

VLIV NEOTEKTONICKÉ AKTIVITY MORAVSKÉ ZLOMOVÉ ZÓNY NA VÝVOJ ÚDOLNÍ SÍTĚ NA STŘEDNÍM TOKU SVRATKY

Neotectonic activity of the Moravian fault zone and its influence on the Middle Svatka River valley network development

Mojmír Hrádek

Ústav geoniky AV ČR, v. v. i, Drobného 28, 602 00 Brno; e-mail: hradek@geonika.cz

(24-12 Letovice, 24-14 Boskovice)

Key words: Moravian fault zone, Svatka dome, neotectonics, paleovalley network

Abstract

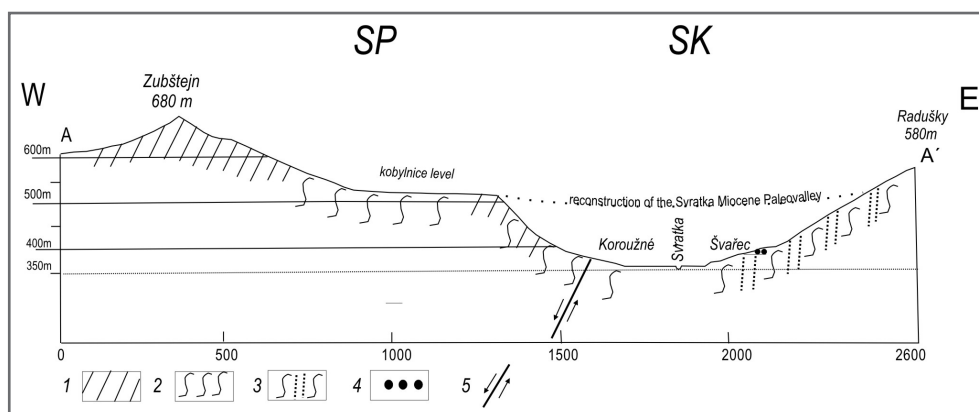
In tectonic valley of the middle course of the Svatka River and on flat water divides residues of paleovalley forms and fluvial gravels remained. Both paleovalley and gravels are much older than the highest river terrace at the foot of steep valley sides. Fluvial loams overlying gravel of the terrace have been paleomagnetically dated to Matuyama epoch in the Early Pleistocene. The Svatka paleovalley residue remained, thanks to lithologic control in hanging position above ca. 150 meters of the present valley bottom and gravels of paleostream thanks to water divide uplift. Relative tectonic movements induced by young saxonian neotectonic activity of the Svatka Dome after Lower Badenian, which in the lower Svatka valley caused tectonic subsidence of Miocene valley floor (with Miocene marine sediments transgression), fossilized old drainage pattern and triggered waves of headward erosion and valley downcutting.

Úvod

Údolí Svatky se liší od hlubokých údolí ostatních řek stékajících z východních svahů Českomoravské vrchoviny dvěma zvláštnostmi. Jednak tím, že je na středním toku, v Nedvědicke vrchovině, zčásti vyplněno miocenními sedimenty, které dosud sloužily za doklad jak jejich předmiocenního stáří, tak rozčleňování paleogenního zarovnaného povrchu (Demek 1965), jednak tím, že údolím probíhá tektonická hranice mezi svorovým pásmem svrateckého krystalinika (SP) a svrateckou klenbou moravika. Tvoří ji moravská zlomová zóna (MZZ) směru SZ–JV až SSV–JJZ, která údolí Svatky provází od Tišnovské kotliny po Koroužné.

Údolí Svatky

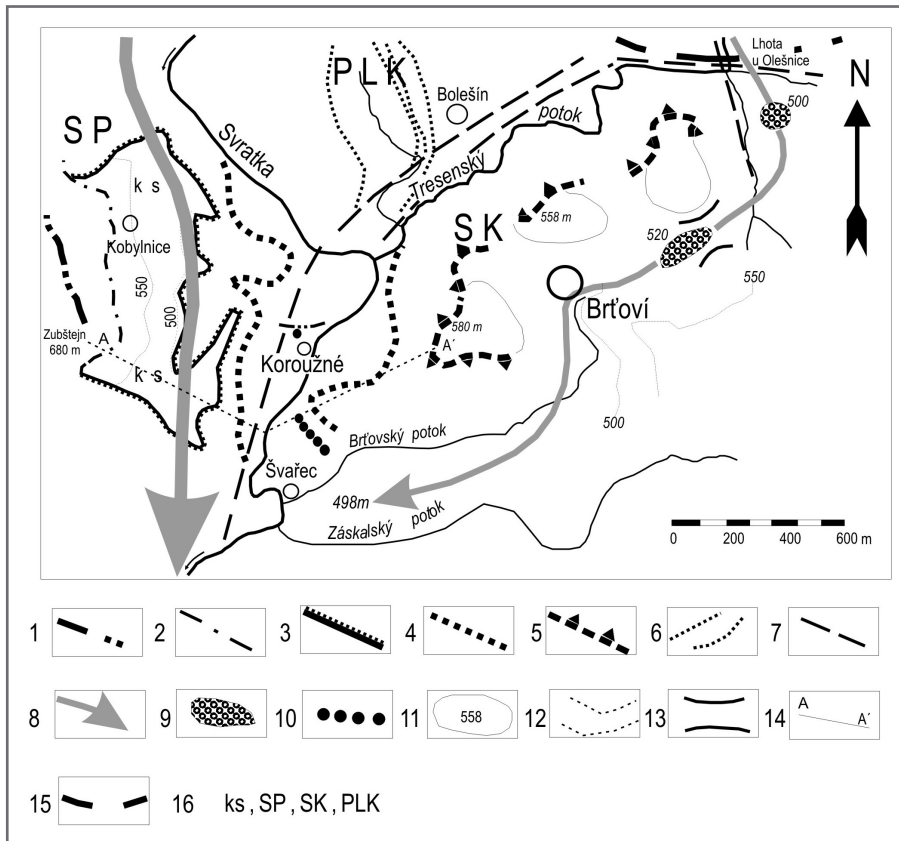
Geologický průzkum štolového přivaděče vody potvrdil v údolí Svatky u Švařce průběh zlomového pásma směru JZ–SV (Hašek – Šamalíková 1983), které od Koroužného přechází do údolí Tresenského potoka, přítoku zleva. Údolí Svatky je až 300 m hluboké a jeho příčný profil u Koroužného má specifické rysy (obr. 1). Na pravé straně, z. od Kobylnic, se zvedá zubštejnský hřbet (680 m n. m.). Při jeho v. úpatí leží v 2 km dlouhém úseku údolí měkce utvářený, mírně svažité povrch v rozmezí 500–530 m n. m., v 600–800 m širokém pásmu, ve visuté poloze nad strmými svahy, cca 150 m nad dnem údolí. Zubštejnský hřbet je budován odolnými ortorulami SP, plochý povrch při jeho úpatí málo odolnými svory SP. Strmé svahy až



Obr. 1: Geomorfologický profil údolím Svatky u Koroužného: 1 – ortorula (svratecká); 2 – svor; 3 – svor s vložkami pararul; 4 – nejvyšší staropleistocenní terasa s pokryvem fluvialních nivních hlín; 5 – zlom moravské zlomové zóny, SP – svorové pásmo, SK – svratecká klenba.

Fig. 1: Geomorphological cross section of the Svatka River Valley in Koroužné: 1 – Svatka orthogneiss; 2 – mica schists; 3 – mica schist bands turning with paragneisses; 4 – the highest Late Pleistocene river terrace with cover of fluvial floodplain loam; 5 – fault of the Moravian fault zone, SP – the mica schist belt, SK – the Svatka Dome.

130 m vysoké v trati Hora tvoří střední patro údolí „vyztužené“ pruhy svratecké ortoruly s foliací zapadající k Z. Spodní část údolí od úpatí strmého svahu, budovaná rovněž svorem, má sklon povrchu do 10°. Na této straně leží i z. tektonická hranice svratecké klenby moravika (SK). V Koroužném vystupuje vložka dolomitických vápenců, která se v prostředí svoru projevuje nápadně, jako strmý, k řece spadající, hřbítok. Plochý



Obr. 2: Geomorfologická mapa území u Koroužného na střední Svatce: 1 – strukturální hřbet; 2 – úpatí strukturálního hřbetu; 3 – horní hrana strmých údolních svahů; 4 – úpatí strmých svahů; 5 – horní hrana vyšší strany asymetrického údolí Svatky a Tresenského potoka; 6 – horninové pruhy poličského a letovického krystalinika levostranně vyvlečené na zlomech MZZ; 7 – zlomy MZZ; 8 – osy visutých úvalovitých paleoúolí Svatky a Tresenského potoka; 9 – místa s výškou fluviaálních štěrku paleotoku Tresenského potoka s uvedením nadmořské výšky; 10 – štěrk spodnopleistocenní terasy; 11 – nízké pahorky rozvodí s uvedenou nadmořskou výškou; 12 – vybrané vrstevnice; 13 – široké sedlo na rozvodí Tresenského potoka; 14 – příčný geologický profil; 15 – hranice oválné klenbové morfostruktury; 16 – zkratky (ks – kobylnický stupeň, SP – svorové pásmo, SK – svratecká klenba, PLK – poličské a letovické krystalinikum).

Fig. 2: Geomorphological map of the territory in surroundings of Koroužné on the middle Svatka River: 1 – crest of structural ridge; 2 – foot of structural ridge; 3 – upper edge of steep valley sides; 4 – foot of steep valley sides; 5 – upper edge of the higher side of the asymmetric Svatka River and Tresenský potok Creeks Valleys; 6 – belts of a tectonically dragged rocks of the PLK by sinistral strike - slip motion of the MZZ; 7 – faults of the MZZ; 8 – axes of a flat hanging paleovalleys; 9 – places with fluvial gravel of the Tresenský potok Creek Paleovalley and their altitude; 10 – the highest terrace of the Svatka River (Early Pleistocene); 11 – low hills of divide with altitude a. s. l.; 12 – selected contour lines; 13 – wide saddle on divide of the Tresenský potok Creek; 14 – geomorphological cross section; 15 – boundary of the oval domal morfostructure; 16 – abbreviations (ks – Kobylnice level, SP – mica shist belt, SK – Svatka Dome, PLK – Polička and Letovice crystalline complex).

povrch u Kobylnic vytváří při tomto uspořádání visutý stupeň nad pravou stranou údolí Svatky, který lze označit jako *kobylnický stupeň*. Protější levá strana údolí náleží k sz. části SK, k olešnické skupině tvořené metapelyty (svor, pararuly). Její svah se stává postupně strmější, stupeň analogický kobylnickému se v jeho horní části nezachoval. Úpatí strmých svahů se na obou stranách údolí pohybuje kolem 380–390 m n. m. (obr. 2).

Ve spodní části údolí byly zjištěny pozůstatky říčních teras. Ve stavební jámě úpravny vody ve Švařci byl na počátku 90. let 20. stol. odkryt hrubý říční štěrk s pokryvem hlinitých fluviaálních uloženin, které byly klasifikovány

jako hlinité nivní sedimenty (obr. 3). Paleomagnetické datování je umožnilo zařadit do spodní části epochy matuyama ve spodním pleistocénu, s předpokládaným stářím > 1,8 Ma (Kočí in Zeman – Růžičková 1995). Povrch hlinitých uloženin leží v nadmořské výšce cca 385 m, tj. necelých 30 m nad řekou, báze terasy cca 25 m. Také na povrchu zmiňovaného hřbítu z dolomitického vápence v cca 390 m n. m. se nacházejí volné balvany křemene až 0,7 m v delší ose. Níže na svahu se zachovaly pozůstatky mladších teras. Z provedeného datování lze odvodit, že pleistocennímu vývoji přes 200 m hlubokého údolí náleží pouze jeho spodní část, zbývající střední a horní část se musela vyvíjet v nejstarším pleistocénu a mladším neogénu. Tomuto zjištění odpovídá i existence kobylnického stupně, který lze chápat jako pozůstatek mělkého, úvalovitého paleoúolí Svatky (obr. 4) s navazujícím pedimentem, jaký byl v cca 550 m n. m. zaznamenán i v nedalekém údolí Bystřice – přítoku Svatky (Hrádek 1967). K potvrzení platnosti výše uvedeného předpokladu byly nalezeny další doklady v údolí Tresenského potoka a na rozvodí se Svatkou.

Údolí Tresenského potoka

Tresenský potok vytváří v úseku od Malého Tresného po Koroužné sevřený a hluboký údolní zářez směru nejprve S–J a od Lhoty u Olešnice ZSZ–VJV. Charakteristickým rysem úseku údolí od Lhoty ke Koroužnému je výšková nesouměrnost (obr. 5). Údolím prochází pásmo zlomů, které Frejvald (1965) označil jako *bolešínskou dislokační zónu* a Misař (1995) zakreslil jako dislokace, probíhající napříč údolím Svatky do údolí Tresenského potoka ve směru VSV–ZJZ. Zlomy, které lze přiřadit k MZZ, probíhají dle geologické mapy na pravé straně údolí a během variského vývoje na nich zřejmě došlo při levostranném posunu k vyvlečení pruhů hornin letovického a poličského krystalinika k JZ. Přítomnost zlomů se projevuje ohlasy na skalních



Obr. 3: Štěrka nejvyšší terasy Svratky (báze odkryvu) s pokryvem zvrstvených nivních hlín, odkrytý při stavbě úpravní vody ve Švařci. Stáří hlín bylo na základě paleomagnetického datování určeno ve spodní části epochy Matuyama (spodní pleistocén).
Fig. 3: Fluvial gravel of the highest terrace (base of outcrop) of the Svratka River in Švařec with layered floodplain loam cover paleomagnetically dated to Matuyama epoch (Early Pleistocene).



Obr. 4: Pohled na údolí Svratky u Koroužného. Na obzoru v pozadí zubštejnský hřbet (680 m), pod ním kobylnický stupeň ukončený zalesněným údolním srázem.
Fig. 4: View of the Svratka River Valley at Koroužné. In the background the Zubštejn Ridge (680 m), at foot of the ridge surface of the Kobylnice level is situated ended by steep forested scarps.



Obr. 5: Asymetrické údolí Tresenského potoka, s nižší, severní stranou u Bolešína a strmější, jižní u Brťoví. Pohled od západu.
Fig. 5: Asymmetrical valley of the Tresenský potok Creek with lower (northern) side in the left and higher (southern) in the right. View from the west.

srážech, místy i se subhorizontální striací. Geomorfologickým dokladem existence zlomů jsou pravouhlé ohyby toků, jak Tresenského potoka u Lhoty, tak menšího přítoku z. od Bolešína. U Bolešína se od tohoto pásma, na rozhraní mezi poličským a letovickým krystalinikem, odděluje *svojanovský zlom* (Mísař et al. 1983) směřující k severu. Mísař se také domnívá, že je to jižní pokračování svojanovského zlomu, které omezuje svrateckou klenbu na západě a probíhá údolím Svratky. V souvislosti se situací u Bolešína se zdá, že zde při západním okraji svratecké klenby vznikl tektonický uzel, jehož projevem by v prostoru mezi Lhotou u O., Křtěnovem a Olešnicí mohl být průnik metabazitů nacházející se uvnitř drobné, dosud blíže neidentifikované, klenbové struktury oválného půdorysu s vrcholem Kopaniny 688 m n. m., v území geologicky popsaném Weissem (1957).

Rozvodí Svratky a Tresenského potoka

Jedná se o plošinaté území ležící jižně od údolí Tresenského potoka s relikty vysoko, až 140 m, nad řekou Svratkou, položených štěrků v úrovni kolem 500–520 m n. m. v j. okolí Lhoty u Olešnice a u Brťoví. První výskyt pochází z mírného svahu j. nad údolím Tresenského potoka, v trati Prosecko, v úrovni 490–510 m n. m., druhý z místa cca 1 km odtud na JZ, v plochem sedle na rozvodí, v. od Brťoví, v polní trati Újezd, ve výšce cca 520 m n. m. V prvním případě se jedná o hojný výskyt převážně středního křemenného štěrku v ornici s dobře opracovanými valouny, zakreslený na Geologické mapě ČR 1 : 50 000 jako písčité fluvialní štěrky pliocenního stáří (Mísař et al. 1995), ve druhém jde o místo, kde je výskyt štěrku méně hojný, ale rovněž s dokonalými valouny, navíc na dně plochého úvalu odpovídajícího představě praúdolí (obr. 6). Lze usuzovat, že štěrky byly uloženy nejpravděpodobněji předchůdcem Tresenského potoka přicházejícím od severu. Dvě místa výskytu fluvialního štěrku umožňují určit směr toku a podle toho paleotok směřoval nejprve k J a dále se stáčil k JZ přes Brťoví ke Švařci. Jako jediné možné další pokračování praúdolí přítoku Svratky se jeví níže položený povrch rozvodí přítoků Svratky – Brťovského a Zásalského potoka



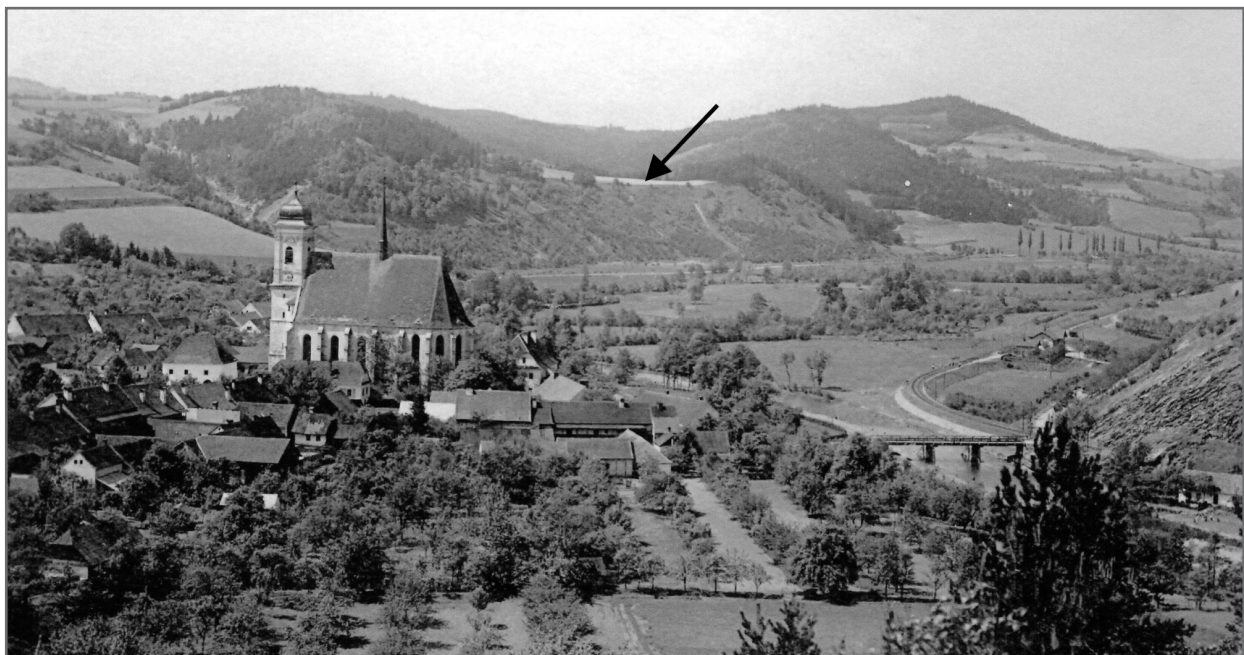
Obr. 6: Část paleoúdolí Tresenského potoka u Brťoví s výskytem ochuzeného štěrku (před lesem ve středu snímku).
Fig. 6: Part of the Tresenský potok Brook Paleovalley at Brťoví with occurrence of loosened gravel (in front of forest in center).

u Švařce, cca 500 m n. m., kde se přepokládá ústí do Paleosvratky. Povrch u Brťoví má znaky paleoreliéfu s řadou společných rysů s kobylnickým stupněm – nadmořskou výškou kolem 500 m, morfologií i původem. Pozornost byla věnována i složení štěrku, zejména od Lhoty u O. Kromě valounů křemene a záhnědovitého křemene obsahuje i valouny nažloutlých křemenců typu silkrusty (sluňáků) a lyditu, což je v souladu se stářím zarovnaného povrchu, ukazuje na vliv subtropického klimatu a mohlo by svědčit i o jejich vyšším stáří.

Netektonická aktivita zlomů MSP

Východím poznatkem o této části Českomoravské vrchoviny je, že krajina s rysy paleoreliéfu a pozůstatky praúdolí, se štěrky předběžně datovanými do pliocénu, byla součástí zarovnaného povrchu, který se v Českém masivu utvářel již od oligocénu (Czudek 1964). Oživení zlomů MZZ zde předpokládá Ivan (1991), když uvažuje o „regeneraci“ s. části svratecké klenby v údolí Křetínky a považuje ji za důsledek mladé saxonské zlomové a klenbové tektoniky. Hlavním dokladem tektonických pohybů na zlomech je přerušení odvodňování přítoku Paleosvratky k J, přes Brťoví ke Švařci. Vývoj dnešního údolí Tresenského potoka je pozdějšího data, než je stáří štěrku uchovaného na rozvodí. Za další doklad tektonických pohybů může sloužit zejména výšková asymetrie tohoto údolí patrná nejlépe u Bolešína (obr. 5). Svahy na jeho j. straně, u Brťoví, náležící SK, jsou až o 100 m vyšší než pravá strana. Asymetrie údolí a vůbec jeho existence by vodnímu toku přicházejícímu od S vytvořila překážku pokračovat dále k J. To znamená, že zlomové pásmo při okraji SK nebylo v době existence paleotoku tektonicky aktivní a nebránilo odvodňování k J. Později se situace změnila, neboť tektonicky aktivizovaný okraj SK již odvodňování tímto

směrem bránil. Nedošlo ale ke zdvihu okraje SK, protože úroveň povrchu se štěrkem (cca 500 m n. m.) na rozvodí i na kobylnickém stupni je shodná, naopak spíše k poklesu, buď úzké kry mezi dvěma zlomy na pravé straně údolí s poličským a letovickým krystalinikem nebo k jejímu flexurnímu prohnutí, či k obojímu, snad i vlivem horizontálního pohybu, za kterým by mohla stát např. extenze zmíněné klenbové morfostruktury. V důsledku poklesu na pravé straně by vzniklo nesouměrné údolí na zlomovém úhlu, které by vytvořilo překážku odvodňování k J a způsobilo změnu směru toku Tresenského potoka k JZ, k řece Svratce nad Koroužným. Starší odvodňování přítoku přes Brťoví v úrovni kolem 500 m n. m. proto potvrzuje existenci kobylnického stupně jako pozůstatku úvalovitého paleoúdolí Svratky, který se zachoval díky litologické kontrole. Zde ale nebyly podobné štěrky nalezeny, zřejmě vlivem větší exponovanosti nad hlubokým údolím, kde by bylo možné mluvit nanejvýše o skalní terase. Jinde v údolí středního toku Svratky se tvary tohoto visutého paleoúdolí v takové míře nezachovaly, protože podlehly erozi při zahlubování, zejména díky malé odolnosti svoru SP. Byl-li kobylnický stupeň identifikován jako předpleistocenní paleoúdolí Svratky, lze oprávněně předpokládat, že do tohoto údolí proniklo ve spodním badenu z karpatské předhlubně a z Boskovické brázdy moře a zanechalo zde své sedimenty. Potom lze také předpokládat, že v údolí středního toku Svratky směru SZ–JV až S–J u Štěpánovic, Borače a Nedvědice došlo k zaklesnutí spodnobadenských sedimentů (Schütznerová-Havelková 1969) poté, co po spodním badenu, v důsledku tektonického zdvihu, moře z této oblasti ustoupilo a v extenzním režimu došlo i k částečné regeneraci variských rulových klenb (Hrádek 1999). Výsledkem bylo tektonické údolí – prolom s miocenními sedimenty, lišící se tvarem i hloubkou od údolí výše



Obr. 7: Tektonické údolí Svratky u Doubravniku se zřetelnou pozicí pospodnobadenské terasy (pliocén?) v relativní výšce 60 m nad dnešním dnem, označené šipkou.

Fig. 7: Tectonic valley of the Svratka River at Doubravník with well visible position of post-Badenian terrace (Pliocene?) marked by arrow, 60 m above the river.

po toku, jaké bylo popsáno u Koroužného. V podélném profilu údolí vznikl náhlý, výrazný lom spádu označovaný jako tzv. „knickpoint“, který představoval silný zásah do vývoje údolí a projev tektonické aktivizace MSP. Štěrky na rozvodí u Lhoty a Brtovi potom zřejmě pocházejí ještě z doby před oživením MZZ a jejich stáří může být spodní baden, popřípadě starší. Ve vzniklém prolomu by jim mohly odpovídat štěrky a jemné písky na bázi výplně 40–50 m mocných spodnobadenských jílu na dně prolomu v Nedvědicí popsané Polákem (1960). Naopak níže, v tektonickém údolí Svatky u Doubravníku, rovněž s pozůstatky sedimentů spodního badenu, byly v trati Mravencová 380 m n. m. v krátkém úseku zjištěny říční štěrky 60 m nad řekou v pozici vysoké říční terasy spočívající na podkladu dvojslídneho svoru (obr. 7). Tato poloha zřejmě také dokládá výšku miocenní výplně údolí, na které mohla řeka volně meandrovat a divočít, a bylo-li to možné, dostat se i mimo miocenní výplň údolí [Pozn. Kromě výskytu štěrku u Doubravníka byl zjištěn dobře opracovaný křemenný štěrk také v sedle u Skorotic v 420 m n. m., cca 1 km v. od dnešního údolí Svatky a 100 m nad řekou Svatkou. Tento výskyt, který je ale na Geol. mapě ČSSR 1 : 200 000 vyznačen jako mořské tégly spodního badenu, nezapadá do vytvořeného schématu a může svědčit jenom o určité fázi vývoje údolí Svatky během stupňovitého poklesu na zlomech MZZ. Hřbet, který sedlo se štěrky odděluje od dnešního údolí, je považován za tektonicky deformovanou součást rulové klenby (Hrádek 1999)]. Křemenný štěrk v této vysoké pozici pochází zřejmě z doby až po zaklesnutí spodnobadenských sedimentů a vyznačuje se přítomností silicitu šedé barvy, jiného typu než u Lhoty u O., náležícího zřejmě k mladší skupině silicitů ze svrchního miocénu (srov. Andrejko-vič – Cílek 1999). Stáří této terasy je možno označit jako pospodbadenskou, pravděpodobně pliocenní.

V dalším vývoji dochází k postupnému vyklízení miocenních sedimentů z prolomů a v navazujícím údolí výše od Nedvědice k zpětnému eroznímu vyrovnávání výškové diference mezi dnem původního paleoúdolí v úrovni cca 500 m n. m. a miocenní výplně prolomu v úrovni 380 m n. m., což byla erozní báze v počátečním období vývoje po ústupu moře od Nedvědice. Celková mocnost tektonicky zaklesnutých sedimentů miocenní výplně mohla činit až 100 m. Odrazem vyrovnávání výškového rozdílu bylo postupné zahlubování údolí po spodním badenu od Nedvědice ke Koroužnému a výše a vznik středního a spodního patra údolí. Tento proces prohlubování údolí zpětnou erózí a označovaný jako „knickpoint migration“ dosud neskončil, protože miocén dosud nebyl zcela vyklízen. Střední úsek údolí mezi kobylnickým stupněm a nejvyšší říční terasou u Švařce, v rozmezí výšek 500–390 m n. m. u Koroužného je zřejmě bez říčních teras, což může svědčit pro zahlubování údolí s převahou hlubkové eroze nad schopností akumulovat materiál.

Diskuze a závěr

Vývoji říční a údolní sítě v povodí střední Svatky stejně jako projevům mladší tektoniky nebyla doposud věnována pozornost. Jedinými doklady pro stanovení vývoje říční sítě v povodí střední Svatky jsou zatím spodnobadenské sedimenty uložené v úseku údolí Tišnov – Nedvědice a hlinitý pokryv nejvyšší pleistocenní říční terasy, které umožňují rámcové rozlišení fluvialních štěrků na předspodbadenskou, pospodbadenskou a staropleistocenní. Bez přítomnosti datovaných sedimentů je obtížné vývoj říční sítě i dobu tektonické aktivity stanovit. Napomoci může znalost reliéfu krajiny vyjádřená podrobným popisem utváření povrchu, údaji o odolnosti hornin i poznatky ze širšího okolí, což jsou jediná dostupná data, na jejichž základě lze dospět induktivní a deduktivní metodou k celkovým empirickým závěrům, vždy však s jistou mírou pravděpodobnosti.

K neotektonické aktivizaci MZZ, která zřejmě zasáhla i údolí Tresenského potoka, došlo ještě během spodního badenu nebo po jeho skončení saxonským oživením variských zlomů. V době spodnobadenské transgrese, kdy moře proniklo do mělkého úvalovitého paleoúdolí Svatky, zde říční síť již existovala a vlivem neotektonické aktivizace byly některé úseky paleoúdolí opuštěny. Na vyvolání vlny zpětné eroze a zahlubování údolí se kromě zaklesnutí miocenních sedimentů značnou měrou podílel i celkový zdvih Nedvědicke vrchoviny jako odezva vzdálených zdrojů napětí v karpatském orogenu. S aktivizací MZZ je spojena i jistá regenerace rulových klenb v SK, popsaných jako oválné hrástové morfostruktury (Hrádek 1999), které jsou na zlomové pásmo MSP bezprostředně vázány, jak ukazuje např. místo výskytu štěrku u Skorotic. V údolí střední Svatky můžeme rozlišit dva typy údolí, které měly odlišný vývoj. Jednak tektonická údolí – prolomy vyplněné miocenními sedimenty, jednak údolí erozní, kde tyto sedimenty nebyly vůbec uloženy. U prvního byl vývoj a vznik teras závislý na vyklízení miocenních sedimentů u druhého na postupu zpětné eroze.

Srovnáme-li pozici třetihorních fluvialních sedimentů v povodí střední Svatky se schematickým příčným profilem říčními terasami v Dyjsko-svrateckém úvalu (Tyráček – Havlíček 2009) najdeme jednak shody, ale i rozdíly. Určitá shoda panuje mezi nejvýše položenými štěrky od Lhoty u O., které však nelze označit za říční terasu, s nejvyšší terasou schématu označenou číslem XII., v relativní úrovni 130 m nad současným tokem Dyje, a to jak v relativní výšce, tak i přítomností starších silicitů. Naopak štěrk od Doubravníku by svojí relativní výškou 60 m nad úrovní Svatky ležel mezi terasami VI. a VII. ve schématu, podle přítomnosti mladšího typu silicitu však náleží spíše mezi vyšší – IX. až X. Je to s největší pravděpodobností výsledek miocenních a pomiocenních neotektonických pohybů, které činí údolí střední Svatky geomorfologicky výjimečným.

Poděkování

Práce vznikla s podporou RVO: 68145535 Ústavu geoniky AV ČR, v. v. i.

Literatura

- Cílek, V. – Andrejkovič, T. (1999): Silicity z Čížova: příspěvek ke geomorfologii miocénní krajiny Podyjí. – *Thayensia*: sborník původních vědeckých prací z Podyjí, 2, 1–33.
- Czudek, T. (1964): Development of the surface of levelling in the Bohemian Massif with special reference to the Nížký Jeseník Mts. – Sborník ČSSZ, Supplement for the XX-th Int. Geogr. Congress, London 1964, 47–53.
- Demek, J. et al. (1965): Geomorfologie Českých zemí. – Nakladatelství ČSAV. 335 s. Praha.
- Hašek, V. – Šamalíková, M. (1981): Inženýrsko-geologické zhodnocení štolového přivaděče vody Vír – Brno. – Sborník geologických věd, Hydrogeologie, inženýrská geologie, 17, 129–143, Praha.
- Hrádek, M. (1967): Pediments in the Bohemian Highlands (Czechoslovakia, Western Part). – Sborník Československé společnosti zeměpisné, 72, 4, 247.
- Hrádek, M. (1999): Oválné hrástové morfostruktury ve svratecké klenbě. – Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku v r. 1998, Brno, 12–14.
- Ivan, A. (1991): Morfotektonika údolí Křetínky. – In: Novák, V.: Sborník referátů z geografického symposia k 100. výročí narození významného čs. geografa Františka Vitáska, MU Brno, 105–113, Geografický ústav ČSAV, Brno.
- Mísař, Z. – Dudek, A. – Havlena, V. – Weiss, J. et al. (1983): Geologie ČSSR I, Český masív. – Státní pedagogické nakladatelství, Praha.
- Mísař, Z. – Nekovařík, Č. – Zelenka, P. (1995): Geologická mapa ČR 1 : 50 000, list 24-12 Letovice. – Český geologický ústav Praha.
- Polák, A. (1960): Nerostné bohatství Bystřicka. – Krajské nakladatelství Brno. 76 s. Brno.
- Schütznerová-Havelková, V. (1969): Miocén v údolí Svratky sz. od Tišnova. – Časopis pro mineralogii a geologii, 14, 305–314.
- Tyráček, J. – Havlíček, P. (2009): The fluvial record in the Czech Republic: A review in the context of IGCP 518. – *Global and Planetary Change*, 68, 311–325.
- Weiss, J. (1957): Petrografie bazických hornin západně od Olešnice na Moravě. – Sborník Ústředního ústavu geologického, 23, 1, 29–60.
- Zeman, A. – Růžičková, E. (1995): Position of fluvial loams on the floodplain in the quarternary sedimentation cycle. – In: Růžičková, E. – Zeman, A. (eds): Manifestation of climate on the Earth's surface at the end of Holocene, 170–174, Geologický ústav ČSAV, Praha.