

## Srovnávací studie zdrojnic Berounky ve vztahu k území města Plzně

Jan Kopp

*kopp@kge.zcu.cz*

*Katedra geografie, Západočeská univerzita v Plzni, Veleslavínova 42, 30619 Plzeň*

### **J. Kopp: Comparative study of the Berounka river tributaries relation to the City of Pilsen.**

This study deals with the hydrographical, hydrological, geomorphological and ecohydrological evaluation of the Berounka river tributaries at their confluence in Pilsen. This work concentrates on the comparative study of four rivers (Mže, Radbuza, Úhlava, Úslava). The hydrographic analysis is important part of the watersheds comparison. Differences of the hydrographical parameters (catchment area, altitude of springs, order in the river network) are typical for all the Berounka river tributaries. This study presents also the difference of the hydrological parameters (annual discharges, runoff variability), geomorphological parameters (balance of the longitudinal profile, hypsographical integral) and ecohydrological parameters as well (water quality, quality of land use in the flood plain). This differences influence the City of Pilsen area and its water resources and flood hazards. Flood impacts correspond to unacceptable anthropogenic changes and to hydrographical and geomorphological attributes of catchments.

**Key words:** Berounka river, City of Pilsen, hydrographic analysis, fluvial geomorphology, ecohydrology

## Úvod

Příspěvek se zabývá podrobnými charakteristikami zdrojnic Berounky, které se stékají v Plzeňské kotlině a tak značnou měrou ovlivňují vlastní město Plzeň. Řeky Mže, Radbuza, Úhlava a Úslava mají relativně srovnatelné parametry a společně tvoří kostru většovitě až radiálně uspořádané říční sítě jihozápadních Čech. Diskusi o hydrografii soutokového uzle na území Plzně v poslední době otevřelo městské zastupitelstvo, usilující o revizi názvu řeky Berounky. Historický název Mže od Plzně k Vltavě byl v minulosti postupně nahrazován označením Berounka, dnes hydrograficky zavedené od soutoku Mže a Radbuzy. V této souvislosti se připomíná, že Mže je nejvýznamnější zdrojnicí Berounky, ovšem skutečnost není zcela jednoznačná.

Předložený příspěvek si klade za cíl porovnat hydrografické, hydrologické, geomorfologické a ekohydrologické parametry čtyř uvedených zdrojnic Berounky a tak rozšířit poznání o jejich odtokovém režimu. Zároveň je cílem některé rozdíly vysvětlit ve vzájemných vazbách jednotlivých povodí.

## 1 Metodika zpracování

Charakteristiky toků a jejich povodí byly zpracovány na základě dostupných statistik a datových zdrojů (HMÚ 1965, 1967, ČHMÚ 1996, 2002, 2006, VLČEK 1971, VLČEK AJ. 1984, POVODÍ VLTAVY 2004, VÚV PRAHA 2006). Srovnání bylo provedeno na podkladě odvození jednotlivých hydrografických, hydrologických, geomorfologických a ekohydrologických parametrů, jejich grafické prezentace s vysvětlením vzájemných rozdílů. Metodika odvození většiny parametrů vychází z běžných hydrologických standardů a metodik zpracování dat (KEMEL 1996, WILHELM 1993). Další méně používané charakteristiky, zejména z oblasti fluviální geomorfologie (KNIGHTON 1998,

VLČEK A ŠINDLAR 2002), jsou vysvětleny dále v textu. Zároveň bylo využito i vlastního výzkumu, zejména v otázce plaveninového režimu (KLIMENT A KOPP 1997) a ekohydrologických parametrů. Vysvětlení vazeb probíhalo na základě vlastních zjištění i poznatků z literatury.

Hodnocení zdrojnic Berounky bylo zatím publikováno v literatuře jen omezeně (KLIMENT A KOPP 1997), častěji spíše v popularizační formě (BŘICHÁČEK 2004, ZAHRADNICKÝ A MACKOVČIN 2004). Podrobněji byly hodnoceny pouze regionální vztahy mezi fyzickogeografickými podmínkami a odtokem (KAŠPÁREK, JEDLIČKOVÁ, HALENKOVÁ 1980, KAŠPÁREK A KOLÁŘOVÁ 1987, KOPP 2003, 2005).

Hydrografické ukazatele patří k základním fyzickogeografickým charakteristikám povodí. V hydrologické praxi mají hydrografické charakteristiky důležité postavení, protože se používají jako proměnné regresních vztahů pro nepřímé odvození charakteristik odtokového režimu (např. KAŠPÁREK, JEDLIČKOVÁ, HALENKOVÁ 1980, KOPP 2003), dále jako fyzickogeografické parametry pro hydrologickou regionalizaci (např. SOLÍN AJ. 2000) nebo jako vstupní parametry hydrologického modelování (např. TRIZNA A KYZEK 2002). Z hydrografických charakteristik mají nejtěsnější vazbu k odtoku parametry vyjadřující sklonitostní poměry povodí a vodního toku. Vztah mezi 100-letým specifickým odtokem ( $q_{100}$ ) a fyzickogeografickými podmínkami povodí na území ČR podrobně analyzovali KAŠPÁREK, JEDLIČKOVÁ, HALENKOVÁ (1980). Největší váhu sklonu povodí přisuzují také výsledky dalších výzkumů (KŘÍŽ 2000, GREŠKOVÁ 2001). Vzhledem k významnosti tohoto faktoru je ovšem vhodné zaměřit pozornost na výstižnější vyjádření morfometrie povodí pomocí přesnějších ukazatelů jako je střední sklon povodí nebo hypsografický integrál (BÍL 2003). Na základě průběhu hypsografické křivky (z dostupných dat odvozených na digitálním modelu reliéfu) v relativních souřadnicích byl vypočítán hypsografický integrál jako velikost plochy omezená hypsografickou křivkou a osami grafu. Velikost hypsografického integrálu patří mezi základní geomorfologické charakteristiky povodí a teoreticky by měla korespondovat s geomorfologickým stářím území (STRAHLER IN BÍL 2003).

Pro povodí Berounky byla v minulosti zpracována analýza m-denních průtoků (KAŠPÁREK A KOLÁŘOVÁ 1987). Pro hodnocení průtoků jsou v tomto příspěvku použita data publikovaná ČHMÚ (1996), doplněná dalšími informacemi tohoto podniku. Pokud není uvedeno jinak, jsou hydrologická data odvozena z časového období 1931-80.

Ekohydrologické vlastnosti toků a jejich monitoring jsou podrobně metodicky vysvětleny v předchozích pracích autora (KOPP 2004A, 2004B, 2006).

V ekohydrologické části byla hodnocena diferenciací podmínek plošné eroze a souvisejícího vstupu fosforu z plošných zdrojů v dílčích povodích podle vymezených vodních útvarů. Pro hodnocení zátěží a smyvu fosforu erozí byly jako základní údaje využity výsledky z projektu VÚV T.G.M. VaV 650/04/98 „Omezování plošného znečištění povrchových a podzemních vod v ČR“ (POVODÍ VLTAVY 2004).

Pro hlavní toky na území města Plzně bylo provedeno vlastní hodnocení struktury ploch v širším zázemí toku. Agregované kategorie využití ploch vycházejí z územního plánu města Plzně. Při tomto hodnocení byly navržené kategorie využití pozemků zahrnuty do jedné kategorie se stávajícími. Širší zázemí vodních toků představuje převažující kategorii využití území navazující na případné úzké nivní pásy podél toků (KOPP 2006).

## 2 Výsledky

### 2.1 Hydrografické charakteristiky

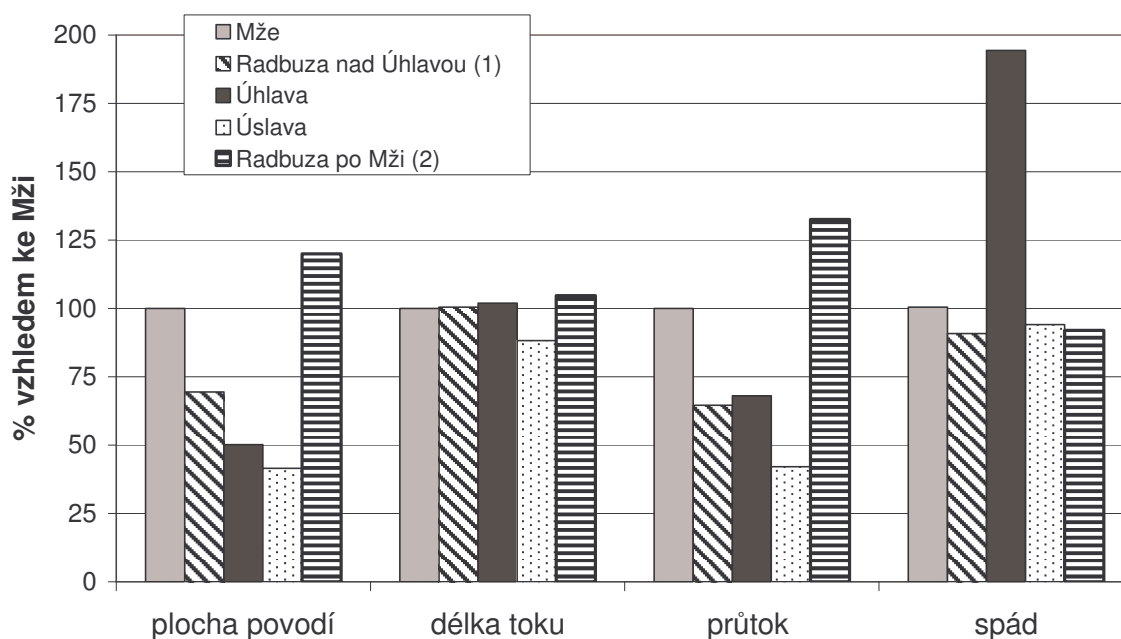
Porovnáme-li základní hydrografické parametry plzeňských zdrojnic Berounky (tab. 1, obr. 1), vidíme, že mají srovnatelnou délku toku, ovšem liší se v rozloze povodí a vodnosti. Při porovnání řek uvažujeme dvě varianty: (1) Radbuzu pouze k soutoku s Úhlavou a (2) Radbuzu po soutok se Mží (orientační obr. 6).

**Tab. 1: Základní hydrografické charakteristiky plzeňských zdrojnic Berounky**

Tok	Řád toku		Plocha povodí (km <sup>2</sup> )	Délka toku (km)	Průměrný průtok (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Absolutní spád toku (m)
	ČR	Strahler				
Mže – soutok s Radbuzou	III.	6.	1824	106,5	8,60	426
Radbuzu – nad Úhlavou (1)	IV.	6.	1266	107	5,55	385
Radbuzu – po soutok se Mží (2)	IV.	7.	2188	111,5	11,40	390
Úhlava – ústí do Radbuzy	V.	6.	915	108,5	5,85	824
Úslava – ústí do Berounky	IV.	5.	757	94	3,62	399

Zdroj: vlastní zpracování dle dat POVODÍ VLTAVY (2004), ČHMÚ a VÚV PRAHA (2006)

Vysvětlivky: řád toku ČR – je uveden podle tradiční vodohospodářské klasifikace, Strahler – podle klasifikace používané ve fluvialní geomorfologii a v Plánech povodí.



**Obr. 1: Srovnání hydrografických parametrů zdrojnic Berounky. Parametry Radbuzy počítány nad soutokem s Úhlavou a po soutok se Mží.**

Zdroj: vlastní zpracování dle dat POVODÍ VLTAVY (2004) a ČHMÚ

Rozdílné plochy povodí se promítají do velikosti průtoků jen částečně. Z podrobnějšího zpracování (tab. 2) je potom patrné, že Úhlava vykazuje vyšší a Úslava nižší hodnoty specifického odtoku (velikost odtoku z jednotkové plochy). Z hydrografického hlediska se považuje Mže za hlavní zdrojnic Berounky, přestože je

v délce toku s nepatrným odstupem až na třetím místě. V ostatních parametrech (plocha povodí a průtok) dominuje Mže jedině v případě, že Radbuza nehodnotíme na soutoku se Mží, ale ještě před zaústěním Úhlavy. Z hlediska hierarchického uspořádání říční sítě je dle tradiční vodohospodářské klasifikace označována Mže za tok III. řádu (HMÚ 1965, Vlček aj. 1984), tedy jako pramenná zdrojnice Berounky. Podle geomorfologické klasifikace (dle STRAHLERA IN WILHELM 1993, POVODÍ VLTAVY 2004) je však na soutoku Mže a Radbuzy významnějším tokem Radbuza protože je již od soutoku s Úhlavou klasifikována jako tok 7. řádu, stejně jako pokračující Berounka. Strahlerově klasifikaci přitom dává přednost i nová vodohospodářská dokumentace Plánů povodí dle evropských směrnic (POVODÍ VLTAVY 2004).

## 2.2 Hydrologické charakteristiky

Režim plzeňských řek patří ke středoevropskému pluvio-niválnímu (dešťovo-sněhovému) typu, který je charakterizován pravidelným zvětšováním průtoků v průběhu jarního tání sněhu, přičemž extrémy se mohou vyskytnout v kterémkoliv ročním období. Největší průměrný měsíční odtok bývá v březnu, kdy odtéká v průměru 15 % celoročního množství vody, v nejsušším měsíci září je to jen 4,5 % (Berounka – Bílá Hora). Mezi odtokovými režimy má nejvíce rozkolísaný režim řeka Úslava (obr. 2). Přirozený odtokový režim je do určité míry ovlivňován vodohospodářskými díly, která v období sucha zvětšují průtok pod nádržemi, v případě povodní naopak svou retenční schopností snižují vrchol průtokových vln a časově jej zpožďují. Největší význam má v tomto směru vodní dílo Hracholusky na Mži, částečně se též projevuje vliv nádrže Nýrsko na Úhlavě. Vodní nádrž České údolí, vzhledem ke svým parametrům, má na hydrologický režim Radbuzy jen velmi omezený vliv.

**Tab. 2: Základní odtokové charakteristiky hydrologických stanic soutokového uzle**

Tok	Stanice	Plocha km <sup>2</sup>	Q <sub>a</sub> m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	Q <sub>100</sub> m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	3. SPA		Nejvyšší naměřený stav		
					cm	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	cm	m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup>	datum
Mže	Hracholusky	1609,38	8,28	326	300	84,6	372	126	29. 5. 2006
Radbuza	Lhota	1179,38	5,32	261	310	78,3	432	360	13. 8. 2002
Úhlava	Štěnovice	893,18	5,82	263	320	132	513	398	13. 8. 2002
Berounka	Bílá Hora	4016,55	20,00	790	450	259	799	858	13. 8. 2002
Úslava	Koterov	733,94	3,53	334	200	60,6	371	459	13. 8. 2002

Zdroj: ČHMÚ

Vysvětlivky: Plocha – rozloha povodí k profilu stanice, Q<sub>a</sub> – dlouhodobý průměrný průtok, Q<sub>100</sub> – 100-letý průtok, 3. SPA – nejvyšší stupeň povodňové aktivity, stav ohrožení, Nejvyšší zaznamenaný stav se vztahuje k období hydrologických měření ve stanici, nikoliv k historickým povodním.

Plzeňská kotlina je místem, kde dochází k soustředění odtoku čtyř řek do jediného koryta Berounky. Její průtočný profil na počátku úzkého a zahloubeného kaňonu za městem, tj. bezprostředně po soutoku s Úslavou, je proto limitující lokalitou při povodňových situacích. Přechod z široké inundace do ústí kaňonu za povodní nepříznivě ovlivňuje podélné profily hladiny Úslavy, Radbuzy a Mže na území města Plzně. V soutokovém uzlu může navíc za určitých podmínek docházet ke sčítání povodňových vln, což zvyšuje velikost kulminace na Berounce a rozsah záplav ve městě. To se projevilo i při extrémní povodni v srpnu 2002, kdy byla povodňová vlna Berounky složena z extrémních průtoků plzeňských řek (tab. 2). Pouze u Mže, jejíž povodňová vlna

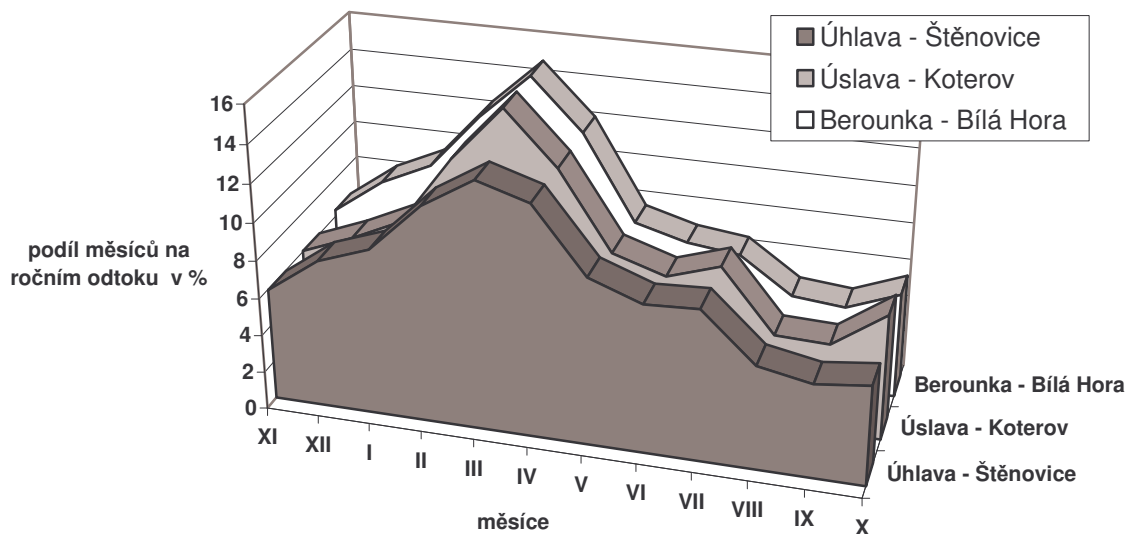
byla nesrovnatelně menší než u ostatních toků, se podařilo průchod povodně ještě navíc zpomalit retencí v nádrži Hracholusky. Nejvyšší extremity dosáhla kulminace na Úslavě, kde byl průtok vyhodnocen jako více než 1000-letý (pravděpodobnost opakování v průměru jednou za 1000 let). Režim Úslavy lze přitom trvale charakterizovat jako nejvíce rozkolísaný i vzhledem k minimálním průtokům, jak dokumentuje křivka překročení m-denních průtoků (obr. 3).

Základní charakteristiky odtoku, vztažené k hydrologickým stanicím (tab. 3), vypovídají o rozdílech v jednotlivých povodích, zejména u specifického hodnot odtoku průměrného a 355-denního ( $q_a$  a  $q_{355}$ ). Příčiny je možné hledat ve sklonitosti povodí a vlivu nadmořských výšek s vyšším úhrnem srážek, což dále dokládají hypsografické křivky (obr.4).

**Tab. 3: Odvozené charakteristiky vybraných stanic na zdrojnicích Berounky**

Povodí	Název stanice	Plocha (km <sup>2</sup> )	$Q_a$ (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	$Q_{100}$ (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	$H_s$ (mm)	$q_a$ (l.s <sup>-1</sup> .km <sup>2</sup> )	$Q_{355}$ (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	odtok. koef.	$q_{355}$ (l.s <sup>-1</sup> .km <sup>2</sup> )
Mže	Stříbro	1144,8	6,69	254	651	5,8	1,02	0,28	0,89
Radbuza	Staňkov	700	3,7	200	675	5,29	0,68	0,25	0,97
Úhlava	Štěnovice	897,3	5,82	263	683	6,49	1,03	0,30	1,15
Berounka	Bílá Hora	4015,6	20,00	790	640	4,98	3,53	0,25	0,88
Úslava	Koterov	734,3	3,53	334	628	4,81	0,31	0,24	0,42

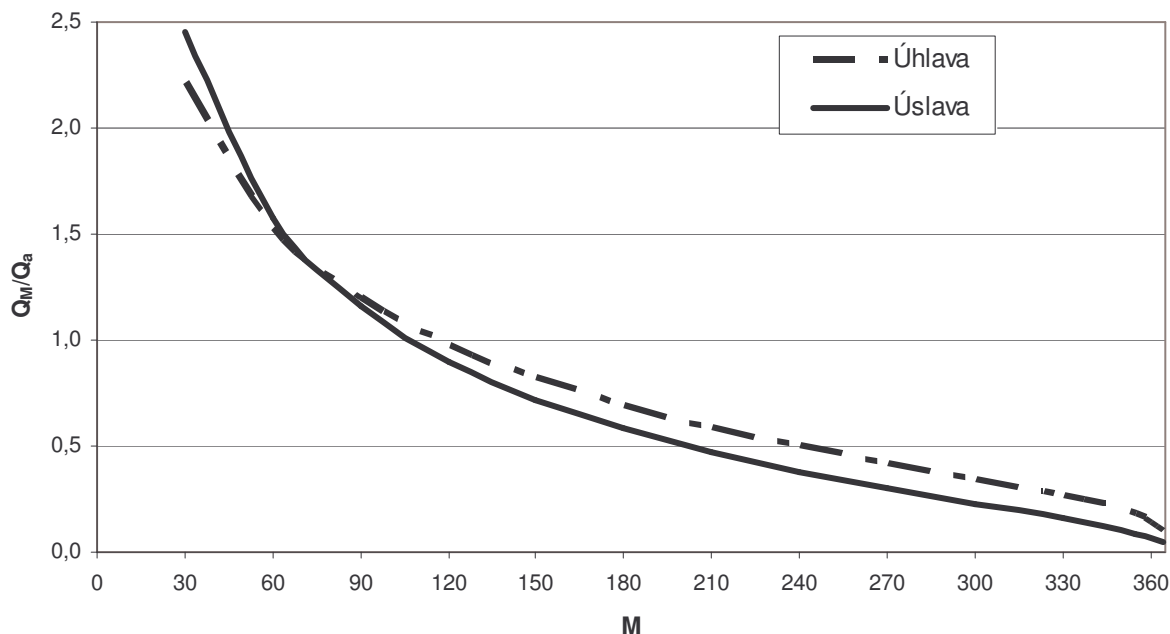
Zdroj: vlastní zpracování, primární data ČHMÚ (1996)



**Obr. 2: Režim odtoku plzeňských řek podle průměrných měsíčních průtoků za období 1931 – 1980 ve vybraných stanicích.**

Zdroj: vlastní zpracování, primární data ČHMÚ





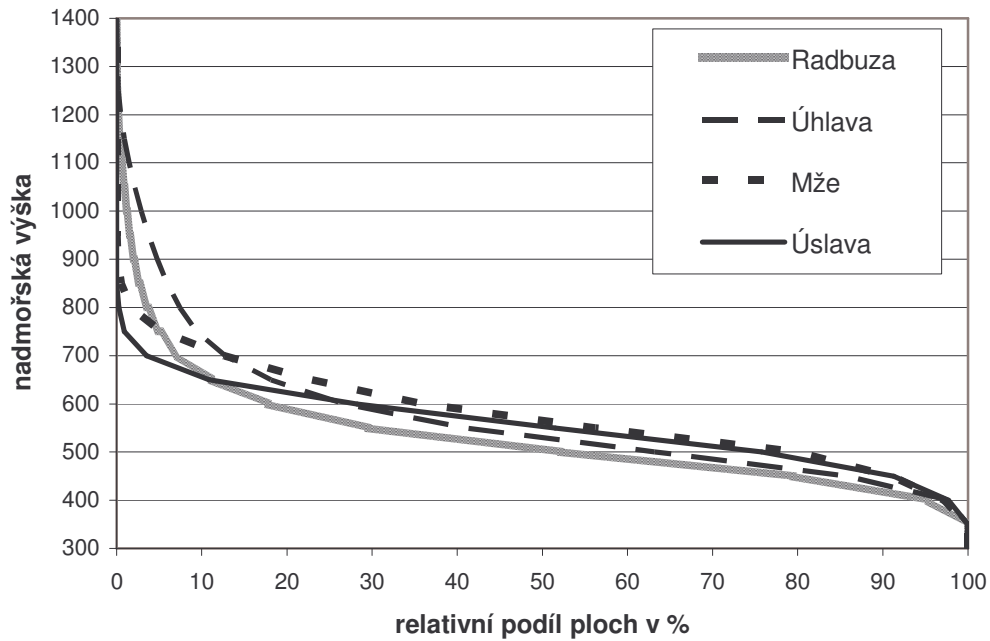
**Obr. 3: Porovnání rozkolísanosti odtoku Úhlavy a Úslavy podle křivek překročení m-denních průtoků za období 1931 – 1980 v hydrologických stanicích Štěnovice – Úhlava, Koterov – Úslava. Hodnoty průtoků normovány průměrem.**

Zdroj: vlastní zpracování, primární data ČHMÚ (1996)

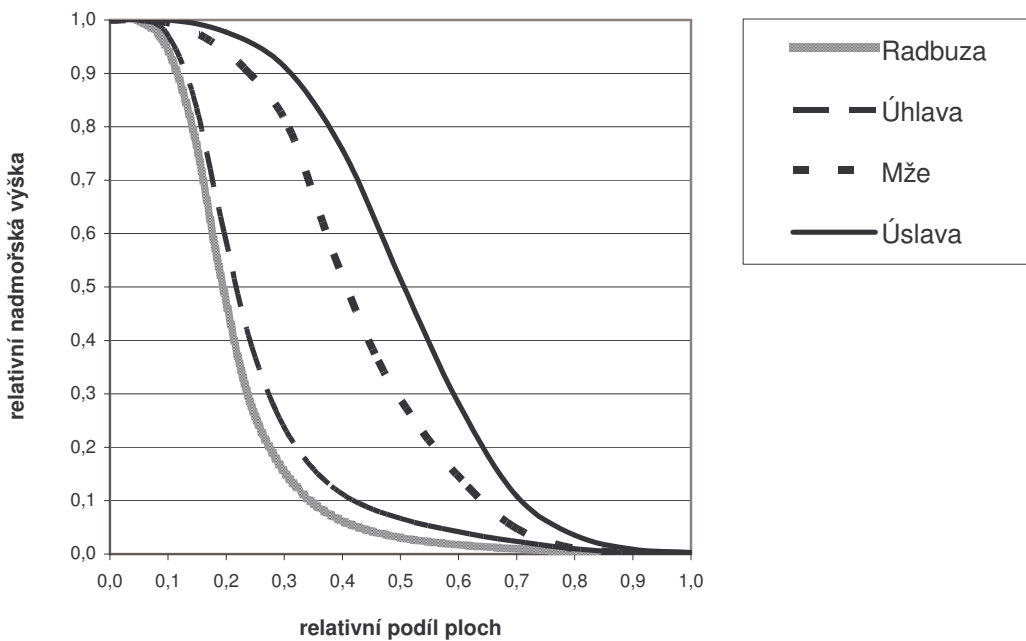
## 2.3 Geomorfologické charakteristiky

Jednotlivé úseky zdrojnic Berounky mají různorodý geomorfologický charakter. Častým říčním vzorem je na Plzeňsku nerovinné meandrování v úzké údolní nivě, ležící na dně hlubších údolí například v některých úsecích Mže, Úslavy nebo Berounky (VLČEK A ŠINDLAR 2002). Tyto úseky se prolínají s úseky, kde v zakřiveném údolí převažuje hloubková eroze. Takový charakter mají některé úseky Berounky. Pod Plzní někde Berounka vytvořila i rozsáhlejší vnitřní šterkové lavice. Největším ostrov (1,4 ha) tímto způsobem vznikl v meandru nad Bukovcem.

Hypsografické křivky ukazují několik vzájemných odlišností zdrojnic Berounky (obr. 4). První odlišností jsou značně rozdílné nadmořské výšky pramene (nejvýše Úhlava – 1128 m, nejnižší Úslava – 695 m), které se promítají do odlišného absolutního spádu toků (obr. 1) Druhý rozdíl je možno spatřit ve vyrovnanosti podélných profilů, kde profily Radbuzy a Úhlavy vykazují relativní vyrovnanost přechodu od horního úseku s vysokým sklonem do střední části se sklonem nižším. V oblasti soutokového uzle v Plzeňské kotlině je potom nejvyrovnanější sklon koryta Radbuzy (když odhlédneme od antropogenních úprav, především stavby jezů). Radbuza spolu s Úhlavou též dosahují nejnižších hodnot hypsografického integrálu (Radbuza 0,24, Úhlava 0,28), na rozdíl od vyšších hodnot Mže (0,46) a zejména Úslavy (0,56) (obr. 5). Podle obecné klasifikace (BÍL 2003) je tedy možné zařadit reliéf jejich povodí do stadia zralosti (Úslava a Mže) až stáří (Úhlava a Radbuza). Hodnoty hypsografického integrálu by tak měly odrážet vyrovnanost erozně-akumulačních procesů v přírodních podmínkách povodí ve vztahu ke stáří říční sítě, tektonickému vývoji a rozdílným litologickým vlastnostem povodí.



**Obr. 4: Hypsografické křivky zdrojnic Berounky**  
 Zdroj: vlastní zpracování, primární data VÚV PRAHA 2006



**Obr. 5: Normované hypsografické křivky pro výpočet hypsografického integrálu zdrojnic Berounky**

Zdroj: vlastní zpracování, primární data VÚV PRAHA 2006

S geomorfologickým charakterem toků souvisí jejich schopnost transportu nerozpuštěných látek (plavenin). Bilance plavenin v jednotlivých letech je přitom velmi nevyrovnaná, protože jejich rozhodující množství je transportováno při povodních.

Plzeňská pobočka ČHMÚ zavedla denní odběr vzorků plavenin od hydrologického roku 1989 v pěti vodoměrných profilech (Stříbro – Mže, Hracholusky – Mže, Lhota u Dobřan – Radbuza, České údolí – Radbuza, Štěnovice – Úhlava). Od 1. 1. 1996 byla do pozorovací sítě zařazena stanice Koterov na Úslavě a zároveň bylo zastaveno měření ve stanicích Hracholusky a České údolí. Z vyhodnocování režimu odtoku plavenin vyplývá, že plzeňské toky jsou zatíženy koncentracemi plavenin spíše podprůměrně v rámci ČR (KLIMENT A KOPP 1997). Přispívá k tomu i převládající charakter využití krajiny s obecně nižším podílem erozně nebezpečných ploch. Ovšem i na Plzeňsku najdeme nevhodně obhospodařovanou zemědělskou půdu s vysokou produkcí půdního materiálu splachovaného do vodních toků. K takovým oblastem patří například povodí přítoků Úhlavy, kde roční plošný splach průměrně dosahuje přes 0,75 tun z hektaru.

Jednotlivé plzeňské řeky v průměrně vodných letech ročně transportují méně než 10 000 tun splavenin. V krátkém období povodňových stavů však může být množství 10 000 t výrazně překročeno (KLIMENT A KOPP 1997).

Režim splavenin je výrazně pozměněn pod vodními nádržemi. Pod vodním dílem Hracholusky na Mži se projevuje významný pokles koncentrace plavenin, ale pod hrází menšího vodního díla České údolí na Radbuze tento jev nezaznamenáváme. Schopnost vodního díla Hracholusky zachycovat mnohem větší množství plavenin je podmíněna nejen větším objemem, ale i protáhlým tvarem nádrže. Délka vzdutí nádrže totiž dosahuje 20,4 km. Vodní dílo České údolí ovlivňuje především režim odtoku plavenin, nikoliv jeho roční souhrnné množství (KLIMENT A KOPP 1997).

## 2.4 Ekohydrologické charakteristiky

Radiální dostředivá síť hlavních vodních toků (Mže, Radbuzy, Úhlavy, Úslavy a Berounky, obr. 6) značně ovlivňuje prostřednictvím geomorfologie říčních terasových stupňů využití území Plzeňské kotliny. O využití pozemků podél toků a tedy přímém vlivu na ekohydrologickou kvalitu jejich údolních biokoridorů rozhoduje velkou měrou šířka údolní nivy. Na území města Plzně je nejširší niva řeky Mže s typickou oblastí příměstského zemědělství a velkým podílem orné půdy. V relativně méně širokých nivních pásech Radbuzy, Úhlavy a Úslavy je větší podíl travních porostů. Biokoridor údolí Radbuzy je přitom výrazně přerušen vzdutím vodní nádrže České údolí s přílehlou rekreační oblastí. Přírodě nejbližší stav si zachoval údolní koridor Berounky, odvádějící vodu z Plzeňské kotliny. Kaňonovité údolí, obklopené zčásti přirozenými lesními porosty, je narušeno spíše sporadicky, například v místě papírny Bukovec (KOPP 2006).

Vlastní kompaktní zástavbou města Plzně prochází zejména Radbuza, sevřená v centru mezi vysoké nábrežní zdi. Funkčnost jejího biokoridoru dále výrazně omezují jezové stupně. Mže dosahuje největší antropogenní přeměny v místě kontaktu s částí Roudná. Z toků procházejících městem má nejlepší předpoklady funkčního biokoridoru niva Úslavy.

Poměrně velké rozdíly byly zjištěny ve využití ploch v zázemí vodních toků na území města. Největší podíl orné půdy v nivě vykazuje Mže. Charakteristický je také vysoký podíl lesů podél Berounky, spolu s plochami výroby a těžby (Prazdroj, papírna Bukovec, těžba šterkopísků říčních teras). Relativně vyrovnanou skladbu využití navazujících ploch mají Úslava a Radbuza. Využití ploch v zázemí toků přitom zásadně rozhoduje o vlivu krajiny na tyto potenciální biokoridory a promítá se do podélné zonace jejich ekohydrologické kvality.



Vodní toky jsou významný nositel látkového přenosu. Vzhledem k hydrografické poloze Plzně je ovšem obsah rozpuštěných a nerozpuštěných látek zásadně ovlivňován zdroji ležícími v povodích nad městem. Chemický a ekologický stav povrchových vod na území města je dnes hodnocen v rámci evropské vodohospodářské legislativy vesměs jako rizikový, s výjimkou chemického stavu Úhlavy (POVODÍ VLTAVY 2004).

Podle požadavků směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/60/ES ustavující rámec pro činnost Společenství v oblasti vodní politiky jsou v České republice rozpracovány plány povodí (POVODÍ VLTAVY 2004). Území města Plzně spadá do Plánu oblasti povodí Berounky. Jako dílčí hydrologické jednotky jsou v tomto plánu vymezeny útvary povrchových vod. Přehled útvarů povrchových vod, zasahujících na území města Plzně uvádí tab. 4. S výjimkou útvaru „Luční potok a Radbuza v úseku nádrže České údolí“ se jedná o útvary povrchových vod tekoucích.

Rozdíly mezi plzeňskými vodními toky jsou v celkové skladbě využití půdy v povodích vodních útvarů zasahujících na území Plzeňské aglomerace. Rozdíly souvisejí nejen s charakterem využití údolních niv (Mže, Radbuza), ale též s přítomností komplexu příměstských lesů (povodí Lučního potoka, Třemošné, Berounky). Větší podíl orné půdy v povodí vodních útvarů, spolu s fyzikogeografickými faktory, určují míru eroze v povodí a do značné míry také přísun živin z plošných zdrojů (tab. 4). Režim přítoku fosforu přítom v případě vstupu z plošných zdrojů koresponduje s režimem odtoku.

Mezi hlavními toky Plzeňska vykazuje celkově dobrou kvalitu vody řeka Mže, u které se částečně projevuje samočištění v nádrži Hracholusky (tab. 5). Nad touto nádrží je kvalita vody pod vlivem zdrojů znečištění z povodí značně horší, než na dolním toku u Plzně. Podobný vliv na jakost vody má i nádrž České údolí na Radbuze, ovšem větší živinová zátěž Radbuzy a také nevhodné technické parametry nádrže jsou příčinou značného zatížení ekosystému nádrže fosforem. Zdroje znečištění v povodí zhoršují kvalitu vody v Radbuze natolik, že je klasifikována v IV. třídě jakosti jako silně znečištěná. O málo lepší kvalitu vody vykazuje Úslava, též se značnou zátěží fosforem i dusičnanovým dusíkem. Úhlava jako vodárenský tok je podle ukazatele „celkový fosfor“ celkově hodnocena také ve třetí třídě jakosti jako znečištěná, se středně velkou zátěží živinami, ve většině ukazatelů je ale její kvalita lepší než u Úslavy a Radbuzy.

**Tab. 4: Vymezení vodních útvarů zasahujících na území Plzeňské aglomerace a jejich specifické hodnoty přísunu fosforu a eroze z plošných zdrojů**

Vymezení vodního útvaru podle povodí (viz obr. 1)	Identif. číslo	Plocha (km <sup>2</sup> )	Fosfor (kg/ha/rok)	Eroze (t/ha/rok)
Dolní Mže po soutok s Radbuzou	110011960	212,8	0,744	0,376
Dolní Radbuza po vzdutí nádrže České údolí	110021020	344,0	0,771	0,352
Luční potok a Radbuza v úseku nádrže České údolí	110021080	80,2	0,212	0,107
Dolní Úhlava po ústí Radbuzy	110030880	243,2	1,615	0,861
Radbuza po ústí do toku Berounka	110040010	5,9	0	0,002
Dolní Úslava po ústí do Berounky	110050630	288,1	1,038	0,561
Dolní Klabava po ústí do Berounky	111010401	92,6	0,941	0,487
Povodí Třemošné	111010630	249,3	0,599	0,285
Berounka po soutok s tokem Litavka	111030640	491,0	1,009	0,511

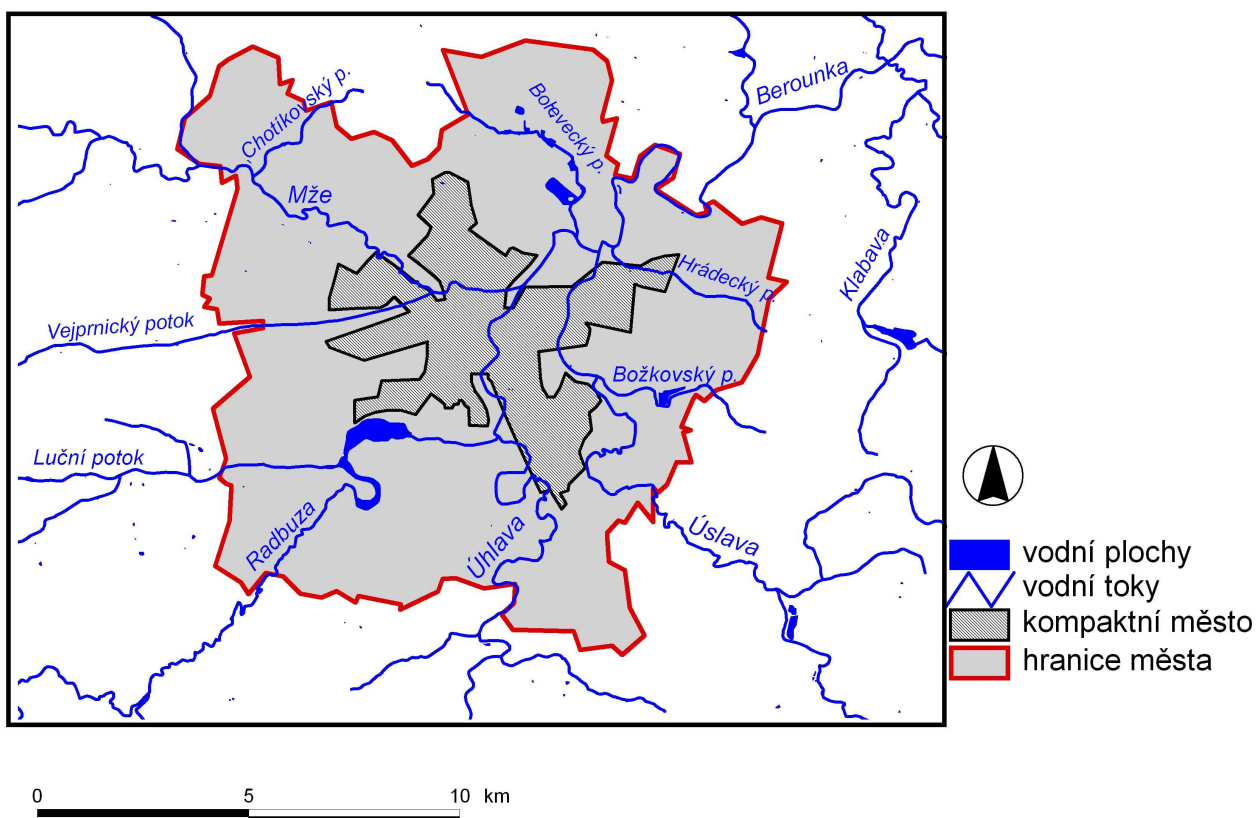
Zdroj: vlastní zpracování, data POVODÍ VLTAVY 2004

**Tab. 5: Jakost vody klasifikována do tříd podle hlavních ukazatelů (2004 – 2005)**

Tok, profil hodnocení / ukazatel	Mže, Milíkov	Mže, Plzeň	Radbuza, Doudlevice	Úhlava, Doudlevice	Úslava, Doubravka	Berounka nad ČOV Plzeň	Berounka, Bukovec
elektrolytická konduktivita	I.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
biochemická spotřeba kyslíku BSK-5	III.	II.	IV.	II.	III.	III.	III.
chemická spotřeba kyslíku dichromanem	III.	II.	III.	II.	III.	II.	II.
amoniakální dusík	I.	II.	II.	I.	I.	I.	II.
dusičnanový dusík	II.	II.	III.	II.	III.	II.	II.
celkový fosfor	III.	II.	III.	III.	III.	III.	III.

Zdroj: ČHMÚ 2006

Vysvětlivky: I. – neznečištěná voda, II. – mírně znečištěná voda, III – znečištěná voda, IV. – silně znečištěná voda, V. – velmi silně znečištěná voda



**Obr. 6: Hydrografická situace soutoku zdrojnic Berounky ve vztahu k městu Plzeň**

Zdroj: vlastní zpracování, primární data Povodí Vltavy (2004)

### 3 Závěry

Srovnání zdrojnic Berounky ukázalo značné odlišnosti ve většině zkoumaných parametrů. Tyto odlišnosti (především hydrografické a geomorfologické) se dále promítají do hydrologických charakteristik (například rozkolísanosti režimu nebo rozdílů v průměrném specifickém odtoku). Ekohydrologický stav toků je ovlivněn především antropogenní činností v povodí a zdroji znečištění, přírodní vlastnosti toků v tomto případě mají jen okrajový vliv. Výjimkou je šířka říční nivy, která určuje možnosti jejího využití a tedy i do značné míry stupeň zhoršení ekohydrologické kvality. Studie dále ukazuje některé vazby mezi zdrojnicemi Berounky a městem Plzeň. Vodní toky jsou jak zdrojem vody pro město, tak ohrožením v případě povodní. Péče o toky by měla dosahovat potřebné úrovně, tak aby byla podporována ekohydrologická kvalita a dosažena potřebná míra ochrany zátopového území.

V otázce hydrografie zdrojnic je nutno na základě srovnání konstatovat, že parametry Radbuzy na soutoku se Mží (délka toku, plocha povodí, průtok) opravňují k tvrzení, že je Radbuza hlavní zdrojnicí řeky Berounky. Úhlava má pak ze všech čtyř zdrojnic jednoznačně nejvýše umístěný pramen. Historické názvosloví řek, které uvádělo vždy Mži jako hlavní vodní tepnu oblasti, se v tomto případě rozchází se skutečností, stejně jako v mnoha jiných případech (např. Vltava versus Labe apod.).

### Literatura

- BÍL, M. 2003. Hypsometrická analýza v prostředí GIS. In Sborník 20. výroční fyzickogeografické konference. Brno : PřF MU Brno, s. 87-90.
- BŘICHÁČEK, P. AJ. 2004. Příroda Plzeňského kraje. Krajský úřad Plzeňského kraje, Plzeň.
- ČHMÚ 2006. Jakost povrchových vod ve státní monitorovací síti [online, cit. 16. 11. 2006]. Dostupné z WWW: < [www.povodi.cz](http://www.povodi.cz) >.
- ČHMÚ 1996. Hydrologické charakteristiky vybraných vodoměrných stanic České republiky. 1. vyd. Praha : ČHMÚ, 134 s. ISBN 80-85813-40-8.
- ČHMÚ 2002. Hlásné profily povodňové služby [online, cit. 10. 10. 2002]. Dostupné z WWW: < <http://hydro.chmi.cz/inetps/main.php> >.
- GREŠKOVÁ, A. 2001. Úloha fyzickogeografických faktorů při vzniku povodní v malých povodiích. In: Geografie XII, Sborník prací pedagogické fakulty Masarykovy univerzity. Sv. 161, řada přírodních věd, č. 21. Brno : MU Brno, s. 297 - 301.
- HMÚ 1965. Hydrologické poměry ČSSR. 1. vyd. díl 1. Praha : HMÚ. 414 s.
- HMÚ 1967. Hydrologické poměry ČSSR. 1. vyd. díl 2. Praha : HMÚ. 577 s.
- KAŠPÁREK, L., JEDLIČKOVÁ, M., HALENKOVÁ, Z. 1980. Rozbor vlivu činitelů, které působí na velikost stoletých průtoků : výzkumná zpráva. Praha : ČHMÚ, 24 s.
- KAŠPÁREK, L., KOLÁŘOVÁ, S. 1987. Zpracování M-denních průtoků v říční síti. Postup a příklad výpočtů pro povodí Berounky. Praha : VÚV, 111 s.
- KEMEL, M. 1996. Klimatologie, meteorologie, hydrologie. Praha : Vydavatelství ČVUT, 289 s. ISBN 80-01-01456-8.
- KLIMENT, Z., KOPP, J. 1997. Hodnocení plaveninového režimu na zdrojnicích Berounky. Geografie – sborník ČGS, 102, č. 2, 130-138.
- KNIGHTON, D. 1998. Fluvial Forms and Processes. A New Perspective. London : Arnold, 383 s. ISBN 0-34-66313-8.
- KOPP, J. 2003. Povodňové riziko v povodí malých vodních toků na území Plzeňského kraje. In Sborník 20. výroční fyzickogeografické konference. Brno : PřF MU Brno, s. 135-141.
- KOPP, J. 2004a. Ekohydrologické hodnocení povodí v příměstské krajině - případová studie povodí Lučního potoka : disertační práce. Praha: Univerzita Karlova v Praze. 266 s.

- KOPP, J. 2004b. Hodnocení ekohydrologické kvality koridorů malých vodních toků - případová studie Lučního a Zálužského potoka v povodí Radbuzy. In Sborník prací Přírodovědecké fakulty Ostravské univerzity. Sv. 216, Geografie - Geologie, č. 9. Ostrava : Ostravská univerzita. s. 45-60. ISBN 80-7042-998-4. ISSN 1213-841X.
- KOPP, J. 2005. Hydrologická hodnocení ve vztahu k regionálnímu rozvoji. Kvalita přírodního prostředí jako předpoklad regionálního rozvoje. In: Dokoupil, J., Matušková, A. (eds.) Rozvojový potenciál Plzeňského kraje. Západočeská univerzita v Plzni: 57–80, Plzeň.
- KOPP, J. 2006. Ekohydrologické aspekty krajinné struktury Plzeňské aglomerace. In Česká geografie v evropském prostoru. Sborník abstraktů referátů XXI. sjezdu ČGS. České Budějovice : JČU, s. 74.
- KŘÍŽ, H. 2000. Vliv geografických podmínek na extrémní hydrologické jevy v povodích. In Hydrologické dny : 5. národní konference pod záštitou UNESCO. I. Díl, Praha : ČHMÚ, s. 95-101.
- POVODÍ VLTAVY 2004. Plán oblasti povodí Horní Vltavy, Berounky a Dolní Vltavy. Přípravné práce. Praha : Povodí Vltavy, s.p. 84 s.
- SOLÍN, L. AJ. 2000. Small basins of Slovakia and their physical characteristics. Publikácia Slovenského výboru pre hydrológiu 6. 1. vyd. Bratislava : Geografický ústav SAV. 36 s. ISBN 80-68365-2-8.
- TRIZNA, M., KYZEK, F. 2002. Modelovanie špecifických zrážkovo-odtokových situácií vo vybranom povodí. In Proměny krajiny a udržitelný rozvoj : sborník z XX. sjezdu ČGS, Ústí nad Labem : UJEP, s. 56-72.
- VLČEK, L., ŠINDLAR, M. 2002. Geomorfologické typy vodních toků a jejich využití pro revitalizace. Vodní hospodářství, 6/2002: 172–176.
- VLČEK, V. (ED.) AJ. 1984. Vodní toky a nádrže. 1. vyd. Praha : Academia, 316 s.
- VLČEK, V. 1971. Regiony povrchových vod v ČSR : mapa 1: 500 000. Brno : Geografický ústav ČSAV.
- VÚV PRAHA 2006. Charakteristiky vodních toků a povodí ČR. 1. vydání, Praha : VÚV T. G. Masaryka.
- WILHELM, F. 1993. Hydrogeographie. Braunschweig : Westermann, 227 s.
- ZAHRADNICKÝ, J., MACKOVČIN, P. (EDS.) 2004. Plzeňsko a Karlovarsko. Chráněná území ČR, svazek XI. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, EkoCentrum Brno, Praha.

*Příspěvek vznikl jako výstup specifického výzkumu FPE Západočeské univerzity v Plzni.*