ACTA HYDROLOGICA
SLOVACA

Ročník 16, Tematické číslo, 2015, 37 - 44

ODVOZENÍ ZÁKLADNÍCH HYDROLOGICKÝCH ÚDAJŮ ZA REFERENČNÍ OBDOBÍ 1981–2010

Ladislav Budík, Petr Šercl, Pavel Kukla

M-denní průtoky patří dle normy ČSN 75 1400 „Hydrologické údaje povrchových vod“ mezi základní hydrologické údaje a pro libovolný profil říční sítě jsou poskytovány Českým hydrometeorologickým ústavem (ČHMÚ). Do konce roku 2012 byly veřejnosti poskytovány hodnoty *M*-denních průtoků odvozené za referenční období 1931–1980. Od roku 2013 ČHMÚ poskytuje dlouhodobou průměrnou roční výšku srážek na povodí, dlouhodobý průměrný průtok a *M*-denní průtoky za nové referenční období 1981–2010. Při výpočtech bylo oproti předchozímu zpracování možné využít podstatně širší datové základny ze sítě vodoměrných stanic. Do výpočtů byly rovněž začleněny dostupné údaje o antropogenním ovlivnění průtokového režimu. Podstatné úpravy doznala i metodika výpočtu, např. pro teoretické rozdělení *M*-denních průtoků bylo použito logaritmicko-normální rozdělení s pěti parametry (LN5).

KĽÚČOVÉ SLOVÁ: základní hydrologické údaje, dlouhodobý průměrný průtok, *M*-denní průtoky

DERIVATION OF BASIC HYDROLOGICAL DATA FOR REFERENTIAL PERIOD 1981–2010. Catchment area, long-term annual precipitation depth on a catchment, long term annual flow and *M*-day discharges belong to basic hydrological data and have always been derived for a specific reference period. Czech hydrometeorological institute (CHMI) provides basic hydrological data for any river site. Till the end of year 2012 these data had been provided for reference period 1931–1980. The need to provide more representative data taking into account changes in hydrological regime of rivers in last decades forced the hydrologists in CHMI to derive data for new reference period 1981–2010. New methodological approaches have been developed for this purpose. The most important change lays in incorporation of data causing anthropogenic affection of hydrological regime of rivers, e.g. water withdrawal, waste water draining, water reservoirs influence etc.

KEY WORDS: basic hydrological data, long-term annual flow, *M*-day discharges

Úvod

Dle normy ČSN 75 1400 „Hydrologické údaje povrchových vod“ poskytuje Český hydrometeorologický ústav jako pověřená odborně způsobilá právnická osoba (dále ČHMÚ) pro libovolný profil říční sítě v ČR tzv. Základní hydrologické údaje. Mezi základní hydrologické údaje patří:

a) plocha povodí *A,*
b) dlouhodobá průměrná roční výška srážek na povodí P_a,
c) dlouhodobý průměrný průtok Q_a,
d) *M*-denní průtoky Q_{Md} nebo *p*-procentní denní průtoky $Q_{p\%d}$,
e) *N*-leté (maximální) průtoky Q_N.

Plocha povodí *A* je stanovována dle aktuálně platných digitálních topografických mapových podkladů (ZABAGED) s využitím průběžně aktualizované datové vrstvy rozvodnic.

Odvození ostatních základních hydrologických údajů vždy vychází z dlouhodobého pozorování hydrologických a klimatologických veličin ve státem zřizovaných staničních sítích pozorovacích objektů. Časové řady hydrologických veličin jsou statisticky zpracovány a pomocí stanovených metodických postupů jsou jejich statistické charakteristiky extrapolovány do nepozorovaných profilů.

Tento článek se zabývá odvozením dlouhodobé průměrné roční výšky srážek na povodí, dlouhodobého průměrného průtoku a *M*-denních průtoků. Společné pro tyto

údaje je to, že jsou stanovovány za předem určené referenční období. Jako referenční období bylo vybráno období 1981–2010. Důvody pro odvození nových základních hydrologických dat jsou následující:

- Při zpracování dat bylo možné využít podstatně širší datovou základnu s vyhodnocenými průměrnými denními průtoky ze sítě vodoměrných stanic.
- Do zpracování bylo možné začlenit dostupné údaje o ovlivnění přirozeného průtokového režimu odběry vod, vypouštěním odpadních vod či manipulacemi na vodních dílech.
- Při výpočtech bylo možné využít nástroje GIS a aktuální datové vrstvy GIS: vrstva rozvodnic základních hydrologických povodí měřítka 1:10 000 a další datové GIS vrstvy (výškopis, Corine Land Cover, hydrogeologie, atd.).
- V ČHMÚ byly vyvinuty nové matematicko-statistické metody pro odvození *M*-denních průtoků v nepozorovaných profilech, které byly spolu s aktualizovanými matematicko-statistickými nástroji aplikovány ve výpočtech hydrologických charakteristik.
- Vlastnímu zpracování *M*-denních průtoků předcházela podrobná verifikace časových řad průměrných denních průtoků v jednotlivých vodoměrných stanicích, kde byl důraz kladen především na období s minimálními průtoky.
- Data za nové referenční období by měla být reprezentativnější z hlediska stávajícího hydrologického režimu vodních toků.

Metodika zpracování

Dlouhodobá průměrná roční výška srážek na povodí

Dlouhodobá výška srážek na povodí se určuje nástroji GIS. Vypočte se překryvem polygonové vrstvy rozvodnic přes rastrovou vrstvu srážek. Odvození rastru dlouhodobých ročních úhrnů srážek s využitím maxima dostupných údajů bylo jedním z hlavních cílů zpracování. Vzhledem k tomu, že zpracování těchto dat probíhalo v době, kdy se předpokládalo referenční období 1961–2005, byl rastr odvozen pro toto referenční období a pro období 1981–2010 byla následně provedena jeho verifikace.

Pro zpracování rastru dlouhodobých ročních úhrnů srážek za období 1961–2005 byla použita data naměřená ve srážkoměrných a klimatologických stanicích: 1) měsíční úhrny z databáze ČHMÚ CLIDATA za období 1961–2005, 2) měsíční úhrny za období 1961–2005 z území SRN z příhraniční oblasti, 3) měsíční úhrny za období 1961–2005 z rakouských meteorologických stanic z příhraniční oblasti, 4) denní úhrny za období 1971–2005 z rakouských meteorologických stanic z příhraniční oblasti, 5) dlouhodobé roční úhrny za období 1971–2000 z území Polska z příhraniční oblasti, 6) měsíční srážkové úhrny za období 1921–1960.

Časové řady měsíčních (denních) srážek byly ve všech stanicích převedeny na řady ročních úhrnů. Zároveň došlo k doplnění chybějících hodnot v časových řadách ročních úhrnů a následně odvození průměrného ročního srážkového úhrnu (dále P_a) za příslušné období v každé stanici.

Bodová data dlouhodobých ročních úhrnů za období 1961–2005 byla interpolována do rastrové vrstvy metodou orografické interpolace, která byla vyvinutá v ČHMÚ (Šercl, 2008). Jako podklad byl použit rastr nadmořských výšek terénu v kroku 1x1 km shlazený v okolí 3x3 km.

Základem pro odvození rastru ročních průměrných srážek za období 1981-2010 se stal rastr ročních průměrných srážkových úhrnů za období 1961–2005. Vzhledem k tomu, že plošné rozložení srážkových úhrnů zůstává v čase relativně dosti podobné a mezi obdobími 1921–1960 a 1961–2005 nebyla zjištěna výrazná změna rozložení (dlouhodobé úhrny srážek se příliš nemění), byla pro odvození výsledného rastru za období 1981–2010 použita jednoduchá metoda spočívající ve výpočtu rastru korekčních koeficientů na základě porovnání ročních hodnot P_a ve vybraných stanicích za období 1961–2005 a 1981–2010. Výsledný rastr dlouhodobé průměrné roční výšky srážek za období 1981–2010 je zobrazen na Obrázku 1.

Dlouhodobý průměrný průtok

Dlouhodobý průměrný průtok je základní charakteristikou vodnosti daného toku. Ve vodoměrné stanici je určen jako průměr ze všech hodnot denních průtoků za referenční období (1981–2010). Pro odhad v nepozorovaných profilech je využito úzké vazby této charakteristiky (vyjádřené jako odtoková výška R_a v mm) na dlouhodobé průměrné výšce srážek P_a [mm], potenciální evapotranspiraci PET_a [mm] a hydrogeologických podmínkách povodí.

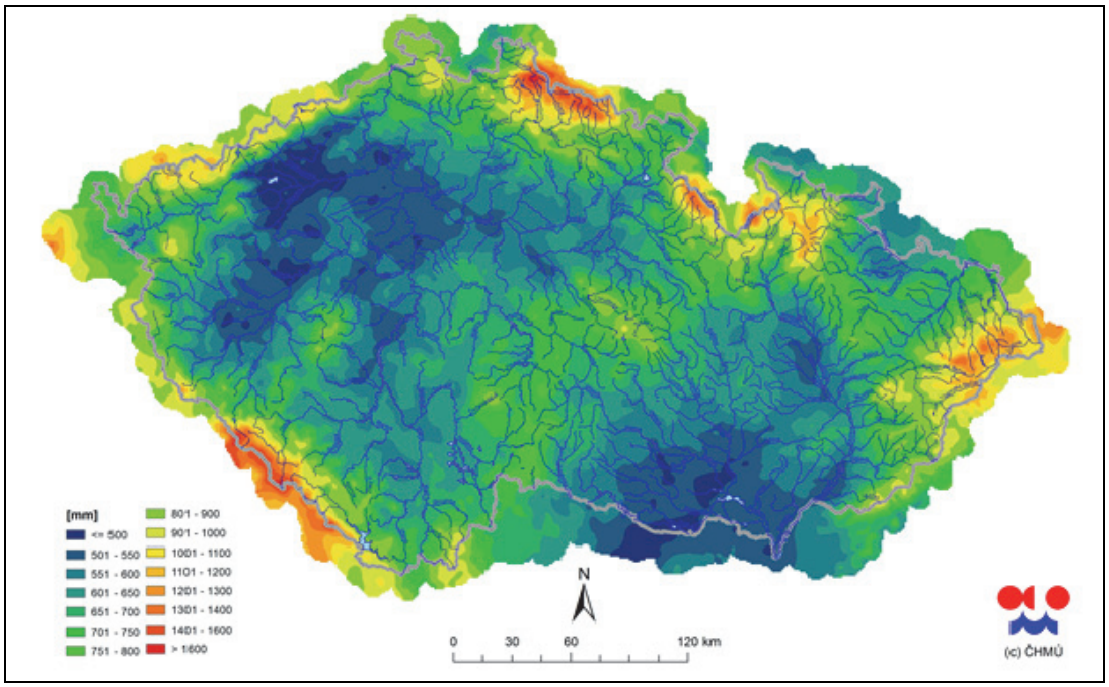
Pro odvození dlouhodobého průměrného průtoku byl použit modifikovaný vzorec Schreibera (1904), publikovaný v článku „Ludovic Oudin, Vazken Andre´assian, Julien Lerat, Claude Michel – Has land cover a signifycant impact on mean annual streamflow? Journal of Hydrology (2008)":

$$\frac{R_a}{P_a} = \frac{1}{e^{b_1 \cdot \left[\frac{PET_a}{P_a}\right]^{b_2}}} \qquad (1)$$

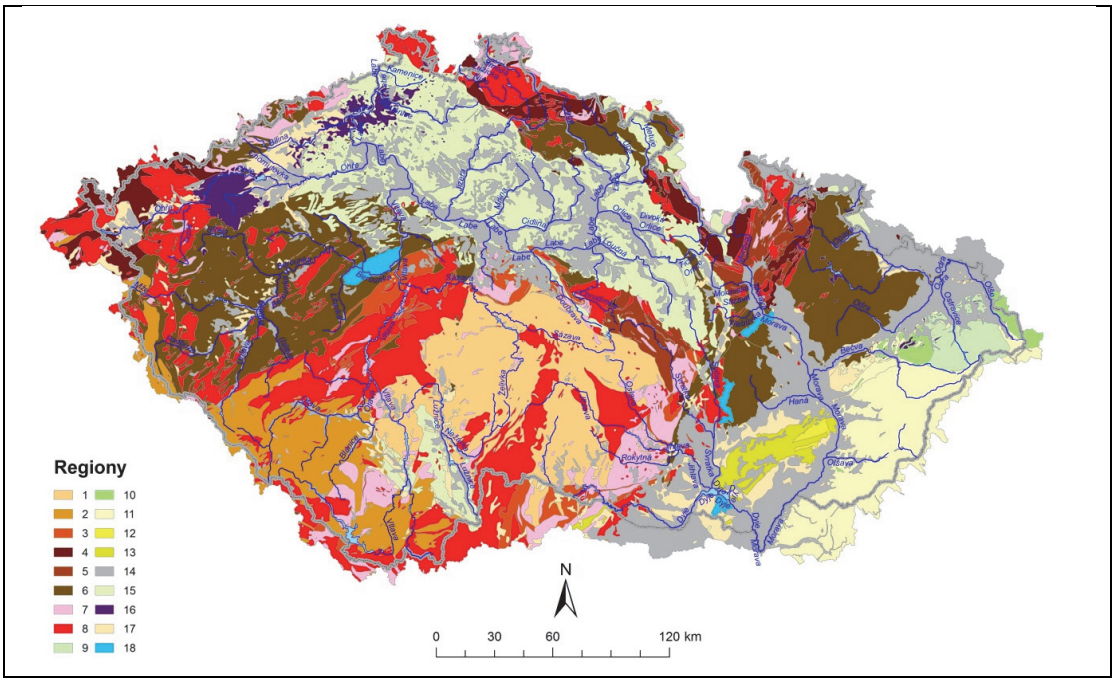
kde
R_a - je dlouhodobá roční výška odtoku,
P_a - je dlouhodobá roční výška srážek na povodí,
PET_a - je potenciální evapotranspirace,
b_1, b_2 - jsou regresní koeficienty.

Parametry regresního vztahu b_1 a b_2 byly odvozeny pro jednotlivé geologické regiony zobrazené na mapě v Obrázku 2 a uvedené v Tabulce 1. Do regresního vztahu vstupovaly hodnoty dlouhodobé roční odtokové výšky ve vybraných vodoměrných stanicích (s povodím územně příslušejícím danému regionu), dlouhodobá

roční výška srážek na povodí daných vodoměrných stanic (získaná z rastru na Obrázku 1) a dlouhodobá roční potenciální evapotranspirace odvozená vzorcem dle Papadakise. Hodnoty dlouhodobé roční odtokové výšky získané z výše popsaného regresního vztahu jsou znázorněny v mapě na Obrázku 3. Výsledná hodnota dlouhodobé roční odtokové výšky je získána optimalizačními výpočty vzhledem k pozorovaným hodnotám ve vodoměrných stanicích a velikosti antropogenního ovlivnění.



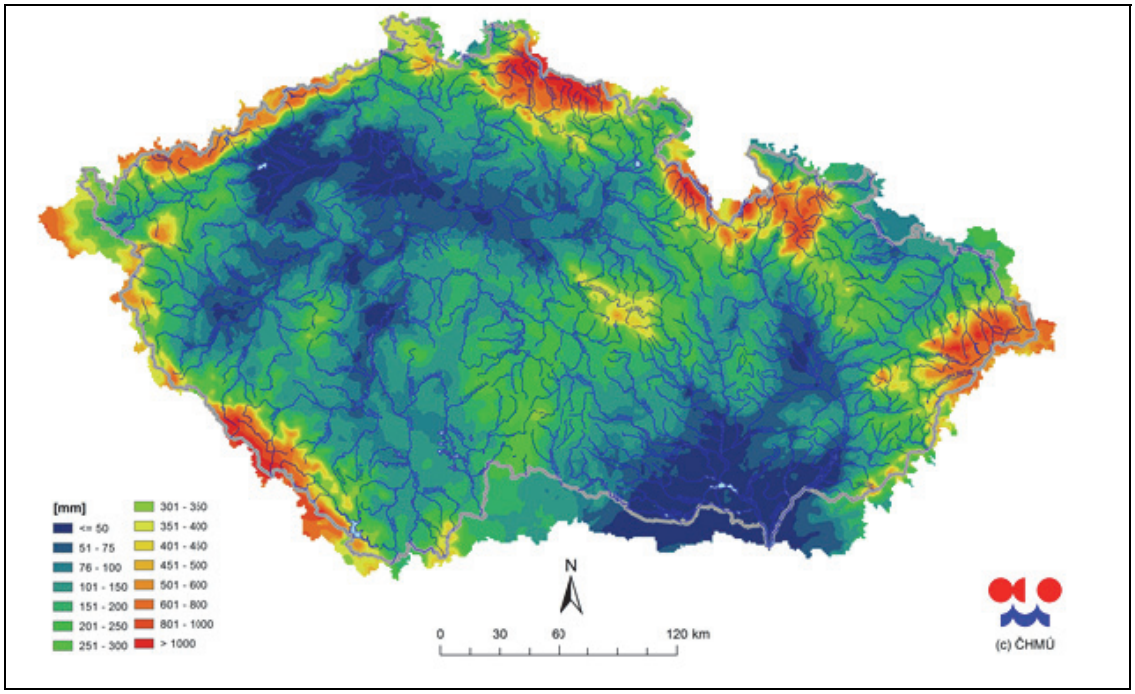
Obr. 1. Dlouhodobá průměrná roční výška srážek za období 1981–2010.
Fig. 1. Long term annual precipitation depth for the period 1981–2010.



Obr. 2. Geologické členění použité pro regionalizaci regresních vztahů odvozené na základě Geologické mapy 1:500 000.
Fig. 2. Geological regions derived from Geological map 1:500 000 and used for regression analysis of discharge statistical characteristics.

Tabulka 1. Legenda k mapě geologického členění
Table 1. Legend of map with geological regions

Číslo regionu Region number	Název (typické horniny) Name of typical upper	Lokalizace Localization
1	jednotvárná a pestrá série moldanubika (svorové ruly, pararuly až migmatity)	stř. a j. Čechy
2	jednotvárná a pestrá série moldanubika (svorové ruly, pararuly až migmatity)	j. a jz. Čechy
3	starohory assyntsky zvrásněné, s různě silným variským přepracováním (břidlice,fylity,svory až pararuly)	stř. a j. Čechy
4	starohory assyntsky zvrásněné, s různě silným variským přepracováním (břidlice,fylity,svory až pararuly)	v. Čechy, s. Morava
5	starohory assyntsky zvrásněné, s různě silným variským přepracováním (břidlice,fylity,svory až pararuly)	ČM pomezí, s. Morava
6	starohory assyntsky zvrásněné, s různě silným variským přepracováním (břidlice,fylity,svory až pararuly), permokarbon (pískovce, slepence, jílovce)	stř. Čechy, s. Morava
7	ortoruly, granulity a velmi pokročilé migmatity v moldanubiku a proterozoiku	z., s. a j. Čechy
8	granitoidy assyntské (žuly, granodiority), ultrabazity v moldanubiku a proterozoiku, vulkanity starohor a prvohor	z., s., stř. a j. Čechy
9	druhohorní horniny alpinsky zvrásněné (pískovce, břidlice), centrální část	v. Morava
10	druhohorní horniny alpinsky zvrásněné (pískovce, břidlice), v. a z. část	v. Morava
11	třetihorní horniny alpinsky zvrásněné (pískovce, břidlice)	v. Morava
12	třetihorní horniny alpinsky zvrásněné (pískovce, břidlice)	j. Morava
13	třetihorní horniny alpinsky zvrásněné (pískovce, břidlice)	j. Morava
14	kvartér (hlíny, spraše, písky, štěrky)	celá ČR
15	mezozoické horniny (pískovce, jílovce)	s., v. a j. Čechy
16	vulkanické horniny třetihor (čediče, fonolity, tufy)	z. a s. Čechy, s. Morava
17	třetihorní horniny (písky, jíly)	z. a s. Čechy, j. Morava
18	vápence	stř. Čechy, stř. a j. Morava



Obr. 3. Průměrná roční výška odtoku za období 1981–2010.
Fig. 3. Long term annual runoff for the period 1981–2010.

Vzhledem k tomu, že geologické charakteristiky lze formou parametru jen obtížně začlenit do regresního vztahu, bylo území ČR rozděleno na základě litologických charakteristik do 18 regionů, viz mapa na Obrázku 2 a Tabulka 1. Regionalizace ČR byla provedena na mapovém podkladu Geologické mapy ČR v měřítku 1:500 000. Mapa geologického členění byla použita pro odvození nelineárních regresních vztahů pro dlouhodobý odtok a další charakteristiky *M*-denních průtoků ve vztahu k fyzickogeografickým charakteristikám povodí.

***M*-denní průtoky**

Funkce překročení průměrných denních průtoků za určité referenční období je základním ukazatelem variability denních průtoků a její tvar velmi podrobně charakterizuje odtokový režim povodí.
Ladislav Budík z pobočky ČHMÚ v Brně rozvinul matematicko-statistické přístupy použité při odvození katastru *M*-denních průtoků za referenční období 1931–1980 na pobočce ČHMÚ v Brně. Zásadní rozdíly v nové metodice oproti odvození dat za období 1931–1980 je možné stručně popsat takto:

- Jako distribuční funkce je použito logaritmicko-normálního rozdělení s pěti parametry (LN5), které dokáže lépe popsat hydrologický režim toků, než původně používané tříparametrické rozdělení (LN3).
- Parametry statistického rozložení slouží jako indikátory hydrologického režimu vodních toků, který je dán tvarem funkce překročení lišícím se primárně hydrogeologickými podmínkami. Pro jednotlivé geologické oblasti (Tabulka 1) byly odvozeny regresní vztahy pro jednotlivé parametry statistického rozložení v závislosti na dalších fyzicko-geografických charakteristikách.
- Regresně odhadnuté parametry statistického rozložení na jednotlivých říčních úsecích hlavních toků a přítoků (vymezených profily s vodoměrným pozorováním) jsou optimalizovány vůči teoretické funkci překročení *M*-denních průtoků závěrové stanice s následnou úpravou výsledků na empirické hodnoty funkce překročení *M*-denních průtoků.
- Statistické charakteristiky časových řad ovlivnění (odběrů, vypouštění atd.) byly začleněny přímo do výpočetního schématu jednotlivých řešených říčních úseků.

Optimalizační výpočty probíhají v prostředí MS Excel ve výpočetních úsecích. Každý úsek je v hydrologickém smyslu shora a zdola (příp. pouze zdola nebo pouze shora) vymezen profily vodoměrných stanic, kde jsou známy hodnoty *M*-denních průtoků a parametry jejich statistického rozdělení. Základními stavebními kameny výpočetních úseků jsou jednotlivá základní hydrologická povodí s regresně odvozenými parametry statistického rozdělení platnými pro příslušnou oblast. Do výpočtu se zadávají rovněž parametry jednotlivých antropogenních ovlivnění, příp. dalších prvků, které ovlivňují režim průměrných denních průtoků v daném úseku (ztráty vody v říční nivě, soustředěné přítoky z podzemních vod atd.). Pro optimalizační výpočty se využívá nadstavba MS Excel Řešitel (Solver), která je zakomponovaná do výpočetních algoritmů. Pro získání korektních výsledků je nutná co největší věrohodnost vstupních dat pozorovaných průtoků ve vodoměrných stanicích i dat o antropogenním ovlivnění.
Výsledkem výpočtů jsou pro každý výpočetní profil v daném úseku optimalizované hodnoty dlouhodobého průměrného průtoku a jednotlivé kvantily *M*-denních průtoků, a to ve formě:

- údajů reprezentujících charakteristiky hydrologického režimu za referenční období 1981–2010 (se zahrnutím antropogenního ovlivnění),
- tzv. odovlivněných hodnot, tedy údajů s opravou na antropogenní ovlivnění.

Teoretické rozdělení LN5 a jeho parametry

Při volbě teoretického proložení je nutné mít na zřeteli cíl zpracování, kterým je odvození *M*-denních průtoků v libovolném profilu říční sítě. Teoretické rozdělení má tu výhodu, že vedle distribuční funkce je charakterizováno parametry, které svojí hodnotou určují tvar teoretické funkce překročení. Parametry teoretického rozdělení, získané proložením empirické funkce překročení v profilech vodoměrných stanic, je poté možné využít pro sestrojení (regionálních) regresních vztahů vůči fyzicko-geografickým charakteristikám.
Pro přijatelné vystižení průběhu funkce překročení průměrných denních průtoků je nutné použít rozdělení s alespoň čtyřmi parametry (Blöschl, 2013). Zároveň je nezbytné, aby zvolené teoretické rozdělení bylo možné aplikovat i u toků, jejichž hydrologický režim je specifický, např. když dochází k vysychání, příp. kde jsou průtoky významně ovlivněny apod.
Při odvození *M*-denních průtoků za referenční období 1981–2010 bylo použito logaritmicko-normální rozdělení s pěti parametry (LN5). Tříparametrické logarithmicko-normální rozdělení LN3 použité ve výpočtech za referenční období 1931–1980 lze získat z normálního rozdělení transformací:

$$y = e^{x} + y_0 \tag{2}$$

kde
x - je normální rozdělení,
y - je LN3 rozdělení,
y_0 - je konstanta posunu.

Za předpokladu splnění určitých statistických vlastností spojité náhodné veličiny (normovanost a nezápornost hustoty pravděpodobnosti), lze provést i jiné, složitější transformace normálního rozdělení.
Rozdělení LN5 lze proto získat z normálního rozdělení pomocí následující transformace:

$$y = a \cdot e^{sign(x)\cdot|x|^b} + y_0 \quad (3)$$

kde a, b jsou parametry. Funkce signum zachovává pouze znaménko proměnné x a nemá na transformované hodnoty přímý vliv. Z porovnání rovnic (2) a (3) vyplývá, že rozdělení LN3 je „zvláštním případem" rozdělení LN5, kdy parametry a i b jsou rovny jedné a funkci signum proto není nutné použít, neboť veličina x může při hodnotě exponentu $b = 1$ být záporná.
Tvar rozdělení LN5 je dán pěti parametry. Jsou to:

- průměr μ normálního rozdělení,
- směrodatná odchylka σ normálního rozdělení (parametry μ a σ určují normální rozdělení, které je transformováno)
- parametr b – určuje sílu exponenciální transformace,
- parametr a – mění rozsah exponenciální transformace,
- parametr y_0 – určuje posun celé transformované funkce.

Aby bylo možné jednotlivé parametry rozdělení LN5 v profilech vodních toků vzájemně porovnávat a odvozovat regresní vztahy vůči fyzicko-geografickým charakteristikám, je nutné provést normování průměrných denních průtoků. V tomto případě byly hodnoty normovány vůči hodnotě Q_a.
Podrobněji jsou metodické postupy odvození M-denních průtoků popsány v publikaci Budík, L. a kol. (2014).

Výsledky a diskuze

Od ledna 2013 jsou veřejnosti poskytovány základní hydrologické údaje za referenční období 1981–2010. Jedná se o průměrnou roční výšku srážek na povodí, dlouhodobý průměrný průtok a M-denní průtoky. Oproti základním údajům za předcházející referenční období 1931–1980 došlo ke značným změnám v metodice odvození těchto údajů.
Průměrná roční výška srážek na povodí je vypočtena v GIS z rastrové vrstvy, která byla odvozena metodou orografické interpolace na podkladě všech dostupných dat nejen z území ČR, ale i z okolních států. Míra nejistoty v těchto datech je závislá nejen na hustotě pokrytí území srážkoměrnými stanicemi a zvolené metodě interpolace, ale především na způsobu měření dat. Lze předpokládat, že nejistoty budou větší v horských oblastech, kde je oproti nížinám větší podíl sněhových srážek, které jsou obtížněji měřitelné.
Základním vstupem pro výpočet M-denních průtoků v nepozorovaných profilech (tzv. katastru M-denních průtoků) jsou empirické funkce překročení denních průtoků ve vodoměrných stanicích. Značná pozornost byla proto věnována verifikaci průtokových dat. V některých vodoměrných stanicích bylo nutné přistoupit k zásadnímu přehodnocení dat.
Z metodického hlediska je pro odvození katastru M-denních průtoků a dlouhodobého průměrného průtoku velmi důležitá volba teoretického rozdělení funkce překročení M-denních průtoků, které by mělo být dostatečně flexibilní pro vystižení hydrologického režimu v různých přírodních podmínkách. S tím souvisí i z hydrologického hlediska logické vazby mezi parametry teoretického rozdělení a fyzicko-geografickými charakteristikami území ve formě regresních závislostí.
Pro teoretické rozdělení M-denních průtoků bylo zvoleno logaritmicko-normální rozdělení s pěti parametry (LN5), které z principu lépe prokládá body funkce překročení odvozené z empirických dat než rozdělení LN3 použité v předchozím referenčním období.
Základem pro odvození regresních vztahů bylo rozčlenění území ČR do 18 regionů na podkladě geologické mapy ČR v měřítku 1:500 000. K odvození regresních vztahů pro dlouhodobý průměrný průtok a parametry teoretického rozdělení byla použita data z vodoměrných stanic s hydrologickým režimem prakticky neovlivněným antropogenní činností.
Hydrologický režim průtoků je v ČR antropogenní činností značně ovlivněn. Bez znalosti dat o ovlivnění by v současnosti nebylo možné katastr M-denních průtoků odvodit. Pro tyto účely bylo využito databáze ovlivnění spravované VÚV T. G. M., která obsahuje data v měsíčním kroku od roku 1979, a pokrývá tedy celé referenční období 1981–2010. Státní podniky Povodí navíc poskytly data o přítocích a odtocích z nádrží v denním kroku. I v těchto datech byly detekovány velmi významné nepřesnosti, které mají v důsledku vliv na věrohodnost odhadu M-denních průtoků v nepozorovaných profilech.
Začlenění dat ovlivnění je jedním ze základních rozdílů v odvození katastru M-denních průtoků oproti metodice Novický a kol. (1992). Využití dat ovlivnění ve výpočtech umožňuje získat funkce překročení ovlivněných i odovlivněných M-denních průtoků. Přesnost odvozených funkcí překročení však značně závisí nejen na kvalitě výpočetních postupů a způsobu jejich použití, ale, jak již bylo zmíněno, zejména na kvalitě vstupních dat.
Výpočet katastru M-denních průtoků probíhá ve výpočetních úsecích toků, které jsou vymezeny zdola profilem vodoměrné stanice a shora buď vodoměrnou stanicí na hlavním toku, nebo jeho pramenem. Základními jednotkami katastru jsou hydrologická povodí 4. řádu, pro které byly vypočteny regresní odhady parametrů rozdělení LN5 a data ovlivnění. Odhady funkcí překročení denních průtoků jsou prováděny v profilech soutokových uzlů všech povodí a mezipovodí v rámci výpočetního úseku. Pro výpočet jsou používány optimalizační procedury v prostředí MS Excel (Solver), přičemž optimalizace je prováděna k teoretické funkci překročení závěrové stanice a odhady jsou následně verifikovány vůči empirické funkci překročení závěrové stanice. Vzhledem k tomu, že pro teoretické rozdělení LN5 není možné odvodit primitivní funkci, a tudíž přímo odvozovat hodnoty M-denních průtoků, byl vztah pro skládání řad odvozen heuristicky, a je proto pouze přibližný. Skládání funkcí překročení v soutokových uzlech je řízeno velikostí koeficientu korelace mezi průtoky na

hlavním toku a přítocích, a to tak, aby byla zachována základní součtová pravidla jednotlivých kvantilů *M*-denních průtoků.

Výpočetní procedury katastru jsou značně časově náročné a jejich algoritmy poměrně složité. Vedle nepřesností ve vstupních datech se řešitel musí vypořádat s řadou dalších úskalí, která spočívají zejména v nehomogenitě dat ovlivnění způsobených např. změnou v hospodaření po roce 1989, ale i ve složitosti samotného hydrologického režimu.

Velmi komplikované se ukázalo např. řešení úseků s rozsáhlými říčními nivami, příp. úseků se specifickým režimem podzemních vod (např. česká křídová tabule). Prakticky ve všech těchto případech dochází k významné interakci povrchového a podzemního odtoku, kde „standardní" výpočetní postupy nejsou dostatečné a je nutné přistoupit k expertním odhadům. To platí i pro případy úseků pod nádržemi, kde nejsou k dispozici data o odtoku.

Je nutné rovněž zmínit úseky toků, kde jsou k dispozici pozorovaná data pouze na hlavním toku, který svými velikostmi průtoků značně překračuje velikosti průtoků na přítocích, zvláště ve srážkově chudších oblastech. Chyby ve vyhodnocení průtoků ve vodoměrných stanicích mohou přesáhnout přirozený přítok z mezipovodí, a proto odhad funkcí překročení denních průtoků na nepozorovaných přítocích je velmi nejistý. Velmi cenné jsou proto výsledky terénního průzkumu a hydrometrických měření nepozorovaných přítoků, pokud byly na těchto přítocích provedeny.

I přes výše uvedené problémy je nutné konstatovat, že v porovnání s metodikou odvození dat za referenční období 1931–1980 jsou nové přístupy mnohem sofistikovanější, a odhady *M*-denních průtoků v nepozorovaných profilech by proto měly být přesnější.

Závěr

Na základě porovnání empiricky stanovených hydrologických charakteristik (dlouhodobá roční výška srážek, dlouhodobý průměrný průtok, 355denní průtok) za referenční období 1931–1980 a 1981–2010 lze konstatovat, že nedošlo k významným změnám v hodnotách dlouhodobé průměrné roční výšky srážek v rámci větších regionů. Významnější rozdíly na menších povodích mohou být spíše způsobeny kvalitou vstupních dat a odlišnými metodikami zpracování. U profilů se zanedbatelným antropogenním ovlivněním nedošlo k významným změnám v hodnotách dlouhodobého průměrného průtoku. Největší rozdíly jsou u hodnot 355denního průtoku, kde se projevuje jednak vliv antropogenního ovlivnění, které je v období 1981–2010 významně větší, a rovněž velkou roli hraje poměrně významná střední kvadratická chyba této charakteristiky. Významnější rozdíly v charakteristikách dané přirozenou změnou odtokových podmínek nebylo možné doložit, protože evidované odchylky v profilech s nevýznamným ovlivněním byly nižší než hodnoty střední kvadratické chyby určení těchto dat dané normou ČSN 75 1400 „Hydrologické údaje povrchových vod".

Pokud však budeme porovnávat rozdíly mezi charakteristikami, které byly poskytovány jako návrhová data v rámci jednotlivých referenčních období, potom je nutné brát v úvahu ještě následující skutečnosti: do odvození dat za období 1981–2010 bylo začleněno antropogenní ovlivnění, zatímco při zpracování dat za referenční 1931–1980 byla významně ovlivněná data ze zpracování vyloučena. Metody odvození charakteristik, zejména *M*-denních průtoků, za obě referenční období se poměrně významně liší. Při zpracování dat za období 1981–2010 bylo možné využít podstatně širší datové základny. Proto v těch úsecích toků, kde vstoupila do zpracování data získaná pozorováním v novém referenčním období, mohou být rozdíly v charakteristikách rovněž velmi významné.

Literatura

Blöschl, G. et al (2013): Runoff Prediction in Ungauged Basins. Cambridge University Press.

Budík, L. a kol. (2014): Odvození základních hydrologických údajů za referenční období 1981–2010. ČHMÚ, Praha.

ČSN 75 1400 (2014): Hydrologické údaje povrchových vod. Česká technická norma. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

Novický, O., Kašpárek, L., Kolářová, S. (1992): Hydrologická data pro návrhové účely. ČHMÚ, Praha.

Oudin, L. et al (2008): Has land cover a significant impact on mean annual streamflow? An international assessment using 1508 catchments. In: Journal of Hydrology (2008) 357, s. 303–316.

Šercl, P. (2008): Hodnocení metod odhadu plošných srážek. In: Meteorologické Zprávy, ročník 61, číslo 2. ČHMÚ, Praha.

DERIVATION OF BASIC HYDROLOGICAL DATA FOR REFERENCE PERIOD 1981–2010

M-day discharges belong to basic hydrological data and they are provided to public by Czech Hydrometeorological Institute (CHMI) for any river site. Till the end of year 2012 the values of M-day discharges derived for the reference period 1931–1980 were provided to public. Since January 2013 CHMI provides the data including long-term annual precipitation depth, long-term mean annual flow and M-day discharges for the new reference period 1981–2010.

In comparison with previous reference period the hydro-

logical observation network was significantly denser and thus observed data from more water gauges could be used to improve the estimates of hydrological characteristics in ungauged basins. Secondly, the data representing anthropogenic influence of hydrological regime were included into data processing and computations. And thirdly, the methodological approaches were completely changed; e.g. log-normal distribution with five parameters was used for better fit of empirical flow duration curve.

Using non-linear regression relationships between statistical parameters and physio-geographical characteristics in particular geological regions also played an important role in the innovative methodological approaches.

Using modern and improved approaches and availability of data from denser observation network should result in better quality of basic hydrological data at gauged and ungauged river sites and in significantly better capturing of hydrological regime of rivers in the Czech Republic.

Ladislav Budík, p.f.
Český hydrometeorologický ústav – Pobočka Brno
Kroftova 2578/43
616 67 Brno
Czech Republic
Tel.: 541 421 025
E-mail: budik@chmi.cz

Ing. Petr Šercl, Ph.D.
RNDr. Pavel Kukla
Český hydrometeorologický ústav – Oddělení povrchových vod
Na Šabatce 2050/17
143 06 Praha 412
Czech Republic
Tel.: 243 032 330
243 032 303
E-mail: sercl@chmi.cz
pavel.kukla@chmi.cz