

PŘÍSPĚVEK K URČENÍ NÁVRHOVÉHO PRŮTOKU PŘI HRAZENÍ BYSTŘIN A ÚPRAVÁCH TOKŮ

CONTRIBUTION TO THE DETERMINATION OF DESIGN DISCHARGE IN TORRENT CONTROL AND STREAM REGULATION

KAREL ZLATUŠKA¹⁾ – KAREL DRÁPELA²⁾¹⁾ A.K.T.I., s. r. o., lesnická a zemědělská projekční kancelář, Brno²⁾ Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Brno

ABSTRACT

The paper presents a simple method for the determination of design discharge as a groundwork in preparing studies and project documentation for torrent training structures and stream regulation. The design discharge is to express the degree of protection of a structure and its vicinity, and its numerical value is one of basic groundworks for dimensioning the structure. It is usually stipulated by the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI); catchments sized below 5 km² may use some of well-proven methods or formulas. A simple method was chosen, which dwells on Dub's exponential (regional) formula (DUB, NĚMEC 1969; ŠKOPEK, NOVÁK 1977; JAKUBIS 1993; ZUNA 2008) and was modified by ZUNA (2008) through the solution of a pair of exponential equations. A statistical survey and logical evaluation of the applicability of this method were made on a set of eighteen partial catchments in the southern part of the White Carpathians. It is possible to conclude that catchment parameters for the southern part of the White Carpathians are $B = 9.2 - 10.2$; $n = 0.45 - 0.54$; and $a = 0.55 - 0.46$ respectively. Nevertheless, as to the range of resulting values, the applied method can be considered applicable only for the purpose of studies. In establishing design discharges for the purposes of sizing river channels, torrent training structures and stream regulations it is applicable only in the case when an analogy is in question to the basic hydrological values of partial catchments of the same stream. Similarly, the basin parameters are calculated for a theoretical 0% forest cover using the correction factor (HORSKÝ 1970).

Klíčová slova: Bílé Karpaty, hrazení bystřin, úpravy toků, hydrologické údaje povrchových vod, návrhový průtok v korytě

Key words: White Carpathians (Bílé Karpaty), torrent control, watercourse regulation, hydrological data on surface water, design flow for channel capacity

ÚVOD

Stanovení stupně ochrany území je jedním ze základních podkladů pro zpracování záměru nebo projektové dokumentace vodních staveb podle vodního zákona (v současné době zákon č. 254/2001 Sb.) a stavebního zákona (v současné době zákon č. 183/2006 Sb.) a stanovuje se buď hodnotou N-letého průtoku Q_N , nebo kótou hladiny při Q_N . Jedná se o hodnotu, která zohledňuje a vyvažuje náklady na stavbu oproti následkům, které by mohl způsobit tok bez realizované stavby. Toto porovnání se provádí v časovém úseku životnosti stavby. Náklady na stavbu se v tomto případě rozumí náklady stavebních prací, náklady na pořízení projektové dokumentace včetně veřejnoprávních projednání stavby (územního a stavebního povolení, další rozhodnutí orgánů státní správy, kolaudace apod.), náklady na zajištění majetkových práv (výkupy pozemků, nájmy, dočasné zábory, vstup na cizí pozemky apod.), opravy, údržba, správa, odpisy atd. Následky se v tomto případě rozumí ztráty na životech, na majetku (budovy i pozemky, movitý majetek, infrastruktura apod.), na lesních a zemědělských kulturách, dále snížení úrodnosti zemědělské půdy, snížení průtočnosti koryt toků splaveninami, omezení dopravy na silnicích a na železnici, chemická a biologická kontaminace atd. Ohodnocení

následků vychází z pravděpodobnosti výskytu jednotlivých následků za dobu životnosti stavby, které se finančně vyčíslují podle dohodnutých kritérií (metodik). Stanovení stupně ochrany je tedy z velké části předmětem vyjednávání mezi správcem toku (investorem stavby) a majiteli sousedních staveb a nemovitostí, většinou zastoupených samosprávou obce. V případě, že nedojde k dohodě, rozhoduje o stupni ochrany, resp. o hodnotě návrhového průtoku orgán státní správy – vodoprávní úřad. Při volbě stupně ochrany se vychází z technických norem – viz tab. 1.

Číselnou hodnotu návrhového průtoku Q_N stanovuje Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) formou řady základních hydrologických dat podle ČSN 75 1400:1997 pro zadaný profil povodí. Tato služba je za úplaty a platnost údajů v poslední době omezoována na 5 let po jejich vydání. V případě potřeby stanovení návrhových průtoků ve více profilech může cena hydrologických dat dokonce překročit cenu projektové dokumentace. Takovým případem je zpracování záměru (studie proveditelnosti) úpravy toku v delším úseku nebo s větším počtem přítoků a s mnoha příčnými objekty nebo dimenzování příčných odvodňovacích objektů (propustků, mostků a brodů) na lesní cestě. Proto je dlouhodobá snaha o vytvoření zjednodušené metody, a to buď vytvo-

řením vzorce pro rychlé a dostatečně přesné stanovení návrhových průtoků, resp. maximálních průtoků, nebo úpravou stávajících vzorců. Využití údajů stanovených na základě „vhodných metod hydrologického výpočtu“ pro závěrné profily povodí s plochou menší než 5 km² připouští i TNV 75 2102 a ČSN 75 4500. V minulých letech to byl např. Lauterburgův intenzitní vzorec (RIEDL, ZACHAR 1973), který byl hojně využíván v hrazenářské praxi. Dále se používal např. Čerkašinův objemový vzorec (ŠKOPEK, NOVÁK 1977) nebo Dubův exponenciální

(oblastní) vzorec (DUB, NĚMEC 1969; ŠKOPEK, NOVÁK 1977; JAKUBIS 1993; ZUNA 2008). Tyto vzorce, resp. metody byly sestaveny pro stanovení tzv. stoleté vody (Q_{100}). Ostatní údaje byly určovány podle tzv. přepočítacích koeficientů N-letých vod (ŠKOPEK, NOVÁK 1977; ZUNA 2008) $\alpha_N = Q_N \cdot Q_{100}^{-1}$. V poslední době se stále více uplatňují metody a vzorce optimalizované pro počítačové zpracování, zejména na využití GIS. Jedná se zejména o program HEC-HMS, resp. HEC-RAS nebo HEC-GeoRAS (dostupný on-line), programy MIKE (dostupný

Tab. 1.

Navrhovaný (doporučovaný) stupeň ochrany N pro návrhový průtok QN
Proposed (recommended) degree of protection N for design flow for channel capacity QN

Česká technická norma/Czech technical standard	Chráněné objekty a pozemky/Protected constructions and areas	N (roky /years)
ČSN 75 2101:2009 Ekologizace úprav vodních toků/ Ecologisation of watercourse regulation	Historická centra měst, historická zástavba/ Historical centres of towns, historical buildings	≥ 100
	Souvislá zástavba, průmyslový areál, významné liniové stavby a objekty/ Coherent built-up areas, industry areas, important liner constructions and buildings	≥ 50
	Rozptýlená bytová a průmyslová zástavba a souvislá chatová zástavba/ Incoherent residential and industry built-up areas and coherent weekend cottage areas	≥ 20
	Horské a podhorské toky v území umožňujícím přirozené zaplavování mimo zastavěné oblasti/ Mountain and submountain streams in areas allowing natural flooding outside built-up areas	1D až 1
	Toky vrchovin a nížin v území umožňujícím přirozené zaplavování mimo zastavěné oblasti/ Streams of highlands and lowlands in areas allowing natural flooding outside built-up areas	30D až 1
TNV 75 2102 Úpravy potoků/ Watercourse regulation of streams	louky, les, pastviny/meadows, forests, pastures	1
	orná půda/arable land	5
	sady, zahrady, chmelnice/plantations, gardens, hop gardens	10
	menší sídliště/small housing development	20 ÷ 50
	větší sídliště, výrobní objekty/larger housing development, industry areas	50 ÷ 100
	historická zástavba/historical buildings	100
ČSN 75 2106:1998 Hrazení bystřin a strží/Torrent and gully control	úcelové komunikace/forestry and field roads	10 ÷ 50
	Městská zástavba, průmyslové objekty, liniové stavby (železnice, dálnice a silnice I. třídy včetně mostů, uzavřené profily, viz ČSN 73 6201)/ Urban buildings, industry areas, liner constructions (railway and highways inc. bridges)	100
	Vesnická zástavba, památkově chráněné objekty, silnice II. třídy/ Country built-up areas, historically protected constructions, roads	50
	Nesouvislá zástavba, komunikace nižšího řádu, místní liniové objekty, lesní dopravní síť, viz ČSN 73 6108/Incoherent residential and industry built-up areas, low-class roads, local liner constructions, forest roads	10 ÷ 20
	Orná půda, louky a pastviny, les, území s přípustným krátkodobým zaplavením/ Arable land, meadows and pastures, forests, areas allowing short-term natural flooding	1 ÷ 10
ČSN 75 4500: 1996 Protierozní ochrana zemědělské půdy/ Conservation of agricultural soils	louky a pastviny/meadows and pastures	2 ÷ 5
	orná půda/arable land	5 ÷ 10
	sady, vinice, chmelnice/plantations, vineyards, hop gardens	10 ÷ 20
	kanály, příkopy, průlehy na terasách/channels, ditches, contour furrows at terraces	20 ÷ 100
	další zdůvodněné případy (méně důležité objekty, stavby apod.)/ other justified events (less important constructions, buildings etc.)	10 ÷ 20
	intravilány, stavby/coherent residential and industry built-up areas, buildings	50
	důležitá sídla a průmyslové celky/important residential and industry built-up areas	100
	vodárenské toky a nádrže/water supply streams and reservoirs	50 ÷ 100
	význačné přírodní útvary/important natural formations	20 ÷ 100

Poznámka/Note:

1D – průtok vody, který je dosažen nebo překročen 1 den v roce/water flow which is achieved or exceeded 1 day per year

30D – průtok vody, který je dosažen nebo překročen 30 dnů v roce/water flow which is achieved or exceeded 30 days per year

on-line), program ANSWERS - Areal Non-point Source Watershed Environmental Response Simulation model (ČSN 75 4500), program DesQ-MaxQ (dostupný on-line), program HYDROG (dostupný on-line), model KINFIL2 (Kovář et al. 2002) a další.

Cílem předkládaného příspěvku je odvození parametrů povodí pro stanovení návrhových průtoků v řešeném profilu pomocí analogie s hodnotami ze známých profilů a vyhodnocení přesnosti tohoto stanovení, tj. možného rozpětí parametrů modelu v modelovém území. Vyhodnocení je provedeno pro původní hodnoty ČHMÚ a na upravených hodnotách přepočítaných na 0 % zalesnění povodí na 18 profilech v jižní části Bílých Karpat.

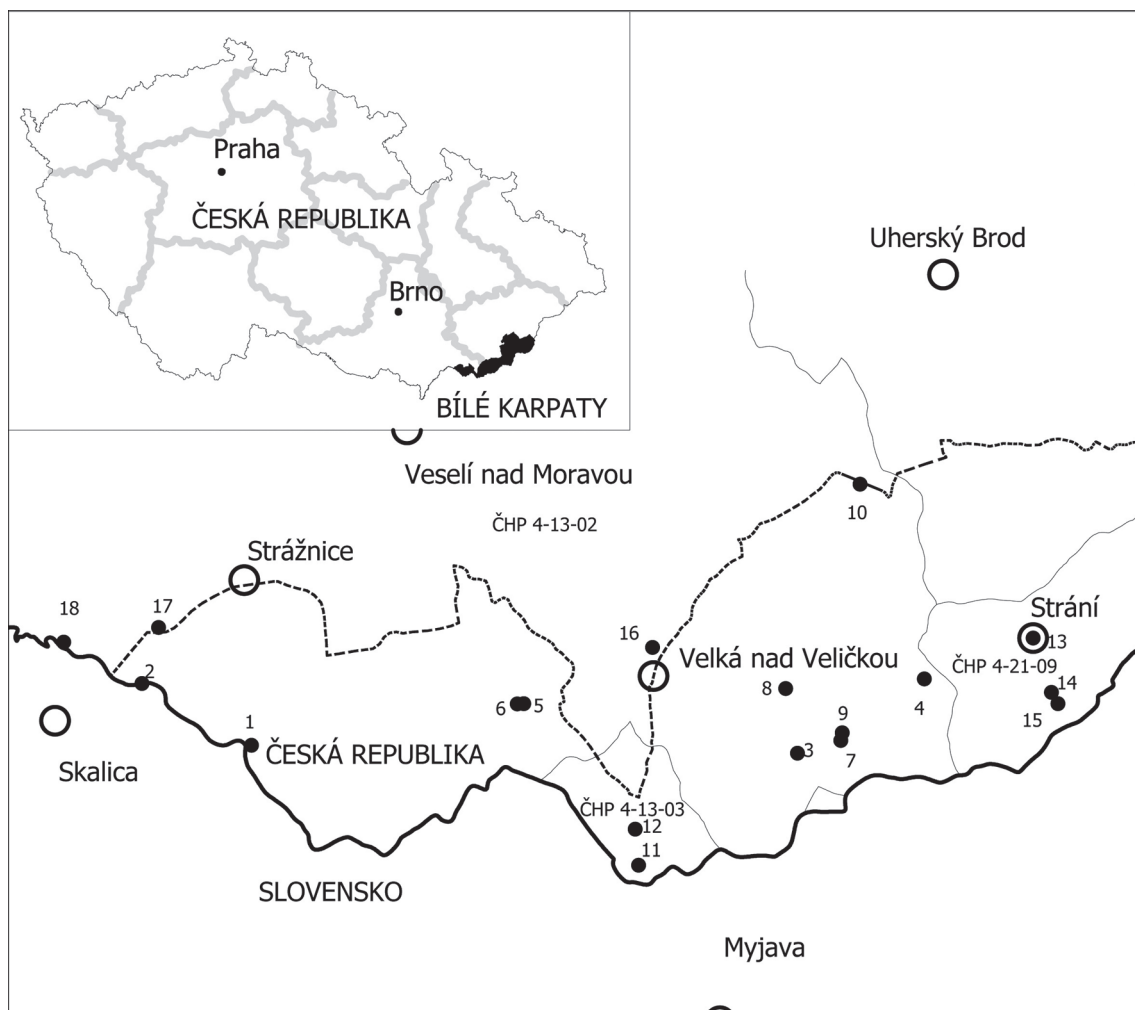
MATERIÁL A METODIKA

Pro vyhodnocení byly vybrány řady základních hydrologických údajů zpracovaných ČHMÚ v letech 1986 až 2009 pro toky v oblasti jižní části pohoří Bílé Karpaty (ČHP 4-13-02, 4-13-03 a 4-21-09). Podle geobiografického členění se jedná o jižní část Bělokarpatského bio-

regionu (CULEK et al. 1996) - území ležící na jihovýchodní hranici Moravy.

Celé území kromě nejjižnější části povodí Sudoměřického potoka má charakter vyššího pohoří budovaného převážně z vápnitého flyše. Povrch většiny ploch povodí pokrývá pestrá mozaika lesních porostů a trvalých travních porostů s jednotlivými stromy nebo s jejich skupinami; orné půdy je v bioregionu málo. Na jižních svazích v nižších polohách se nacházejí vinice. Toto území bylo zvoleno z toho důvodu, že pro sledovanou oblast zatím nebyly stanoveny nezbytné hodnoty parametrů povodí a v současné době v této oblasti na drobných tocích probíhají intenzivní hrazenářské úpravy.

Bylo vybráno celkem 15 závěrných profilů dílčích nebo celých povodí o ploše od 0,60 do 23,60 km² – viz tab. 2, obr. 1, které jsou popsány názvem toku, polohou závěrného profilu v povodí a číslem hydrografického pořadí (ČHP - vyhláška č. 292/2002 Sb.). Zdrojem údajů byly starší projektové dokumentace hrazení bystřin a úprav toků. Do výběru byly zařazeny pouze ty hodnoty, které byly prokazatelně stanoveny ČHMÚ, tj. v dokladech projektové dokumentace se nacházela kopie dopisu s údaji. Ostatní nalezené údaje nebyly do posuzování zahrnuty.



Obr. 1.

Mapka s polohou závěrných profilů (viz tab. 2)

Fig. 1.

Map with location of cut-off catchment profiles (see Tab. 2)

Soubor dat je doplněn údaji ze 3 profilů v této oblasti, které jsou publikovány (HORSKÝ 1970). Získaná data (dále jen „1. sada“) byla převzata bez úpravy a bez jakéhokoli testování.

V údajích převzatých z ČHMÚ není uváděna lesnatost povodí. Vzhledem k předpokládanému převážnému využití výsledků při lesotechnických melioracích – hrazení bystrin a strží a úpravách toků – byla orientačně posouzena lesnatost v jednotlivých povodích. Lesnatost povodí, tj. podíl ploch, které jsou vedeny jako pozemky pro plnění funkce lesa (zdroj: Národní geoportál INSPIRE), činí od 2 do 100 %. Hodnota váženého průměru vztaženého k ploše povodí je 51 %. Proto byla zpracována „2. sada“ údajů, které vycházejí z původních hodnot ČHMÚ, a které vyjadřují hodnoty průtoku Q'_{100} pro teoreticky nezalesněné povodí (0% lesnatost).

Při úpravě hodnot se vycházelo ze vztahu publikovaného ČERMÁKEM (1962) ve tvaru

$$Q'_{100} = Q_{100} / o \quad \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad /1/$$

kde: Q'_{100} – průtok tzv. stoleté vody přepočtený na 0 % lesnatost povodí ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

Q_{100} – průtok tzv. stoleté vody podle původních údajů ČHMÚ ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

o – oprava pro lesnatost povodí (1)

$$o = 1 - x \cdot F_{\text{LES}} \cdot F^{-1} \quad /2/$$

x – koeficient vyjadřující stav lesa (1)

$0,2 < x < 0,65$ (HORSKÝ 1970); pro výpočet byla použita hodnota $x = 0,3$

F_{LES} – plocha lesa v povodí (km^2)

F – celková plocha povodí (km^2)

Vyhodnocení obou sad hodnot bylo provedeno na základě analogie údajů tzv. stoleté vody Q_{100} pro každou dvojici povodí, resp. závěrných profilů dílčích povodí ze souboru (tab. 2). Při výpočtu nezáleželo na pořadí hodnot. Pro vyhodnocení byla použita metoda publikovaná ZUNOU (2008), která vychází z řešení dvojice exponenciálních rovnic ve tvaru

$$Q_{100} = B \cdot F^a \quad \text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \quad /3/$$

kde: Q_{100} – průtok tzv. stoleté vody ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)

F – plocha povodí (km^2)

B – parametr povodí

n – parametr povodí

a – exponent ($a = 1 - n$)

Výsledky vyhodnocení jsou seřazeny do tab. 3 a 4. Jedná se o celkem 153 dvojic hodnot parametru povodí „B“ a „a“. Pro možnost logického posouzení a porovnání výsledků byly vypočítány hodnoty tzv. stoleté vody Q_{100} pro uvažovanou plochu povodí 50 ha ($0,5 \text{ km}^2$) a pro maximální plochu povodí, pro kterou je možnou použít hydrologické řady získané jinak než od ČHMÚ, tj. $5,0 \text{ km}^2$. Logickou kontrolou byly vyloučeny hodnoty, které prakticky, z fyzikálního hlediska, nemohou nastat. Jednalo se o případ, kdy hodnota Q_{100} při $F = 5,0 \text{ km}^2$ byla menší nebo rovna Q_{100} při $F = 0,5 \text{ km}^2$ (dvojice povodí č. 1 a č. 15, resp. č. 4 a č. 12, č. 3 a č. 12 a další). Dále byly vyloučeny všechny dvojice, které poskytovaly hodnoty Q_{100} vyšší než hodnoty maximálního specifického odtoku q_{100} souboru dat zvýšené o cca 50 %, tj. hodnotu $Q_{100} = 10 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pro $F = 0,5 \text{ km}^2$ a hodnotu $Q_{100} = 100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pro $F = 5,0 \text{ km}^2$. Specifický odtok byl vypočítán podle vzorce

$$q_{100} = Q_{100} \cdot F^{-1} \quad (\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-1}) \quad /4/$$

VÝSLEDKY

Z celkového počtu 153 dvojic hodnot parametru povodí „B“ a „a“ bylo použito pouze 114 dvojic – „1. sada“, tj. 74,51 %, a 81 dvojic – „2. sada“, tj. 52,94 %. Tyto soubory byly statisticky testovány z hlediska normality rozdělení metodou Shapiro-Wilkova testu normality (p-hodnota). Vzhledem k tomu, že p-hodnota je u parametru povodí „B“ obou sad vždy nižší než 0,05, lze považovat rozdělení hodnot za nenormální. Pro exponent „a“ platí, že soubory obou sad mají rozdělení hodnot normální. Na základě výsledků statistického testování je výhodnější považovat za výslednou hodnotu medián souborů, tj. parametr povodí $B = 9,255$ a exponent $a = 0,537$ (parametr povodí $n = 0,463$) pro „1. sadu“ a parametr povodí $B = 10,980$ a exponent $a = 0,580$ (parametr povodí $n = 0,420$) pro „2. sadu“. Interval spolehlivosti na úrovni pravděpodobnosti 95 % je pro hodnoty mediánů pro většinu posuzovaných údajů širší nebo téměř stejný jako pro hodnoty průměru. Soubory byly dále statisticky testovány na šikmost a špičatost. Ukázalo se, že soubory parametrů povodí „B“ jsou pravostranné a soubory parametrů „a“ levostranné. Dále se ukázalo, že soubory parametrů „B“ obou sad jsou výrazně špičaté, tj. že hodnoty jsou více koncentrovanější než by odpovídalo Gaussově křivce normálního rozdělení, a soubory exponentů „a“ jsou ploché.

Pro kontrolu bylo provedeno stejné statistické testování dvojic povodí pro obě „sady“, které se nalézají ve stejném ČHP – 4-13-02, tj. dvojice dílčích povodí č. 1 až 10 včetně. Z celkového počtu 55 dvojic hodnot parametru povodí „B“ a „a“ bylo použito pouze 36 dvojic pro „1. sadu“, tj. 65,45 %, a 24 dvojic pro „2. sadu“, tj. 43,64 %. V tomto případě lze konstatovat, že většina souborů je normálních. Opět i pro tyto zúžené soubory je výhodnější považovat za výslednou hodnotu medián souborů, tj. parametr povodí $B = 10,312$ a exponent $a = 0,447$ (parametr povodí $n = 0,553$) pro „1. sadu“ a parametr povodí $B = 11,455$ a exponent $a = 0,530$ (parametr povodí $n = 0,470$) pro „2. sadu“. Ukázalo se, že soubory parametrů povodí „B“ pro obě sady jsou pravostranné a soubory exponentů „a“ levostranné, tj. shodně jako u souboru údajů ČHMÚ. Dále se ukázalo, že všechny soubory jsou ploché, tj. že hodnoty jsou méně rovnoměrně rozděleny než by odpovídalo Gaussově křivce normálního rozdělení.

Výsledky statistického testování jsou uvedeny v tab. 5 a 6. Pro testování byl zvolen obvyklý postup statistické analýzy dat (DRÁPELA 2000) a výpočty byly zpracovávány programem MS EXCEL a programem STATISTICA.

DISKUSE

Metoda stanovení tzv. stoletého průtoku podle ZUNY (2008) je velice jednoduchá a nevyžaduje podrobnou znalost celé délky toku a celé plochy povodí. Dosud publikované hodnoty parametrů povodí „B“ a „n“, resp. exponentu „a“ jsou však velmi obecné (tab. 7). Základní rozdělení podle povodí uvádí ŠKOPEK a NOVÁK (1977) v původní oborové normě hrazení bystrin. Posuzované území – území jižní části Bílých Karpat – lze definovat jako „horské toky z oblastí průměrně propustných“ ($B = 10,0$ až $5,0$; $n = 0,494$; $a = 0,506$) nebo jako „Morava a přítoky nad Bečvou“ ($B = 8,1$; $n = 0,5$; $a = 0,5$). Pro přítoky Moravy pod Bečvou nejsou hodnoty v této práci uváděny. Zjištěné hodnoty jsou publikovaným hodnotám velmi blízké. V případě celého souboru 18 dílčích povodí je hodnota parametru povodí „B“ v uváděném intervalu, resp. je o cca 14 % vyšší. Hodnota parametru povodí „n“ je cca o 7 % vyšší. Lze tedy tyto hodnoty považovat jako doplňující a upřesňující pro jižní část Bílých Karpat, pro horní úseky toku Velička, horní úseky levobřežních přítoků Moravy pod Olšavou a horní úseky pravobřežních přítoků Váhu nad Myjavou.

V případě části souboru 10 dílčích povodí levobřežních přítoků Moravy (ČHP 4-12-03) je hodnota parametru povodí „B“ vyšší o 3 %, resp.

Tab. 2.

Závěrné profily a jejich popis
Catchment cut-off profiles and their descriptions

Poř. číslo/ No.	Název toku a popis profilu/ Name of stream and description of profile	ČHP ¹	Plocha/ Area ² [km ²]	Rok/ Year ³	Lesnatost/ Forest Cover ⁴ [%]	Průtok/ Flow Q100 (m ³ ·s ⁻¹)	Koeficient/ Coefficient o ⁵	Průtok/ Flow Q ⁶ (m ³ ·s ⁻¹)
1	Mandát, asi 150 m nad zaústěním do recipientu/ Mandát stream, cca 150 m upstreams of confluence	4-13-02-064	11,94	2009	85	28	0,745	37,6
2	Sudoměřický potok v ř. km 3,5/ Sudoměřický stream 3.5 km upstreams of confluence	4-13-02-065	23,60	2009	55	35,8	0,835	42,9
3	Lhotský potok, most v obci Nová Lhota/ Lhotský stream, bridge in Nová Lhota village	4-13-02-035	0,60	2007	47	6	0,859	7,0
4	Jamný (Kamenný) potok v ř. km 2,4 - most/ Jamný stream 2.4 km upstreams of confluence - bridge	4-13-02-035	0,79	2008	100	10,1	0,7	14,4
5	levobřežní přítok Malanského potoka nad mostem v obci Malá Vrbka/ left-bank feeder of Malansky stream up the bridge in Malá Vrbka village	4-13-02-041	1,86	2007	52	12,5	0,844	14,8
6	levobřežní přítok Malanského potoka nad obcí Malá Vrbka/ left-bank feeder of Malansky stream up the Malá Vrbka village	4-13-02-041	1,42	2007	64	11	0,808	13,6
7	levobřežní přítok potoka Zřídla nad zaústěním do recipientu/ left-bank feeder of Zřídla stream up the confluence	4-13-02-035	1,90	2007	86	14,5	0,742	19,5
8	Lhotský potok nad zaústěním do recipientu/Lhotský stream up the confluence	4-13-02-035	3,01	2008	10	20,3	0,97	20,9
9	potok Zřídla pod zaústěním levobřežního přítoku/ Zřídla stream below up the confluence with left-bank feeder	4-13-02-035	3,11	1999	87	19	0,739	25,7
10	Zlejškovský potok nad zaústěním do recipientu/ Zlejškovský stream up the confluence	4-13-02-005	0,76	1985	23	10	0,931	10,7
11	Rychlíčka, pod soutokem obou větví/ Rychlíčka stream, below confluence of both feeders	4-13-03-037	0,72	1997	87	6,7	0,739	9,1
12	Střemečnick, v profilu železničního mostu/Střemečnick, profile of railway bridge	4-13-03-037	0,86	1997	2	6	0,994	6,0
13	Klanečnice v ř. km 20,0/Klanečnice stream 20.0 km upstreams of the confluence	4-21-09-023	9,83	2005	47	44	0,859	51,2
14	Klanečnice v ř. km 18,0/Klanečnice stream 18.0 km upstreams of the confluence	4-21-09-023	15,43	1999	42	51	0,874	58,4
15	Sviňárský potok nad zaústěním do recipientu/Svinarský stream up the confluence	4-21-09-024	8,08	1986	96	35	0,712	49,2
16	Velička – vodočet Velká nad Veličkou/ Velička stream - gauge in Velká nad Veličkou city	4-13-02-031	67,90	1970	57	85	0,829	102,5
17	Radějovka – vodočet Petrov/Radějovka stream - gauge in Petrov village	4-13-02-049	41,40	1970	31	45	0,907	49,6
18	Sudoměřický potok - ústí/Sudoměřický stream - confluence	4-13-02-053	30,11	1970	43	40	0,871	45,9

Vysvětlivky/Captions:

¹číslo hydrografického pořadí podle vyhlášky č. 292/2002 Sb./No. of hydrographical order; ²plocha dílčího povodí k závěrnému profilu/catchment area related to the cut-off profile; ³rok stanovení údajů ČHMÚ/year of publications by CHMI; ⁴http://geoportal.gov.cz/web/guest/map?openNode=Land+use&keyword_list=inspire; ⁵opravný koeficient pro lesnatost povodí/correction coefficient for forest cover of basin; ⁶hodnota průtoku pro 0% lesnatost povodí/value of flow for 0% forest cover basin

Tab. 3.

Hodnoty parametrů povodí „B“ a exponentů „a“ pro původní údaje ČHMÚ

Values of catchment parameters „B“ and indexes „a“ for the original data CHMI

Pořadové číslo /No.	parametr povodí „B“/catchment parameter „B“																	
	ČHP 4-13-02									ČHP 4-13-03								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
ČHP 4-13-02	1	11,45	7,81	11,03	9,55	9,43	-	-	13,70	11,08	7,92	6,55	-	-	-	5,74	10,87	10,76
	2	0,36	7,69	11,03	9,67	9,49	-	-	13,33	11,07	7,84	6,51	-	-	-	2,69	9,89	8,49
	3	0,52	0,49	-	8,36	8,59	8,87	8,83	8,58	-	8,17	-	8,63	8,40	8,48	7,99	7,65	7,68
	4	0,38	0,37	-	10,71	10,45	11,13	11,42	11,26	10,73	-	-	11,59	11,48	11,46	11,31	11,04	11,04
	5	0,43	0,41	0,65	0,25	9,32	-	-	7,54	10,71	8,31	6,93	7,82	8,28	8,09	8,98	9,67	9,65
	6	0,44	0,42	0,70	0,15	0,47	7,89	8,26	8,61	10,43	8,52	-	8,56	8,78	8,71	9,14	9,50	9,48
	7	0,36	0,36	0,77	0,41	-	0,95	9,07	10,20	11,18	8,70	-	9,40	9,86	9,81	10,56	11,45	11,46
	8	-	-	0,76	0,52	-	0,82	0,73	-	11,52	8,64	6,95	9,88	10,91	11,05	12,23	-	-
-03	9	-	-	0,70	0,46	0,81	0,70	0,55	-	11,33	8,47	6,87	8,30	9,44	9,19	10,95	-	-
	10	0,37	0,37	-	0,26	0,25	0,15	0,41	0,51	0,46	-	-	11,72	11,60	11,57	11,40	11,09	11,09
	11	0,51	0,48	0,61	-	0,66	0,73	0,80	0,77	0,71	-	-	8,49	8,33	8,39	8,05	7,82	7,84
	12	0,59	0,54	-	-	0,95	-	0,97	0,90	-	-	-	6,79	6,71	6,76	6,58	6,49	6,50
4-21-09	13	-	-	0,71	0,58	0,76	0,72	0,68	0,65	0,73	0,58	0,72	0,82	-	-	-	-	-
	14	-	-	0,66	0,54	0,66	0,64	0,60	0,56	0,62	0,54	0,66	0,74	-	10,38	-	-	-
	15	-	-	0,68	0,53	0,70	0,67	0,61	0,55	0,64	0,53	0,68	0,79	-	0,58	-	-	-
HP ¹	16	0,64	0,82	0,56	0,48	0,53	0,53	0,49	0,46	0,49	0,48	0,56	0,61	-	-	-	-	1,70
	17	0,38	0,41	0,48	0,38	0,41	0,42	0,37	-	0,38	0,47	0,52	-	-	-	-	-	11,35
	18	0,39	0,46	0,48	0,38	0,42	0,42	0,37	-	0,38	0,48	0,53	-	-	-	0,93	0,37	-

Poznámka/Note:

¹Horský 1970

- hodnota byla vyloučena/value was excluded

Tab. 4.

Hodnoty parametrů povodí „B“ a exponentů „a“ pro průtoky s vyloučením vlivu lesnatosti povodí (0% lesnatost)
 Values of catchment parameters „B“ and indexes „a“ for flows converted to 0% forest cover basin

Pořadové číslo/No.	parametr povodí „B“/catchment parameter „B“																	
	ČHP 4-13-02						ČHP 4-13-03						ČHP 4-21-09					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
exponent „a“/index „a“	1	-	9,33	-	10,84	11,50	-	13,07	-	12,13	10,74	6,67	-	-	-	8,99	-	-
	2	-	9,01	-	11,41	11,78	-	-	-	11,96	10,53	6,56	-	-	-	3,17	-	-
	3	0,56	0,49	-	9,82	10,38	11,02	9,90	10,48	-	-	-	10,07	9,77	10,27	9,35	8,87	8,95
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	0,50	0,42	0,66	-	12,19	-	9,48	-	11,82	10,77	-	9,32	9,89	8,91	10,60	11,62	11,50
	6	0,48	0,41	0,77	-	0,31	-	11,13	10,23	11,89	11,05	-	10,70	10,98	10,49	11,32	11,89	11,83
	7	-	-	0,89	-	-	-	-	13,61	12,81	11,78	-	13,38	13,93	12,94	-	-	-
	8	0,43	-	0,68	-	0,72	0,57	-	-	12,23	11,01	-	9,07	10,45	8,04	11,91	-	-
	9	-	-	0,79	-	-	0,81	0,56	-	12,69	11,49	-	13,03	14,37	11,88	-	-	-
	10	0,46	0,40	-	-	0,36	0,38	0,66	0,49	0,62	-	-	12,66	12,49	12,77	12,28	11,89	11,93
	11	0,51	0,44	-	-	0,51	0,59	0,79	0,58	0,71	-	-	11,31	11,11	11,45	10,84	10,44	10,49
	12	0,70	0,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,85	6,76	6,91	6,62	6,51	6,54
	13	-	-	0,71	-	0,75	0,69	0,59	0,76	0,60	0,61	0,66	0,88	-	-	-	-	-
	14	-	-	0,65	-	0,65	0,61	0,52	0,63	0,62	0,56	0,61	0,79	-	-	-	-	-
	15	-	-	0,75	-	0,82	0,74	0,64	0,87	0,68	0,65	0,70	0,94	-	-	-	-	-
	16	0,58	0,82	0,57	-	0,54	0,52	-	0,51	-	0,50	0,53	0,65	-	-	-	-	-
	17	-	-	0,46	-	0,39	0,38	-	-	0,38	0,42	0,55	-	-	-	-	-	-
	18	-	-	0,48	-	0,41	0,40	-	-	0,40	0,43	0,57	-	-	-	-	-	-

Poznámka/Note:

¹Horský 1970

– hodnota byla vyloučena/value was excluded

Tab. 5.
Výsledky statistického testování souborů vytvořených z původních údajů ČHMÚ
Results of data set statistical testing of the values created from the original data CHMI

Statistická metoda/Statistical method	celý soubor/the whole data set						ČHP 4-13-02		
	exponent „a“/ index „a“	parametr povodí „B“/ catchment parameter „B“	Q100 pro/for 0,5 km ² (m ³ .s ⁻¹)	Q100 pro/for 5,0 km ² (m ³ .s ⁻¹)	exponent „a“/ index „a“	parametr povodí „B“/ catchment parameter „B“	Q100 pro/for 0,5 km ² (m ³ .s ⁻¹)	Q100 pro/for 5,0 km ² (m ³ .s ⁻¹)	Q100 pro/for 5,0 km ² (m ³ .s ⁻¹)
Počet hodnot/Number of values	114	114	114	114	36	36	36	36	36
Průměr/Mean	0,557	9,252	6,385	22,685	0,492	9,926	7,084	22,308	
Dolní hranice IS průměru/Lower limit of average confidence interval	0,526	8,908	6,063	21,743	0,426	9,481	6,548	20,518	
Horní hranice IS průměru/Upper limit of average confidence interval	0,588	9,596	6,707	23,627	0,558	10,370	7,620	24,098	
Medián/Median	0,537	9,255	6,200	23,492	0,447	10,312	7,205	20,509	
Dolní hranice IS mediánu/Lower limit of median confidence interval	0,499	8,834	5,796	22,395	0,368	9,688	6,389	18,550	
Horní hranice IS mediánu/Upper limit of median confidence interval	0,575	9,676	6,604	24,589	0,526	10,936	8,021	22,468	
Minimum	0,146	1,700	0,900	7,573	0,146	7,540	4,090	13,213	
Maximum	0,973	12,234	9,010	36,310	0,949	11,523	9,010	36,310	
Interkvartilové rozpětí/Interquartile range	0,258	2,861	2,750	7,460	0,301	2,385	3,120	7,488	
Rozptyl/Variance	0,029	3,433	3,013	25,760	0,038	1,726	2,512	27,986	
Směrodatná odchylka/Standard deviation	0,169	1,853	1,736	5,075	0,195	1,314	1,585	5,290	
Variační koeficient/Coefficient of variation	30,375	20,027	27,184	22,373	39,647	13,238	22,373	23,715	
Šikmost/Skewness	0,217	-0,949	-0,313	-0,128	0,443	-0,353	-0,366	0,518	
Špičatost/Kurtosis	-0,163	2,065	-0,258	-0,054	-0,344	-1,336	-1,313	0,011	
Shapiro-Wilkův test normality (p-hodnota)/test of normality	0,154	0,000	0,000	0,254	0,131	0,004	0,002	0,269	

Tab. 6.
Výsledky statistického testování souborů hodnot s vyloučením vlivu lesnatosti povodí (0% lesnatost)
Results of data set statistical testing of value converted to 0% forest cover basin

Statistická metoda/Statistical method	celý soubor/the whole data set									
	ČHP 4-13-02									
	exponent „a“/index „a“	parametr povodí „B“/catchment parameter „B“	Q100 pro/for 0.5 km ² (m ³ .s ⁻¹)	Q100 pro/for 5.0 km ² (m ³ .s ⁻¹)	exponent „a“/index „a“	parametr povodí „B“/catchment parameter „B“	Q100 pro/for 0.5 km ² (m ³ .s ⁻¹)	Q100 pro/for 5.0 km ² (m ³ .s ⁻¹)	pro/for 5.0 km ² (m ³ .s ⁻¹)	
Počet hodnot/Number of values	81	81	81	81	24	24	24	24	24	24
Průměr/Mean	0,591	10,607	7,120	27,702	0,559	11,284	7,739	28,316		
Dolní hranice IS průměru/Lower limit of average confidence interval	0,559	10,158	6,743	26,238	0,492	10,756	7,143	25,407		
Horní hranice IS průměru/Upper limit of average confidence interval	0,623	11,055	7,496	29,165	0,626	11,811	8,335	31,225		
Medián/Median	0,580	10,980	7,340	27,810	0,530	11,455	8,180	26,510		
Dolní hranice IS mediánu/Lower limit of median confidence interval	0,545	10,610	6,925	26,031	0,451	10,861	7,292	22,924		
Horní hranice IS mediánu/Upper limit of median confidence interval	0,615	11,350	7,755	29,589	0,609	12,049	9,068	30,096		
Minimum	0,310	3,170	1,800	11,860	0,310	9,010	5,760	19,830		
Maximum	0,940	14,370	9,830	46,160	0,890	13,610	9,830	46,160		
Interkvartilové rozpětí/Interquartile range	0,200	2,120	2,380	10,200	0,245	1,855	2,770	11,190		
Rozptyl/Variance	0,021	4,116	2,899	43,788	0,025	1,561	1,992	47,450		
Směrodatná odchylka/Standard deviation	0,144	2,029	1,703	6,617	0,159	1,249	1,411	6,888		
Variační koeficient/Coefficient of variation	24,409	19,127	23,916	23,888	28,433	11,073	18,238	24,327		
Šikmost/Skewness	0,285	-1,030	-0,652	0,193	0,451	-0,140	-0,157	0,880		
Špičatost/Kurtosis	-0,597	1,528	0,080	-0,285	-0,758	-0,799	-1,626	0,214		
Shapiro-Wilkův test normality (p-hodnota)/Test of normality	0,232	0,000	0,007	0,555	0,386	0,800	0,009	0,046		

Tab. 7.

Parametry „B“ a „n“, resp. „a“ Dubova exponenciálního (oblastního) vzorce /3/

Parameters „B“ and „n“, respectively index „a“ of Dub's exponential (local) formula /3/

Zdroj/ Source	Charakter povodí/Catchment character	„B“	„n“	exponent/ index „a“ a = 1 - n
Škopek, Novák 1977	toky z horského flyšového pásma/ streams of mountain flysh (sandy clay) range: Váh, Ondava, Laborec, Uh	17,6 ÷ 15,0	0,443 ÷ 0,5	0,557 ÷ 0,5
	horské toky z oblastí průměrně propustných, pokud netvoří souvislé inundace/ mountain streams from average permeable areas not generating the coherent floodplane (Poprad, přítoky Váhu, Hrone, Ipeľ, Nitra, Hornád)	10,0 ÷ 5,0	0,494	0,506
	dolní tratě silně inundačních toků a jejich přítoky (přítoky Moravy a Dudváhu, dolní Nitra a přítoky Slané, Bodva)/ lower part of highly flooded streams and his feeders (feeders of Morava and Dudváhu, lower part of Nitra and feeders of Slaná, Bodva)	4 ÷ 2 většinou/ mostly 2,3	0,364 ÷ 0,4	0,636 ÷ 0,6
	rovinné toky s nedostatečně vyvinutým korytem, kde průtok velkých vod je většinou v inundaci (Černá voda, dolní přítok Dudváhu, malé přítoky Moravy a dolní Nitry)/plane streams with underdeveloped watercourse transferring high water level in floodplane (Černá voda, lower feeder of Dudváh, small feeders of Morava and lower Nitra)	1,5 ÷ 1,0	0,364	0,636
	Labe pod Loučnou a Úpa/Labe downstreams Loučná and Úpa	88	0,78	0,22
	Labe nad Vltavou/Labe upstreams Vltava	4,4	0,38	0,62
	Metuje, Orlice, Chrudimka a/and Doubravka	8,8 ÷ 14	0,5	0,5
	horní Jizera a Kamenice/upper Jizera and Kamenice	38 ÷ 40	0,56	0,44
	Ohře pod Libavou a Rychnovský potok/ Ohře downstreams Libavá and Rychnovský stream	1,0	0,17	0,83
	Ploučná	2,5	0,41	0,59
	Vltava nad Otavou/Vltava upstreams Otava	3,6	0,33	0,67
	Vltava pod Otavou/Vltava downstreams Otava	4,6	0,33	0,67
	Vltava pod Volšovkou/Vltava downstreams Volšovka	6,9	0,39	0,61
	Blanice a/and Mže	22 ÷ 23	0,63	0,37
	Odra nad Ostravicí/Odra upstreams Ostravice	3,8	0,33	0,67
	Opava	12,0	0,50	0,50
	Ostravice nad Morávkou/Ostravice upstreams Morávka	39,0	0,50	0,50
	Poprad,	5,2	0,30	0,70
	resp.	6,3	0,33	0,67
	Morava a přítoky nad Bečvou/ Morava and feeders upstreams of confluence Bečva	8,1	0,5	0,5
	Bečva	6,6	0,33	0,67
	Dyje a/and Svratka	9,2	0,5	0,5
	Svitava	1,6	0,33	0,67
	Jihlava a/and Oslava	1,6	0,25	0,75
	Váh a toky z flyšového pásma Karpat (Torysa, Ondava, Laborec, Uh. Topla)/ Váh and streams from flysh (sandy clay) areas of Tatra Mts.	18,3 ÷ 18,9	0,43 ÷ 0,50	0,57 ÷ 0,50
	Orava	8,9	0,33	0,67
	horní tok Nitry, Hornád/upper part of Nitra, Hornád	2,4 ÷ 4,4	0,33	0,67
	dolní tok Nitry a Nitrica/lower part of Nitra and Nitrica	10,0	0,5	0,5
	Hron	2,0	0,27	0,73
	Ipeľ	3,4	0,39	0,61
	Slaná	3,0	0,39	0,61
Riedl, Zachar et al. 1972; Zachar et al. 1984; Jakubis 1993	oblast horní Myjavy, toky Strážovské hornatiny, Nitra k Bebravě, Ipeľ, horní oblast Slané, Hornád nad Hnilcem, střední a dolní část Hnilce, přítoky Černé vody z Vihorlatu/area of upper part of Myjava, streams in Strážovské highland, Nitra downstreams to Bebrava, Ipeľ, upper part of Slaná, Hornád upstream Hnilec, feeders od Černá Voda from Vihorlat Mts.	4,8	0,415	0,585
Zuna 2008	potoky horní Jizery, horního Labe, Krkonoš (nezalesněná povodí)/stream in upper catchment of Jizera, upper Labe, Krkonoše Mts. (unforested catchments)	16,3	0,393	0,607
	Bělá a/and Divoká Orlice	4,4	0,263	0,737
	potoky v oblasti Trutnovska, Liberecka, podkrkonošské potoky/ streams in Trutnov region, Liberec region, streams of lower part Krkonoše Mts.	2,9	0,300	0,700
	zalesněná povodí Ploučnice, Kamenice, Chřibské Kamenice/ afforested catchments of Oloučnice, Kamenice, Chřibská Kamenice	1,5	0,275	0,725

o 27 %. Hodnota parametru povodí „n“ je cca o 11 až 12 % nižší. Svými hodnotami se blíží „tokům z horského flyšového pásma“, ale nedosahuje je ($B = 17,6$ až $15,0$; $n = 0,443$ až $0,5$; $a = 0,557$ až $0,5$). Číselně se zjištěné hodnoty nejvíce blíží uváděným hodnotám pro řeku Opavu ($B = 12$; $n = 0,5$; $a = 0,5$). Lze tyto hodnoty považovat jako doplňující a upřesňující pro moravskou, jihozápadní část Bílých Karpat, pro horní úseky toku Velička a horní úseky levobřežních přítoků Moravy pod Olšavou.

Hodnoty uváděné v původní technické normě hrazení bystrin (ŠKOPEK, NOVÁK 1977) postupně, bez zásadních úprav přebírali a částečně doplňovali další autoři (RIEDL, ZACHAR et al. 1972; ZACHAR et al. 1984; JAKUBIS 1993). Pro „oblast horního toku Myjavy“, tedy pro jihovýchodní část Bílých Karpat, uvádějí velmi odlišné, nesouměřitelné hodnoty ($B = 4,8$; $n = 0,415$; $a = 0,585$). Zjištěné hodnoty parametru povodí B jsou o 93 %, resp. 115 % vyšší než publikované hodnoty. V případě hodnoty parametru povodí „n“ jsou hodnoty o 8 až 24 % nižší. Zjištění této velké odlišnosti vyžaduje podrobnější rozbor na základě většího souboru dat ze slovenské strany Bílých Karpat. V posuzovaném souboru se nacházejí hodnoty pouze ze dvou dílčích povodí na východní straně Bílých Karpat (ČHP 4-13-03).

Rovněž ZUNA (2008) hodnoty parametrů povodí přebírá, ale doplňuje je o hodnoty pro povodí v severozápadních Čechách, pro povodí pravobřežních přítoků Labe. Další, přesnější údaje pro povodí přítoků střední nebo dolní Moravy ani pro povodí přítoků středního Váhu nejsou dostupné.

Lesnatost v povodích vykazuje velké rozdíly; od 2 do 100 %; průměrně 51 %. Navíc vzhledem k tomu, že v povodí je „málo orné půdy“ (CULEK et al. 1996) a že lesní porosty přecházejí často ve velmi rychlém sledu v louky a pastviny s jednotlivými stromy nebo s jejich skupinami prostřednictvím širokých pásů porostních stěn s keří a nízkými stromy, není údaj o lesnatosti v tomto případě dostatečně vypovídající. Přesto byla použita oprava na lesnatost (rovnice $1/1$ a $1/2$) a byla vytvořena tzv. „2. sada“ dvojic parametrů „B“ a „a“, které představují hodnoty pro teoretickou 0% lesnatost povodí. Hodnota „B“ u této „2. sady“ je vyšší o hodnotu cca 1,7, tj. o cca 19 %. Hodnota „a“ je vyšší o hodnotu 0,048, tj. o cca 9 %. Tyto výsledky nelze srovnat s publikovanými hodnotami parametrů povodí „B“ a „n“, resp. exponentu „a“ (DUB, NĚMEC 1969; ŠKOPEK, NOVÁK 1977; RIEDL, ZACHAR et al. 1972; ZACHAR et al. 1984; JAKUBIS 1993; ZUNA J. 2008), protože u jednotlivých charakterů povodí není uváděna uvažovaná lesnatost kromě občasného slovního hodnocení, nikoliv číselného údaje – viz tab. 7. Ani nejsou publikována konkrétní povodí, resp. závěrné profily, která výše uvedení autoři zahrnovali do výpočtu. Ze stejného důvodu nelze porovnat ani „2. sadu“ hodnot.

ZÁVĚR

Metoda publikovaná ZUNOU (2008), která představuje aplikaci Dubova exponenciálního (oblastního) vzorce (DUB, NĚMEC 1969; ŠKOPEK, NOVÁK 1977; JAKUBIS 1993; ZUNA 2008), je použitelná i pro oblast jižní části Bílých Karpat. Tab. 6 parametrů povodí „B“ a „n“, resp. „a“ je možno doplnit takto:

- horní toky přítoků Moravy a Váhu v jižní části Bílých Karpat

$$B = 9,0 \text{ až } 10,2 \quad n = 0,45 \text{ až } 0,54 \quad a = 0,55 \text{ až } 0,46$$

Použití vypočítaných hodnot je však omezeno na předběžné výpočty v rámci studií nebo záměrů stavby pro větší povodí, jejichž lesnatost se blíží uvažované průměrné lesnatosti 51 %. Pro potřeby výpočtu návrhového průtoku v rámci zpracování projektové dokumentace však tyto hodnoty mají nepříjemně široké rozpětí. Hodnoty lze logicky zpřesnit tím, že pro výpočet návrhových průtoků v jednom povodí budou

použity základní hydrologická data podle ČSN 75 1400 pro 2 různé závěrné profily. Nelze použít dvojici hodnot, která vykazuje následující charakteristiky:

- velikosti (plochy) dílčích povodí jsou podobné
- pro výrazně různé hodnoty plochy dílčího povodí „F“ jsou stejné nebo blízké hodnoty průtoků Q_{100} resp. Q_N
- vypočítaná hodnota parametru povodí „n“ větší než 1, tj. exponent „a“ je záporný
- hodnoty specifického odtoku vypočítané podle vzorce $1/4$ se výrazně liší od hodnot transformovaných z údajů ČHMÚ

V případě, že podklady – údaje ČHMÚ jsou nevhodné pro stanovení návrhových průtoků touto metodou – nebo výsledky jsou na základě logické kontroly nepoužitelné, je nezbytné požádat ČHMÚ o stanovení základních hydrologických dat podle ČSN 75 1400 i pro plochu menší než 5 km².

Hodnoty parametru „B“ a exponentu „a“ pro 0% lesnatost povodí jsou souměřitelné s pracemi jiných autorů ve smyslu úpravy pro konkrétní lesnatost. Lze jimi dokladovat vliv lesa na odtok z povodí, zejména z povodí menších než 1 km². Parametry „B“ a „a“ pro 0% lesnatost jsou vždy vyšší.

Další zpřesnění parametrů uvedeného modelu je možné využitím pokročilejších metod regresní analýzy, např. metodou smíšených regresních modelů nebo metodou prostorově (geograficky) vážené regrese (GWR), např. FOTHERINGHAM et al. (2002). Tyto metody jsou schopné zohlednit prostorovou variabilitu parametrů (a v případě potřeby modelovat závislost i na jiných prediktorech). Smíšený regresní model stanoví tzv. náhodné složky parametrů (tj. určité „odchylky“ parametrů na jednotlivých profilech od parametrů celkového (globálního) modelu, který byl odvozen v této studii). GWR metoda umožňuje na základě geografické pozice modelovat prostorové změny parametrů a event. vytvořit „mapu“ hodnot parametrů pro zájmové území, kterou by bylo možné prakticky využít v přípravě projektové dokumentace.

LITERATURA

- CULEK M. et al. 1996. Biogeografické členění České republiky. Praha, ENIGMA: 347 s.
- ČERMÁK M. 1962. Opakování velkých vod na malých povodích. Vodohospodářský časopis, 10: 233-256.
- ČSN 75 1400. 1997. Hydrologické údaje povrchových vod
- ČSN 75 4500. 1996. Protierozní ochrana zemědělské půdy
- DRÁPELA K. 2000. Statistické metody. I. díl. Skriptum. Brno, Mendelu: 153 s.
- DUB O., NĚMEC J. 1969. Hydrologie. TP 34. Praha, SNTL: 379 s.
- FOTHERINGHAM A. S., BRUNSDON C. A., CHARLTON M. E. 2002. Geographically weighted regression: The analysis of spatially varying relationships. New York, Wiley: 269 s.
- HEC-RAS. The Hydrologic Engineering Centers River Analysis System. [cit. 18.01.2012] Dostupné na World Wide Web: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/>
- HORSKÝ L. 1970. Hydrologické poměry ČSSR. Díl III. Praha, Český hydrometeorologický ústav: 305 s.
- JAKUBIS M. 1993. Lesnícke meliorácie a zahrádzanie bystrín. Časť: Zahrádzanie bystrín. Návod do cvičenia. Skriptum. Zvolen, Technická univerzita: 81 s.

- KOVÁŘ P., CUDLÍN P., HEŘMAN M., ZEMEK F., KORYTÁŘ M. 2002, Analysis of flood events on small river catchments using the KINFIL model. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 50, 2: 158-171.
- MIKE by DHI software. [on-line]. [cit. 18. 1. 2012]. Dostupné na World Wide Web: www.dhisoftware.com
- Národní geoportál INSPIRE, mapa II.2 Krajinový pokryv. [on-line]. [cit. 18. 1. 2012]. Dostupné na World Wide Web: <http://geoportal.gov.cz/web/guest/map?openNode=Land+use&keywordList=inspire>
- Program DesQ-MaxQ. Výpočet maximálních průtoků na malých povodích. [on-line]. [cit. 18. 1. 2012]. Dostupné na World Wide Web: www.desq-maxq.cz
- Program HYDROG. [on-line]. [cit. 18. 1. 2012]. Dostupné na World Wide Web: www.hysoft.euweb.cz
- Program STATISTICA. [on-line]. [cit. 18. 1. 2012]. Dostupné na World Wide Web: www.statsoft.cz
- RIEDL O., ZACHAR D. et al. 1972. *Lesotechnické meliorace*. Praha, Státní zemědělské nakladatelství: 568 s.
- ŠKOPEK V., NOVÁK L. 1977. *Hrazení bystřin a strží. Komentář k ON 48 2506*. Praha, Vydavatelství pro normalizaci a měření: 88 s.
- TNV 75 2102. 2010. *Úpravy potoků*
- Vyhláška č. 292/2002 Sb., o oblastech povodí, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů
- ZUNA J. 2008. *Hrazení bystřin. Skriptum*. Praha, Česká technika – nakladatelství ČVUT: 180 s.

CONTRIBUTION TO THE DETERMINATION OF DESIGN DISCHARGE IN TORRENT CONTROL AND STREAM REGULATION

SUMMARY

Design discharge as a degree of protection represents an important groundwork for efficient and both economically and socially well-balanced torrent training and stream regulation, one of the basic activities in the processing of studies and project documentations. The numerical value of design discharge is normally stipulated by the Czech Hydrometeorological Institute (CHMI). In case that discharges in question originate from catchments smaller than 5 km², some of well-proven methods or formulas may be used. One of them is the method stemming from Dub's exponential (regional) formula (DUB, NĚMEC 1969; ŠKOPEK, NOVÁK 1977; JAKUBIS 1993; ZUNA 2008), and from the method published by ZUNA (2008) respectively, employing the solution of a pair of exponential equations. This method, however, does not reflect the impact of watershed afforestation. Therefore, the original values converted to 0% forest cover and a second set of pairs of values were created.

Suitability and applicability of the method was tested on a set of eighteen partial catchments, on 153 pairs of the parameters of catchments "B", "n", and "a" respectively. The parameters in question were values from the partial catchments in the southern part of the White Carpathians that had been established by CHMI for concrete structures or had been taken over from the CHMI publication (HORSKÝ 1970). The set was reduced to 114 and 81 pairs respectively, through a logical control of detected values. Another (smaller) set was isolated from the original large set which contained values only for ten partial catchments of left-bank tributaries of the Morava River (ČHP 4-12-03) that were characterized by 55 pairs of catchment parameters. This set was also reduced by a logical control to 36 and 24 pairs, respectively.

The pairs of catchment parameters were statistically tested and it is possible to conclude that the method is applicable also for the southern part of the White Carpathians. Tab. 7 of parameters of the catchment "B", "n", and "a" respectively, can be complemented as follows:

- upper reaches of the Morava River and Váh River tributaries in the southern part of the White Carpathians ($B = 9.2 - 10.2$; $n = 0.45 - 0.54$; $a = 0.55 - 0.46$).

The method is useful for establishing design discharge for the purpose of study of larger basins, the forest cover is considered close to the average forest coverage of 51%; however, the range of resulting values is too wide as groundwork for the project documentation. Much more accurate is to determine the design discharge in the required profile of analogies to values established by CHMI for partial catchments of the same stream.

Basin parameters "B" and "a" for 0% forested watershed are presented to highlight the impact of forest cover in the catchment.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Karel Zlatuška, CSc., A.KTI, s. r. o., lesnická a zemědělská projekční kancelář
Boženy Antonínové 251/1, 621 00 Brno
tel.: 602 767 877; e-mail: zlatuska@akti.cz