všetkých archívnych zdrojoch, kde autori určili polohu hranice útvarov kvartér a neogén v profile prieskumného diela, tak usúdili na základe litologického kontrastu sedimentov. Podložné vrchnoneogénne členy sú spravidla zastúpené pestrými jemnozrnnými sedimentami (tzv. pestrá séria, konvenčný názov pre pestré jemnozrnné sedimenty, v súčasnosti radená ako volkovské súvrstvie do vrchného panónu až pontu (*sensu* Kováč et al., 2010)). Vyskytujú sa však aj jemnozrnné sedimenty s rôznym obsahom psefitov a psamitov, prípadne psamitické sedimenty s rôznym obsahom iných frakcií, ktoré sú radené k neogénu, no percento ich zastúpenia je v oblasti záujmu minoritné a sú považované za prechodný vývoj.

Časť prieskumných diel v litologických popisoch nemala stanovenú hĺbku skúmaného rozhrania. V prípade typického vývoja s litologickým kontrastom bolo dodatočné stanovenie pomerne jednoznačné. V prípade vývoja prechodných litologických typov v očakávaných hĺbkach bolo nevyhnutné stanoviť charakteristiky pre odlišenie lakustrinných od fluviálnych sedimentov. Formulované boli nasledovné kritériá:

- ▶ prítomnosť lamín lignitov a uhoľných ílov;
- ▶ výskyt jemnozrnných sedimentov pestrých farieb; prítomnosť vrstiev vápnitých pieskov so značným podielom klastickej sludy a pestrého sfarbenia;
- ▶ výskyt tenkých polôh pieskov s prímiesou jemnozrnej frakcie, striedané s pestrými ílmi a hlinami.

Ako užitočné sa osvedčilo odlišenie fluviálnych sedimentov kvartéru na základe normálnej gradácie korytovej fácie s hrubými bazálnymi klastikami. Diskutabilné je využitie litifikovaných sedimentov (pieskovcov, zlepcov) ako znaku pre odlišenie fluviálnych kvartérnych sedimentov a predkvartérneho podlo-

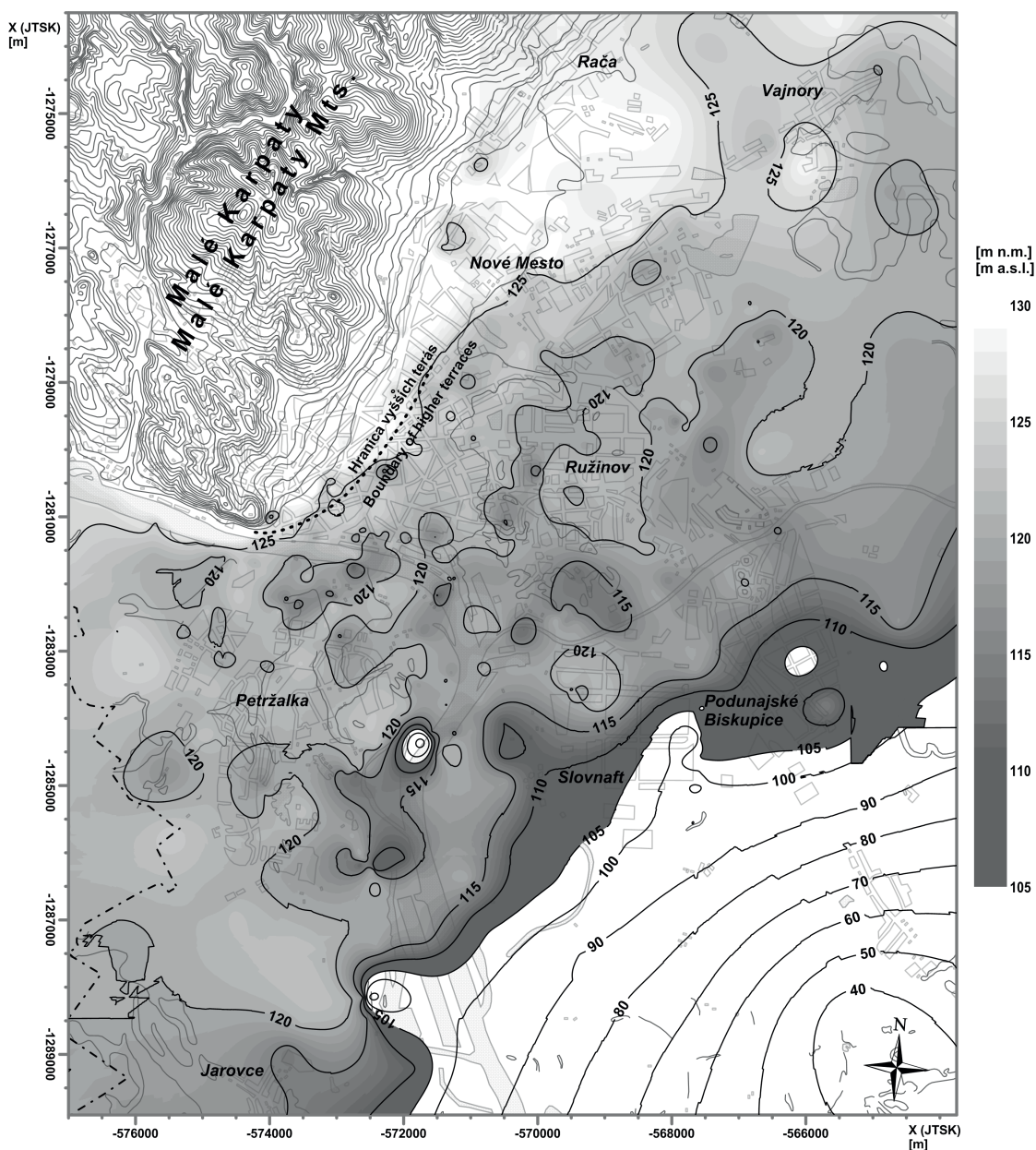
žia, a to hlavne v južných častiach skúmaného územia. Južne od Slovnafu boli v prieskumných dielach dokumentované spevnené hruboklastické uloženiny, ktoré spĺňajú makroskopické znaky pre ich zaradenie ku kvartérnym sedimentom. Pozorovaná litifikácia je pravdepodobne výsledkom inkrustácie hydrotermami, ktorých výstup do prostredia fluvialných sedimentov môže byť sprostredkovaný mladými zlomami.

Je potrebné skonštatovať, že uvedené kritériá na základe litológie nie sú vo všetkých prípadoch postačujúce a vyskytli sa vrty, u ktorých nebolo možné úroveň skúmanej hranice stanoviť. V rámci ďalšieho výskumu bude potrebné upresniť metódu pre účel stanovenia hranice kvartér/neogén so širším využitím na základe objektívnych parametrov, napríklad pomocou percentuálneho obsahu frakcií.

3.2. Analýza údajov

Databáza získaných údajov má potenciál vyhodnotenia zameraného na charakter sedimentačných prostredí a ich zmien v geologickom čase a priestore. Ako prvý prístup analýzy bola zvolená interpolácia priestorových údajov o hrúbke kvartérnych sedimentov a úrovne sedimentov neogénu. Výsledkom sú schematické mapy zobrazujúce základné tendencie pomocou izolínií v skúmanej oblasti (Obr. 3 a 4).

Dáta boli interpolované metódou kriging v programe Surfer (Golden Software). Použitá bola mierka 1:100 000, zodpovedajúca hustote pokrytia údajmi. Okrem prieskumných diel s vytvorenej databázy boli použité body z geologickej mapy na serveri ŠGÚDŠ popisujúce priebeh rozhrania kryštalinika Malých



Obr. 3. Mapa úrovne sedimentov neogénu v oblasti Bratislavy [m n.m.]. Kontúry odtieňov šedej v intervale 105–130 m n.m. (oblasť nivná terasa).
 Fig. 3. Neogene sediments surface level map of the Bratislava area [m a.s.l.]. Greyscale contours in the interval of 105–130 m a.s.l. (alluvial terrace area).

Karpát a kvartérnych sedimentov Dunajskej panvy. Distribúcia prieskumných diel databázy je nehomogénna a teda aj pravdepodobnosť zhody izolínií s reálnym priebehom rozhrania útvarov je premenlivá.

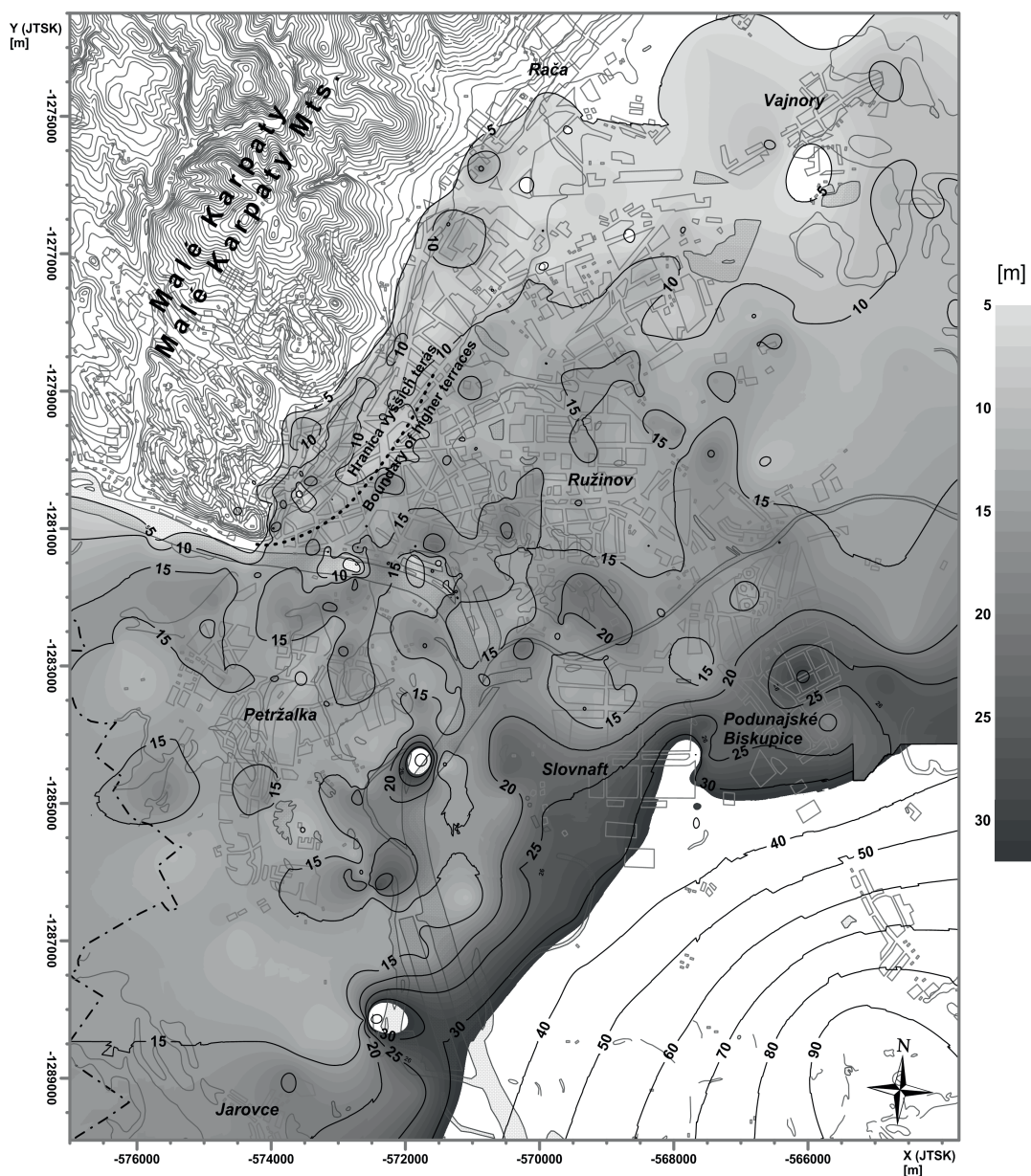
Schematické mapy dopĺňajú ilustračný geologický rez AB (Obr. 5), kde sú znázornené sedimenty oboch skúmaných útvarov a ich hranica. Detailnejšie geologické rezy s rovnakým zameraním a zdrojovými dátami je možné nájsť v práci Šujan (2010).

4. VÝSLEDKY

Výsledkom spracovania údajov databázy sú dve schematické mapy a to mapa úrovne povrchu sedimentov neogénu (Obr. 3)

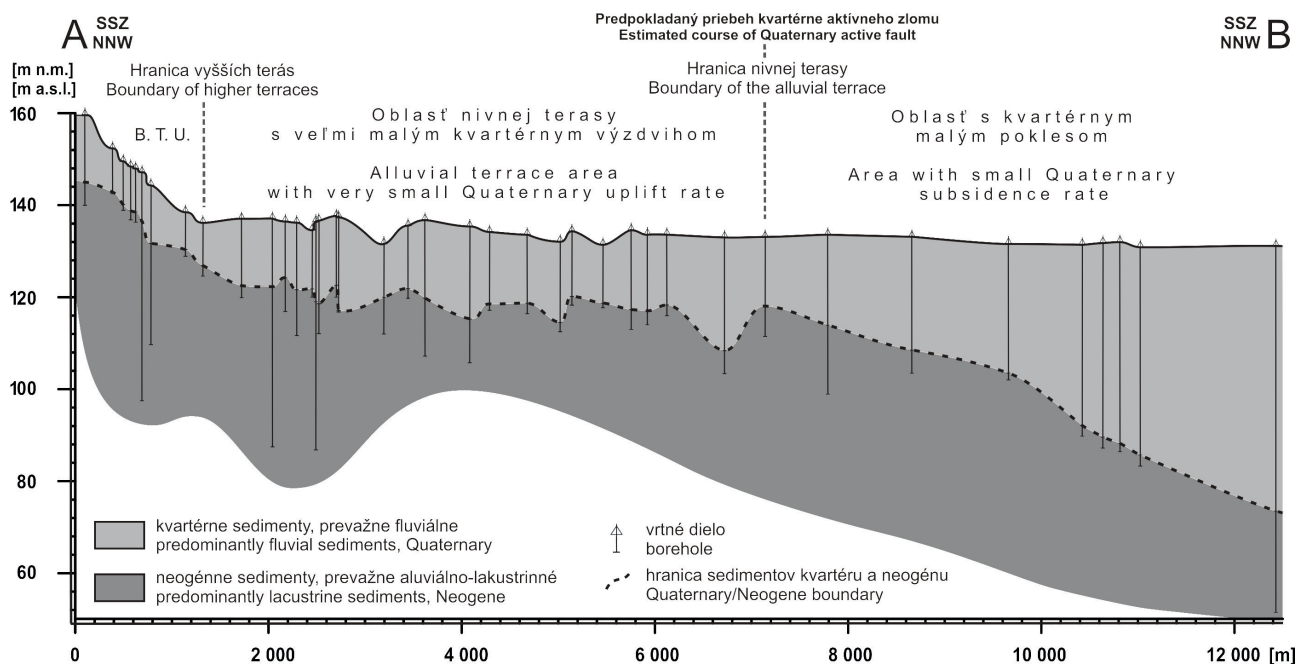
a mapa hrúbky kvartérnych akumulácií (Obr. 4). Nakoľko mapy znázorňujú fenomény vzájomne úzko súvisiace, je priebeh izolínií značne podobný. Hodnota hrúbky kvartérnych sedimentov je totožná s hĺbkou povrchu sedimentov neogénu (h), zatiaľ čo hodnota úrovne povrchu sedimentov neogénu sa rovná rozdielu nadmorskej výšky povrchu terénu v mieste vrtu a hĺbkou skúmaného rozhrania ($Z - h$). Rozdiely v obraze teda spôsobuje členitosť povrchu skúmaného územia.

Záujem bol ďalej zameraný na časť územia, kde sú v morfológii rozhrania kvartér/neogén pozorované výraznejšie zmeny. Tieto sú indikované zhustenou kresbou izolínií pri zachovanom kroku 5 m a kontúrami v odtieňoch šedej. Oblasť v smere na juhovýchod sa vyznačuje rovnomernejším a výraznejším poklesom bázy kvartérnych sedimentov, pričom pri zobrazení bol použitý krok 10 m.



Obr. 4. Mapa hrúbky kvartérnych sedimentov v oblasti Bratislavy [m]. Kontúry odtieňov šedej v intervale 5–35 m (nivná terasa).

Fig. 4. Quaternary sediments thickness map of the Bratislava area [m]. Greyscale contours in the interval of 5–35 m (alluvial terrace).



Obr. 5. Schematický geologický rez AB. Vertikálne 37,5 násobne prevýšený. Údaje o vertikálnych pohyboch prevzaté z Maglay et al. (1999).

Vysvetlivky: B.T.U. – bratislavské terasové územie.

Fig. 5. Schematic AB geological section. 37,5x vertical exaggerated. Vertical movements data taken from Maglay et al. (1999). Explanation: B.T.U. – Bratislava terrace territory.

Celé územie sa vyznačuje sklonom skúmaného rozhrania útvarov k juhovýchodu, komplikovaného lokálnymi depresno-elevačnými štruktúrami. Na základe morfológie povrchu je možné vymedziť na mape povrchu sedimentov neogénu generálne dva celky oddelené SV–JZ líniou spájajúcou Jarovce s juhom Podunajských Biskupíc a mierne zakrivenou SZ smerom. Určenie polohy tejto línie je limitované hustotou údajov a teda približné. JV od tejto línie územie pomerne plynulo klesá s gradientom 10 m na 1 km (sklon cca 0,58°). Plynulý pokles povrchu môže byť spôsobený redším pokrytím oblasti dátami.

V oblasti severozápadne od spomenutej línie upadá skúmaný povrch od úpätia Malých Karpát podstatne miernejšie. Gradient poklesu dosahuje priemerne 3 m na 1 km. Priebeh povrchu je komplikovaný depresiami a eleváciami v rozmedzí až 10 m, takže jeho generálny sklon tieto prvky prekrývajú. Toto územie je možné ohraničiť zo severozápadu tzv. bratislavským terasovým územím (*sensu* Halouzka, 1970), kde Šajgalík & Hulman (1976) určili polohu hranice nízkej – nivnej terasy Dunaja voči vyšším terasám od Hviezdoslavovho námestia, cez Dunajskú ulicu až ku Trnavskému mýtu. Erózná báza nivnej terasy podľa autorov dosahuje úroveň 119–122 m n.m., čo sa približne zhoduje s výsledkami predkladaného štúdie.

V samotnom terasovom území mesta sa tendencie priebehu rozhrania získaného interpoláciou s predstavou Šajgalíka & Hulmana (1976) zhodujú, tvar rozhrania však hovorí o pomerne komplikovanom priebehu predkvartérneho podložja terás. Problematiku bratislavských terás bude zaujímavé rozoberať z pohľadu vytvorenej databázy prieskumných diel, no v mapách aktuálne prezentovanej mierky podrobnejšie skúmaná nie je.

So zahustením pokrytia tohto územia sondami bude vhodné riečnym terasám v centre mesta venovať adekvátnu pozornosť v detailnej mierke.

Oblasť nivnej terasy, ktorej priestor podľa výsledkov interpolácie a archívnej literatúry ohraničuje zo severu výskyt vyšších terás a z juhovýchodu oblasť s podstatne vyšším sklonom hranice sedimentov neogén/kvartér (vymedzená na obr. 6), pokrýva väčšinu skúmaného územia. Povrch terénu je tu sklonený juhovýchodne s rozmedzím nadmorských výšok 137,5–132 m n.m. a povrch sedimentov neogénu so sklonom rovnakým smerom sa vyskytuje v rozmedzí 125–115 m n.m. v súlade so zisteniami uvedenými Šajgalíkom & Hulmanom (1976).

Skúmané rozhranie však komplikujú početné depresno-elevačné štruktúry s výškovými zmenami až do 10 m, čím je jeho generálny trend poklesu prekrytý. Oblasť Petržalky sa vyznačuje charakterom hranice útvarov s pomerne rovinným tvarom oproti iným častiam územia. Príčinou môže byť opäť rozdiel v hustote pokrytia územia vrtmi. Významnejšie lineárne depresie sú znázornené na obr. 6 a ich približný kvantitatívny rozsah je uvedený v tab. 1. Depresie sú tvorené početnými dielčmi priehlbinami usporiadanými v línii, čo umožnilo ich vymedzenie. Kvantitatívny rozsah bol odvodený z miest husto pokrytých dátami. Opísané boli taktiež dve koncentrické depresie A a B (Obr. 6., Tab. 1).

Na schematickom geologickom reze AB (Obr. 5) je možné vidieť komplikovaný priebeh skúmaného rozhrania s malým generálnym sklonom v SSZ časti (oblasť nivnej terasy), zatiaľ čo JJV časť vykazuje rovnomernejší a strmší priebeh hranice útvarov.

5. INTERPRETÁCIA

Objektom štúdia je priebeh hranice kvartér/neogén v oblasti Bratislavy, znázornený pomocou dvoch máp vytvorených interpoláciou (Obr. 3 a 4). Skúmané rozhranie útvarov je pokladané za výsledok fluviaálnych erozívnych procesov aktívnych počas kvartéru na podklade sedimentov panónu, pontu a pliocénu. Modifikované bolo neotektonickými pohybmi, ako dokladá Fordinál (1993).

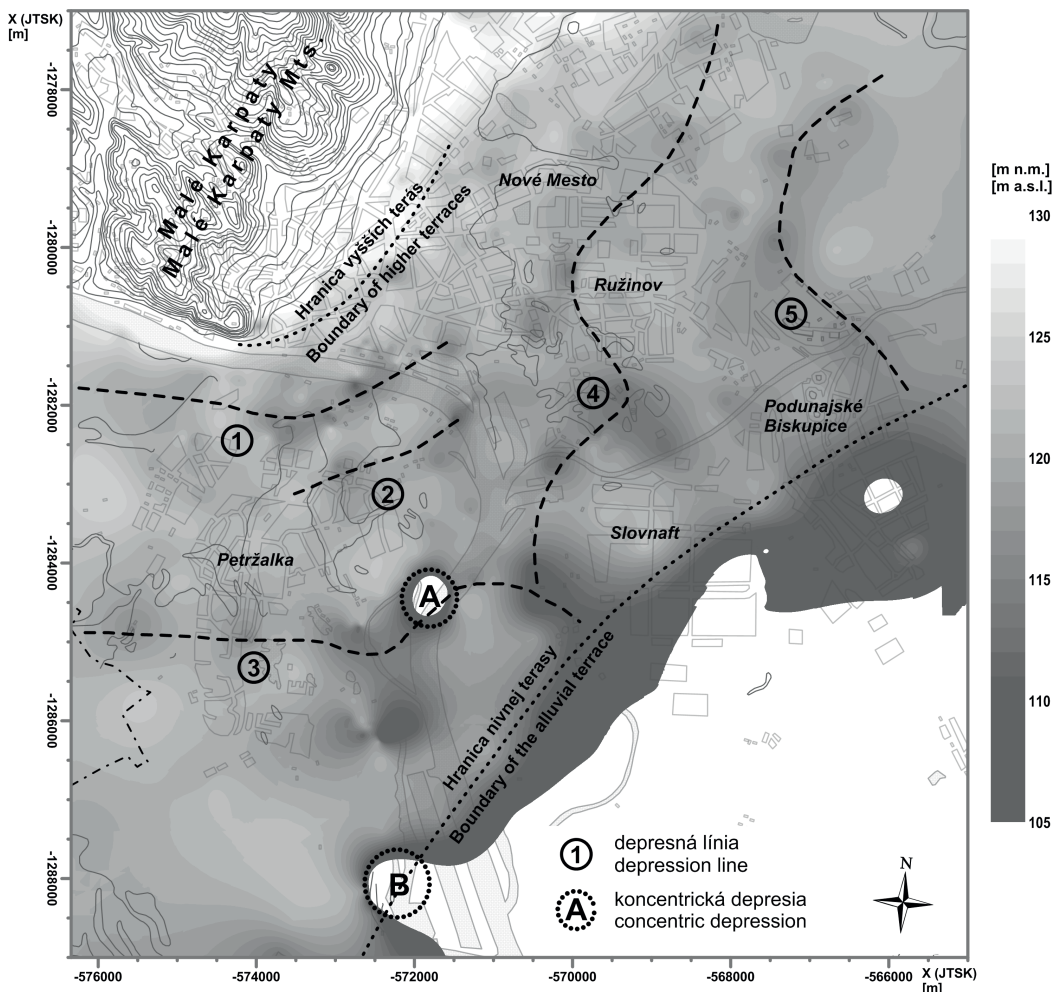
Línia ohraničujúca z juhovýchodu nívnu terasu (Obr. 6), prebiehajúca medzi Jarovcami a južnou časťou Podunajských Biskupíc a oddelujúca časti skúmaného povrchu s odlišným gradientom sklonu, sa zhoduje s pliocénnym zlomom vymedzeným na neotektonickej mape Slovenska (Maglay et al., 1999). Zlom oddeluje oblasti s malým poklesom na juhovýchode a veľmi malým výzdvihom na severozápade. Je teda možné konštatovať, že väčšina skúmaného územia leží v okrajovom vývoji gabčíkovej depresie s relatívne nízkym priemerným sklonom rozhrania útvarov oproti zvyšnej časti územia, čomu nasvedčuje aj odhadovaný sklon cca 0,17°. Juhovýchodnú časť územia tvorí samotná gabčíkova depresia s vyše trojnásobným sklonom skúmaného rozhrania (približne 0,58°).

Morfologické tvary rozhrania sedimentov kvartéru a neogénu pokladáme za fluviaálne erózne tvary, ako výsledok činnosti Paleodunaja. Nápadný je lineárny charakter týchto štruktúr a aj ich vetvovité spájanie sa. Tvorba koryt pozdĺž úpätia Malých Karpát severovýchodným smerom by mohla byť dôsledkom tiltingu blokov predneogénneho podložja panvy pozdĺž listrických zlomov. To by spôsobilo naklonenie povrchu smerom k pohoriu a laterálne rozšírenie ramien toku, ako uvádzajú Nagy et al. (2005). Nemožno však vylúčiť vplyv ďalšieho paleotoku prúdiaceho zo severovýchodu, pričom príčina umiestnenia koryta toku pri úpätí Malých Karpát by bola rovnaká.

Územie Petržalky vykazuje vyrovnanější priebeh povrchu sedimentov neogénu ako väčšina skúmaného územia, čo môže byť dôsledkom afinity vývoja tejto oblasti k Devínskej bráne, ako poukazuje Halouzka (1970).

6. DISKUSIA

Použitá metóda interpolácie postačuje len na schematické vyjadrenie skúmaných fenoménov, keďže rozloženie izolínií nepostihuje zákonitosti procesov sedimentácie, a nemusi ko-



Obr. 6. Situácia depresných línií a koncentrických depresií na povrchu neogénnych sedimentov.

Fig. 6. Location of depression lines and concentric depressions in Neogene sediments surface.

Tab. 1. Parametre lineárnych a koncentrických depresných štruktúr.

Tab. 1. Parameters of linear and concentric depression structures.

Číslo Number	Orientácia Orientation	Rozsah – Extent		
		Dĺžka [km] Length [km]	Relatívna hĺbka [m] Relative depth [m]	Priemerná šírka [m] Average width [m]
1.	Z-V	6	4 – 6	300
2.	JZZ-SVV	2,5	3 – 4	400
3.	Z-V	7	5 – 6	300
4.	SSV-JJZ	9	6 – 7	400
5.	SV-JZ až SZ-JV	5,5	5 – 7	400

Označenie Mark	Priemer [m] Diameter [m]	Relatívna hĺbka [m] Relative depth [m]
A	700	35
B	800	30

pírovať skutočnú geometriu skúmaných telies. Umožňuje však poukázať na generálne trendy v priebehu hraníc a môže byť cennou pomôckou pri tvorbe podrobných máp.

Stanovené kritériá pre odlíšenie fluvialnej a lakustrinnej sedimentácie poskytujú len orientačný nástroj stanovenia hranice medzi akumuláciami neogénu a kvartéru na základe litológie. Prechod v type sedimentačného režimu však býva často plynulý, čomu v danom prípade zodpovedá skrytosť skúmanej diskordancie. Je preto nevyhnutné podporiť zvolené kritériá novými a podľa možností využiť informácie, ktoré obsahujú archívne zdroje. Sľubné by mohlo byť využitie indexových parametrov zemín, najmä granulometrických analýz, častých v inžiniersko-geologických aj hydrogeologických správach. V okrajových zónach záujmového územia bližšie k depocentru panvy komplikuje situáciu výskyt pontských-pliocénnych psefitických fluvialnych sedimentov.

Pôvod morfológických tvarov na povrchu neogénnych sedimentov je pravdepodobne vo fluvialnej erózii. Predpokladaným činiteľom je paleotok Dunaja a jeho ramien, istotu v tomto konštatovaní by mohli poskytnúť napríklad početnejšie stratigrafické údaje.

Dve depresie (A a B) znázornené na obr. 6 sú pokladané za anomálne, keďže ich koncentrický tvar je pomerne ťažko vysvetliteľný. Teoreticky by mohli vzniknúť lokálnou subsidenciou v mieste ich výskytu. S vyššou pravdepodobnosťou sú súčasťou lineárnych depresíí vytvorených eróziou, pričom ich ďalšie časti nebolo možné vykresliť pre nehomogenitu a redšie pokrytie územia údajmi.

Pri vykreslení skúmaného povrchu nebolo zohľadnené jeho tektonické porušenie, predpokladané viacerými autormi (cf.

Vaškovský, 1986; Fordinál, 1993). Pre zahrnutie tektoniky v interpretácii bude nutné zvoliť osobitný prístup k údajom.

7. ZÁVER

Metódou archívneho výskumu bola vytvorená databáza 752 vrtov z oblasti aglomerácie mesta Bratislava. Cieľom práce bolo využiť získané sondy pre charakteristiku hrúbok kvartérnych akumulácií v skúmanej oblasti a na opísanie úrovne podložných neogénnych sedimentov. Ako grafické výstupy s uvedenými informáciami boli pomocou interpolácie vytvorené schematické mapy doplnené názorným geologickým rezom.

Pre riešenie problematiky malo vysokú dôležitosť stanovenie hranice medzi sedimentami kvartéru a podložnými sedimentami, ktoré v predmetnom území predstavujú neogénne súvrstvia. Na separáciu týchto členov boli zostavené základné litologické charakteristiky sedimentov neogénu, vyskytujúcich sa v skúmanej hĺbke pod kvartérnymi fluvialnymi akumuláciami. Pre formuláciu litologických kritérií boli využité archívne zdroje a čiastočne sa opierali o stratigrafické práce venované skúmanému územiu.

Z mapy úrovne povrchu neogénnych sedimentov skúmaného územia je možné konštatovať, že generálny sklon rozhrania na juhovýchod k centru gabčíkovej depresie je značne komplikovaný rôznymi morfológickými prvkami. Je možné predpokladať, že tieto prvky sú výsledkom fluvialnej erózneho činnosti Paleodunaja, prípadne niektorého z jeho ramien. Depresie v povrchu neogénnych sedimentov s pozoruhodným priebehom sa nachádzajú v husto zastavanej oblasti Bratislavy, a teda sa dá očakávať, že ďalším archívnym výskumom bude možné docie-

liť detailné opísanie týchto štruktúr. Na vytvorených mapách bola na základe sklonu povrchu neogénnych sedimentov určená hranica medzi okrajovým vývojom gabčíkovej depresie a samotnou depresiou, ktorá súhlasí s neotektonickou mapou Slovenska (Maglay et al., 1999).

Pri popise jednotlivých významnejších štruktúr bude vhodné využiť koreláciu s geomorfológiou a ramenami zakreslenými na historických topografických mapách. Taktiež na starších leteckých snímkach Bratislavy je vidieť priebeh ramien Dunaja, ktoré boli neskôr z dôvodu expanzie mesta vysušené a zastavané.

Podakovanie: Moje poďakovanie patrí Katedre geológie a paleontológie PriF UK, obzvlášť doc. RNDr. Jozefovi Hókovi, CSc. za cenné rady a taktiež firme EQUIS spol. s r.o. za poskytnuté archívne údaje a rady.

Literatúra

- Beránek P. & Májovský J., 1968: Bratislava - Petržalka - Rusovce – geoelektrické merania. Geofyzikálny prieskum. Ústav užitej geofyziky, Bratislava. Manuskript, Geofond – 20 052, Bratislava, 16 p.
- Čepek J., 1938: Tektonika komárenského kotlíka a vývoj podélného profilu čl. Dunaje. Sborník Ústředního Ústavu Geologického, 12, Praha, 33-64.
- Halouzka R., 1970: Geologický výskum kvartéru bratislavskej oblasti Podunajskej nížiny. Dielčia správa za rok: 1968-1970. Manuskript, Geofond – 33 242, Bratislava, 65 p.
- Hricko J., Martinovič M., Pospíšil M., Tkáčová H., Grand T., Szalaiová V., Šefara J. & Kružliak P., 1993: Bratislava – životné prostredie, abiotická zložka. Stav k 30.11.1992. Orientačný prieskum. Manuskript, Geofond – 79 730, Bratislava, 331 p.
- Fordinál K., 1993: Nové poznatky o tektonických pomeroch centrálnej časti Bratislavy (v okrajovej zóne Podunajskej nížiny). Geologické práce, Správy, 97, 61-67.
- Fordinál K. & Tuba L., 1992: Biostratigrafické a paleoekologické vyhodnotenie sedimentov územia centrálnej časti Bratislavy. Geologické práce, Správy, 96, 63-68.
- Janáček J. 1971: K tektonice pliocénu ve střední části Podunajské nížiny. Geologické práce, Správy, 55, 65-85.
- Koutek J. & Zoubek V., 1936: Vysvětlivky ke geologické mapě v měřítku 1:75 000. List Bratislava 4758. Knihovna Státního geologického ústavu Československé Republiky, svazek 18, Praha, 150 p.
- Kováč M., Synak R., Fordinál K. & Joniak P., 2010: Významné eventy v paleogeografii severnej časti Dunajskej panvy – nástroj na upresnenie stratigrafie jej vrchnomiocénnej a pliocénnej výplne. *Acta Geologica Slovaca*, 2, 1, 23-36.
- Kováčik M., Tkáčová H., Caudt J., Elečko M., Halouzka R., Hušták J., Kubeš P., Malík P., Nagy A., Petro M., Pristaš J., Rapant S., Remšík T., Šefara J. & Vozár J., 1996: Podunajsko – Danreg – národný projekt – geofyzikálny prieskum, vypracovanie máp a štúdií. Mapa genetických typov a hrúbok kvartérnych sedimentov 1:100 000. Manuskript, Geofond – 81 447, Bratislava, 266 p.
- Maglay, J., Halouzka, R., Baňacký, V., Pristaš, J. & Janočko, J. 1999: Neotektonická mapa Slovenska v mierke 1:500 000. MŽP SR, Geologická služba SR, Bratislava.
- Mazúr E. & Lukniš M., 1986: Geomorfologické členenie SSR a ČSSR. Mapa 1:500 000, 1. vydanie, Slovenská kartografia, Bratislava.
- Minaříková D., 1967: Sedimentárno-petrografický výskum piesčitých štrkov Žitného ostrova v oblasti vodného diela Dunaj. Závěrečná správa za rok 1966 (česky). Manuskript, Geofond – 17905/II., Bratislava, 43 p.
- Nagy A., Fordinál K., Brzobohatý R., Uher P. & Raková J., 1995: Vrchný miocén juhovýchodného okraja Malých Karpát (vrt Ma-1, Bratislava). *Mineralia Slovaca*, 27, 2, 113-132.
- Nagy A., Džurík J., Kovács T., Šipka F. & Šujan M., 2005: Geopotenciály a geobarriéry možnosti využitia dunajských ramien v inundačnom priestore z hľadiska riešenia v návrhu UPN. Geologická štúdia. Orientačný geologický prieskum životného prostredia. Manuskript, Equis, spol. s r. o., Bratislava. 51 p.
- Papšíková M., 1987: Biostratigrafické vyhodnotenie a interpretácia kvartéru a pliocénu na základe palynologického výskumu z územia Veľkej Bratislavy. Čiastková záverečná správa. Manuskript, Geofond – 64 776, Bratislava, 33 p.
- Porubský A., Droban V., Fekeč L. & Rak R., 1958: Hydrogeologický výskum pre druhý vodný zdroj mesta Bratislava. Hydrogeologický prieskum. Ústav stavebnej geológie, Žilina, Manuskript, Geofond – 3 068, Bratislava, 110 p.
- Schwarz F. & Valušiačková A., 1972: Bratislava - okolie, správa z geoelektrických meraní. Geofyzikálny prieskum. Manuskript, Geofond – 27 471, Bratislava, 11 p.
- Šajgalík J. & Hulman R., 1976: Geologické pomery centrálnej mestskej oblasti v Bratislave. Geologický průzkum, Praha, 1, 5-8.
- Šujan M., 2010: Kvantitatívne a kvalitatívne parametre kvartérnych sedimentov na území Bratislavy. Bakalárska práca, Prírodovedecká fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, 69 p.
- Tkáčová H. & Májovský J., 1987: Geofyzikálny výskum územia Veľkej Bratislavy a okolia, etapová správa za roky 1985-1986. Geofyzika, Bratislava. Manuskript, Geofond – 63 003.
- Vaškovský I., 1986: Príspevok k tektonike územia "Veľkej Bratislavy-juh". Geologické Práce, Správy, 84, Bratislava, 141-156.
- Vaškovský I. & Vašková E., 1977: Regionálny kvartérno-geologický výskum Žitného ostrova. Manuskript, Geofond – 41 281, Bratislava, 116 p.
- Vaškovský I., Kohút M., Nagy A., Plašienka D., Putiš M., Vašková E. & Vozár J., 1987: Stručné vysvetlivky ku geologickej mape 1:25 000, Veľká Bratislava – sever (prvý variant). Čiastková záverečná správa. Manuskript, Geofond – 65 151, Bratislava, 113 p.
- Vaškovský I., Vašková E., Fordinál K., Tuba L. & Nagy A., 1989: Zhodnotenie geologicko-tektonických pomerov centrálnej mestskej časti Bratislavy a Petržalky pre projektovanú výstavbu rýchlodráhy. Regionálny geologický výskum SSR – IV etapa. Manuskript, Geofond – 69 009, Bratislava, nestr.
- Žembery M. 1973^a: Inžiniersko-geologická mapa v mierke 1:25 000. List M-33-143-C-a, sprievodná správa (Bratislava). IGHP Žilina, závod Bratislava. Manuskript, Geofond – 32 215, Bratislava, 96 p.
- Žembery M., 1973^b: Inžiniersko-geologická mapa v mierke 1:25 000. List M-33-143-C-b, sprievodná správa (Bratislava – východ). IGHP Žilina, závod Bratislava. Manuskript, Geofond – 32 216, Bratislava, 92 p.

Summary: The study area is located in the south-western part of Slovakia in the conurbation of Bratislava city (Fig. 1). The paper presents newly compiled maps of the thickness of Quaternary sediments and the buried surface of the Neogene sediments for the area of Bratislava (Figs. 3. 4.) belonging to the western part of Gabčíkovo Depression.

A database of 752 boreholes, which were obtained from published and archival materials, was used for compilation of the maps. During the preparation of the database, criteria for the definition and separation of the Neogene and Quaternary sedimentary boundary were defined. Particular attention has been paid to the character of the Neogene/Quaternary contact, which is related to the transition from lacustrine to fluvial sedimentary regime. Because of a broader approach to the issue, a detailed structure of sediments in Bratislava terrace area located on the edge of the Malé Karpaty Mts., was not resolved.

According to the nature of the surface of Neogene sediments with the gradient orientation southeastwards, two territories of different slope gradient have been defined. These areas are separated by a line which coincides with a fault separating neotectonic subsidence and relatively uplift of the Danube Basin area (Maglay et al. 1999). This line also limits the alluvial terrace from the southeast (Figs. 5, 6).

In the area of the lower slope gradient (0.17°), which can be called alluvial terrace, depression-elevation structures in the surface morphology of Neogene sediments have been reported. These shapes considerably overlap the general slope trend of the area. Fluvial erosion and subsequent accumulation of Palaeo-Danube and its binnacles, or another stream was the expected process of their origin. Most of depressions are arranged more or less linear. Depressions on the right bank of the Danube in Petržalka suburb are oriented in W-E to WNW-ESE directions. In the northern part of the Danube left bank, the depressions are directed parallel to the foothill of Malé Karpaty Mts. with NNE-SSW direction. However, the southern part has a north-south direction. Described orientation may indicate the transport direction and erosion during surface shaping. In the area with higher slope gradient of the Quaternary/Neogene sediments boundary (0.58°), the course of depression structures disappears and the surface decreases uniformly. Reason of can be connected with the less density of drillings in above mentioned area.

Traces of the isolines generated by interpolation ignore geological processes and may not accept the real geometry of geological bodies. The presented maps contain original and essential information about general trends of the boundary between Quaternary and Neogene deposits.