

VÝSKYT HYDROLOGICKÉHO SUCHA V POVODÍ BODVY

Magdaléna Svoreňová¹, Mgr. Livia Labudová¹

¹Katedra fyzickej geografie a geoekológie, Prírodovedecká fakulta UK v Bratislave,
Mlynská dolina, 842 15 Bratislava

Abstract

In the recent decades, the consciousness gets a new phenomenon - dry. The signs of drought are not immediately apparent, but the long-term drought can have devastating consequences. It negatively affects the operation of the marketing, but also the social life of people too. As well it affects the ecology of surface water and ecosystems associated with it. Not many people realize how destructive effects can be caused. This paper is focused on exactly this phenomenon in the Bodvariver basin. This basin was chosen because of high drought risk. The assessment was conducted at five gauging stations evenly distributed on the Bodvariver and on its inflows Ida and Turňa in the period 1981 – 2010. For the identification of dry periods, the threshold method was used. We used parameters presented by Tallaksen and van Lanen (2004) to determine the basic parameters. The threshold was established as variable one (monthly) and was derived from flow duration curve (FDC) at the Q_{90} level. The minimum length of drought period was set on six days and allowed time, when flow can rise above predetermined value was set on three days. The assessment is mainly focused on drought parameters such as its duration, the volume of deficit, the intensity of drought as a ratio between the first two parameters as well as the minimal streamflow of every drought period. According to these criteria, the years with occurrence of low flow were found. There were allocated about 40 single drought periods in the Bodva river basin. The most notable dry periods appeared in the very dry hydrological years 1987, 1993 and 2002, which are very important because of its length and deficit volume. The most extreme drought periods appeared not only in the Bodva river basin, but over the whole Slovakia too. We can conclude, that the Bodvariver basin is one of the most affected river basins by hydrological drought in Slovakia. Mean Annual Minimum n – day (MAM (n-day)) flows were used for the trend analysis of minimal annual streamflow and it was calculated for $n = 1$ and 7 days. The trends show the growth of the drought risk. All these analysis were provided on the 30 years data series of average monthly precipitation at the six rain gauge stations in the Bodvariver basin in the same time period as a main factor, which causes the occurrence of drought. The most significant trend in precipitation appeared in August. This phenomenon was observed on almost all stations. Similarly, there were found differences between precipitation in warm and cold season, which confirmed long-term decline of precipitation in the months April and July.

Anotation

The paper is focused on the analysis of drought, namely hydrological drought in the Bodva river basin in the period 1981 - 2010. The threshold method was used as well as the MAM n-day flows to describe minimum flows. This data set was supplemented by the 30 – year series of monthly average precipitation from rain-gauge stations in the Bodva basin.

Key words: Hydrological drought. Threshold method. Low flow characteristics. Bodva. Low flow.

Anotácia

Práca je zameraná na analýzu suchých období nazývaných ako hydrologické sucho v povodí Bodvy v rokoch 1981 – 2010. Využíva sa metóda hraničnej hodnoty. Rovnako bol vytvorený trend minimálnych ročných prietokov pre zobrazenie vývoja minimálnych prietokov. Tieto údaje boli doplnené o 30-ročný rad priemerných mesačných zrážok na zrážkomerných staniciach v povodí Bodvy.

Kľúčové slová: Hydrologické sucho. Metóda hraničnej hodnoty. Nízkoprietokové charakteristiky. Bodva. Malá vodnosť toku.

ÚVOD

Pojem sucho môžeme považovať za síce neurčitý, no v poslednej dobe často používaný pojem. Ide o prírodný fenomén, ktorý sa rozličnými prejavmi vyskytuje v rôznych klimatických zónach sveta v odlišnom čase a s odlišnou dobou trvania. Vyvíja sa pomaly a vo väčšine prípadov ostáva dlhšie časové obdobie bez okamžitých zreteľných prejavov. Môže sa vyskytovať počas niekoľkých týždňov, mesiacov a v najextrémnejších prípadoch môže trvať dokonca aj niekoľko rokov. Preto poznanie zákonitostí príčin vzniku a vývoja tohto javu je pre zdravý vývoj súčasnej spoločnosti priam nevyhnutný. Autori Whilhite a Glantz v roku 1980 rozdelili všetky typy definícií do štyroch základných kategórií, a to na sucho meteorologické, hydrologické, poľnohospodárske a socio-ekonomické. Tento článok sa zaoberá problematikou hydrologického sucha. Ide o dlhodobý pokles prietokov povrchových tokov, ale aj hladín vodných nádrží, jazier a mokradí. Tento jav v slovenskej literatúre môžeme nájsť pod pojmom malá vodnosť. Podľa definície uvedenej v odvetvových technických normách MŽP SR je malá vodnosť fázou hydrologického režimu, počas ktorej prietok vody v toku je tvorený vyčerpaním zásob podzemných vôd. Trvanie malej vodnosti je súvislé časové obdobie, počas ktorého je prietok menší ako vhodne zvolená prahová hodnota prietoku (OTN 3113-1, 2007).

Štúdiom tejto problematiky sa v súčasnosti zaoberajú autori z celého sveta. V Európe sa ňou zaoberajú najmä vedci z nórskej Univerzity v Osle – L. Tallaksen, H. Hisdal a K. Stahl, ktorí ohľadom tejto problematiky spísali veľké množstvo publikácií. Medzi najvýznamnejšie patrí rozsiahle dielo autorky Tallaksen v spolupráci s holandskou autorkou Van Lanen (2004), Hydrological drought. Komplexný prehľad o problematike nízkych prietokov podáva aj dielo autora Smathkina (2001), Low flow hydrology. Problematikou sucha sa dlhodobo zaoberá aj nemecká autorka A. Fleig (2004). Vo svojom ďalšom výskume sa v spolupráci s autorkami Tallaksen a Hisdal (2011) zamerali na analýzu hydrologického sucha v severozápadnej Európe. Nízkymi prietokmi sa na Slovensku v minulom storočí podrobne zaoberali najmä autori Balco (1990), Majerčáková a Lešková (1995), ktorí vydali niekoľko publikácií významných pre túto problematiku. V súčasnosti k výskumu na území Slovenska výrazne prispievajú autori Poórová, Demeterová a Škoda (Demeterová a Škoda 2004, 2009), (Poórová, Škoda et al. 2013). Ďalším rozsiahlym dielom bola publikácia od autoriek Fendeková, Ženišová a kol. (2010), v ktorej sa podrobne zaoberali štúdiom sucha meteorologického, hydrologického a hydrogeologického.

METODIKA

Hlavným cieľom práce je identifikácia suchých období pomocou metódy hraničnej

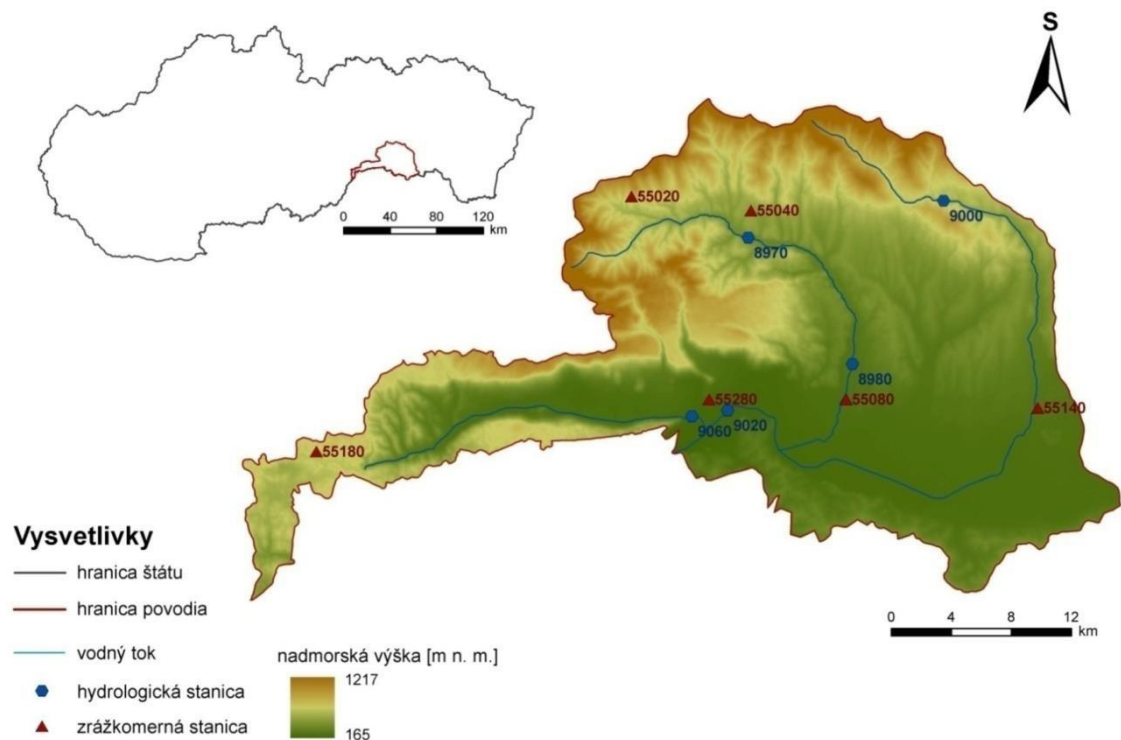
hodnoty, ktorá bola aplikovaná na 30-ročný rad priemerných denných prietokov. Analýza prebiehala na piatich staniciach v povodí Bodvy za obdobie rokov 1981 – 2010. Tieto výsledky sme doplnili o trendové analýzy priemerných mesačných úhrnov zrážok, ktoré boli realizované na šiestich zrážkomerných staniciach v povodí. Údaje boli poskytnuté na základe žiadosti Slovenským hydrometeorologickým ústavom.

Tab. 1 Zoznam vodomerých staníc na povodí Bodvy

ID	Stanica	Tok	Riečny km	Plocha povodia [km ²]	Nadmorský výška [m n. m.]
8970	Medzev-Nižný Medzev	Bodva	34,8	90,15	310
8980	Moldava nad Bodvou	Bodva	18	193,6	204
9000	Hýľov	Ida	41,7	34,5	425
9020	Turňa nad Bodvou	Bodva	4,7	662,8	171
9060	Host'ovce	Turňa	1,7	153,78	158

Tab. 2 Zoznam zrážkomerných staníc na povodí Bodvy

ID	Stanica	Nadmorská výška [m n. m.]
55020	Štós-kúpele	575
55040	Vyšný Medzev	382
55080	Moldava nad Bodvou	210
55140	Veľká Ida	214
55180	Silica	505
55280	Turňa nad Bodvou	180



Obr. 1 Zobrazenie hydrologických a zrážkomerných staníc v povodí Bodvy
Čiara pravdepodobnosti prekročenia

Flow duration curve (FDC), teda čiara prekročenia prietokov je jedným z najpresnejšie zobrazujúcich spôsobov zobrazenia kompletného radu prietokov. Ide o zobrazenie frekvencie daného prietoku pomocou percentuálneho časového radu, počas ktorého je daný prietok prekročený. V tejto práci sme využívali denný krok a čiary prekročenia sme zostrojovali zvlášť pre letnú a zimnú sezónu pre lepšie porovnanie teplej a studenej časti roka.

Metóda hraničnej hodnoty

Ide o najčastejšie využívanú metódu pri identifikácii hydrologického sucha. Slúži na presné stanovenie začiatku a konca malej vodnosti. Nami využitá metóda zodpovedá metóde využitej v už spomínanom diele autorov Tallaksen a Van Lanen (2004). Je založená na stanovení hodnoty Q_0 . Tá predstavuje hraničnú hodnotu prietoku a všetky prietoky nižšie ako stanovená hodnota sú označované ako sucho. Keď prietok klesne pod hraničnú hodnotu, sucho začína a končí, až keď prietok opäť vzrastie nad stanovenú hranicu. Hraničná hodnota môže byť stanovená ako stabilná (fixná) alebo sa môže meniť počas roka. Pre túto prácu bola stanovená hraničná hodnota Q_0 ako hodnota Q_{90} a vzhľadom na dĺžku skúmaného obdobia bola využitá premenlivá hraničná hodnota na mesačnej úrovni. Minimálnu dĺžku sucha sme stanovili na dĺžku minimálne šiestich dní a kritérium povoleného prerušenia sucha, kedy prietok vystúpi nad hraničnú hodnotu sme stanovili na dobu troch dní. Pre presnejšie charakterizovanie jednotlivých periód sa stanovujú štatistické charakteristiky ako trvanie sucha (d_i), objem deficitu, (v_i) a intenzita, respektíve závažnosť sucha (m_i), ktorá predstavuje pomer objemu jeho deficitu a dĺžky sucha. Zároveň sme sledovali absolútny minimálny prietok jednotlivých suchých udalostí (Q_{min}).

Ročné minimálne n – denné prietoky

Jedným z najvyužívanejších indexov v danej problematike sú priemerné ročné minimálne n – denné prietoky (MAM(n-day)). Vo svojej najjednoduchšej podobe tento index predstavuje priemer ročných minimálnych prietokov. V prípade, že zvolené $n > 1$, na výpočet minimálnych prietokov sa využíva metóda kľavého priemeru. Hodnota n teda bude predstavovať priemer predchádzajúcich n dní, prípadne $n/2$ predchádzajúcich dní a $n/2$ nasledujúcich dní. V našom prípade sme ročné minimálne n – denné prietoky určovali pre n rovné jednému a siedmym dňom. Namerané prietoky sme doplnili o lineárny trend, ktorý poukazuje na vzostup/pokles priemerných ročných prietokov. Za štatisticky významný trend sme považovali ten trend, ktorého hodnota p nepresahovala 0,05.

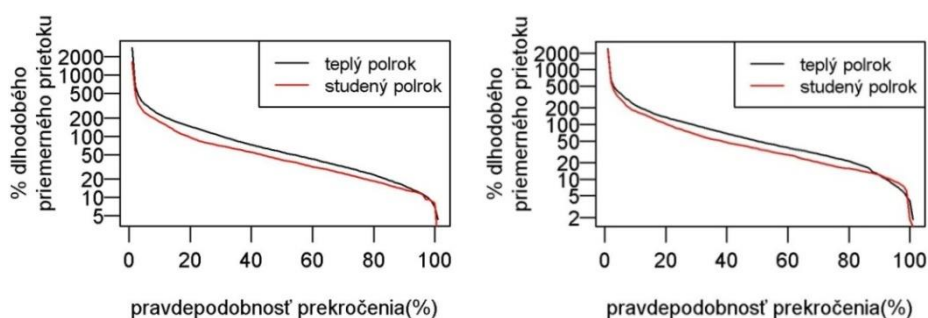
Trendové analýzy zrážok

Pre presnejšie preskúmanie zrážok na danom území bola využitá trendová analýza. Ako podklad sme využili priemerné mesačné zrážky. Zvolili sme lineárny trend, ktorý sa najčastejšie využíva práve pri zrážkových analýzach tohto typu.

VÝSLEDKY

Slovensko spadá do klimatickej oblasti, v ktorej sa prietoky počas roka líšia. Pre zimné mesiace je charakteristická najmä akumulácia snehovej pokrývky. Zrážky, ktoré padnú na zem neodtekajú ihneď, čo spôsobuje zníženie prietokov oproti letnému polroku. Rozloženie suchých období počas roka je sústredené do dvoch období. Zimná prietoková depresia s minimálnym prietokom prevažne v mesiaci január a letno – jesenná prietoková depresia, ktorá zahŕňa mesiace od augusta do októbra, pričom v týchto mesiacoch by prietoky mali dosahovať minimálne hodnoty (Plán manažmentu čiastkového povodia

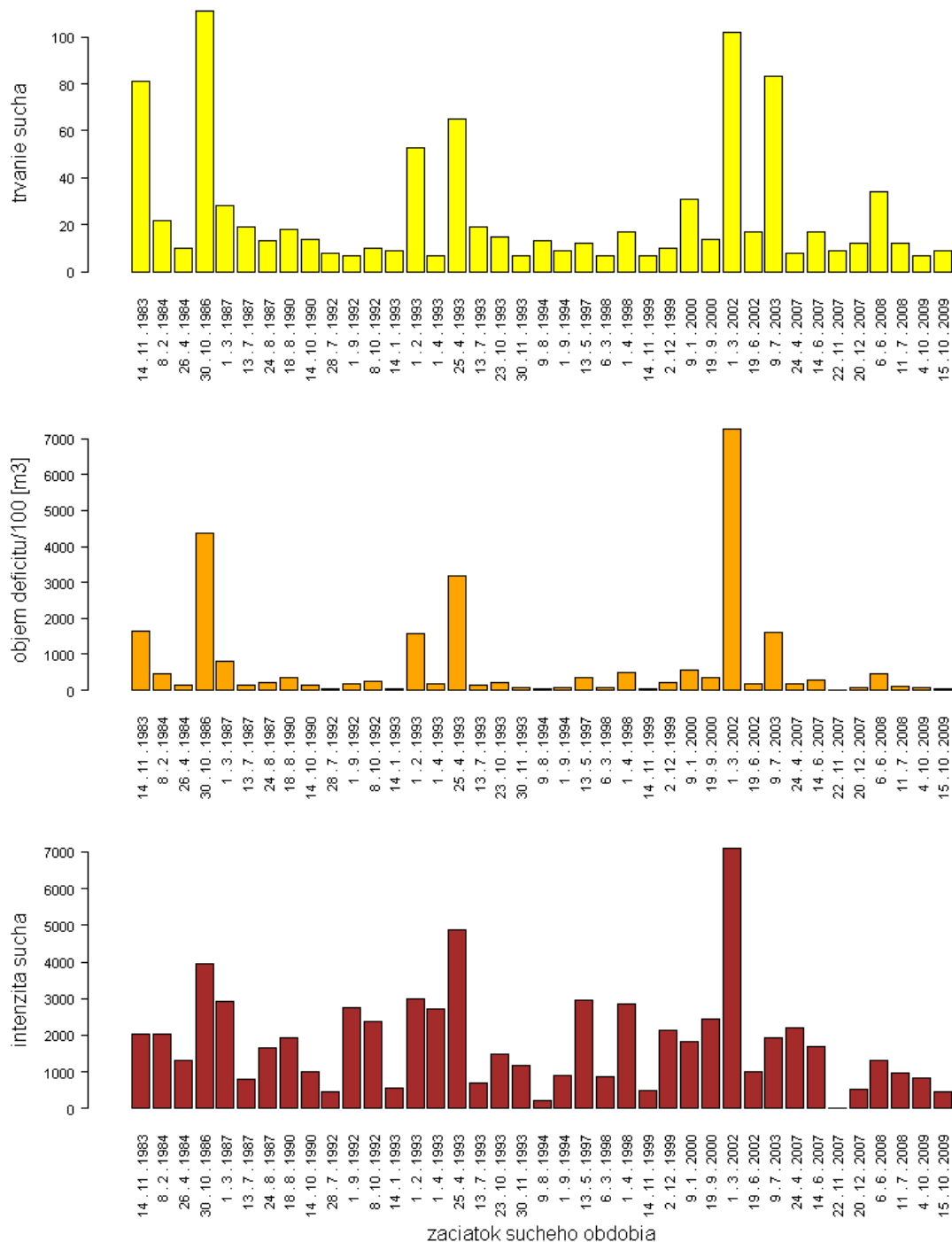
Bodvy, 2009). V dôsledku klimatických zmien v posledných rokoch sa však tieto extrémne mierne líšia. Priemerná teplota počas zimných mesiacov sa zvyšuje, čo spôsobuje zníženie už spomínanej akumulácie zrážok vo forme snehu (Ivaňáková a kol., 2015). Zrážková voda tým pádom odteká skôr a hodnoty minimálnych prietokov sa presúvajú z januára najmä na jarne mesiace. Zatiaľ čo začiatkom nami sledovaného obdobia sa suché periódy prejavovali najmä počas zimných mesiacov, v posledných rokoch môžeme vidieť ich posun na teplý polrok. Tento jav vidieť na zostrojených empirických čiarach prekročenia (FDC), kde dochádza k prekročeniu prietokov v letných mesiacoch v spodnej časti krivkou zimných prietokov. Zreteľne sa to prejavuje v staniách Host'ovce a Nižný Medzev, ktoré sa nachádzajú na miestach, kde nameraný prietok nie je nadlepšovaný bočnými prítokmi. (Obr. 2).



Obr. 2 Sezónne krivky pravdepodobnosti prekročenia na vodomerných staniách Host'ovce (vpravo) a Nižný Medzev (vľavo)

Značnú úlohu na zmene minimálnych prietokov má aj antropogénny vplyv. Skúmané povodie Bodva je síce svojou rozlohou druhým najmenším povodím na území Slovenska, no spolu s povodím Slanej sa v ňom najviac prejavuje vplyv antropogénnej činnosti. Všetky tri významné prítoky povodia sú dotknuté vodohospodárskymi aktivitami. Ide najmä o odbery podzemnej vody, odbermi pitnej vody pre mesto Košice a VSŽ Košice a vodnou nádržou Bukovec.

Výskyt suchých období bol na všetkých staniách povodia takmer identický. Za sledované obdobie sa počet vyskytujúcich sa suchých období pohybuje v hodnotách okolo 40 (Nižný Medzev - 44, Moldava nad Bodvou - 43, Hýľ'ov - 43, Turňa nad Bodvou - 44, Host'ovce - 39). Najvýznamnejšie sa sucho prejavilo na toku Bodva, konkrétne v stanici Turňa nad Bodvou, kde boli zaznamenané najväčšie deficity objemu vody (vyše 1 000 000 m³), čo predstavuje šesťnásobok priemerného objemu deficitu na danej stanici. Avšak tieto vysoké deficity môžu byť spôsobené vyššími prietokmi ako v ostatných staniách povodia, a preto ich veľkosť nepotvrďuje fakt, že ide o najvýznamnejšie suché obdobia v povodí Bodvy. Na stanici Moldava nad Bodvou, nachádzajúcej sa rovnako na toku Bodva, sa sucho prejavilo najmä z hľadiska svojej dĺžky trvania. Na toku Bodva sa sucho prejavilo najmenej v stanici Nižný Medzev. Ide o najsevernejšiu nami sledovanú stanicu na tomto toku, ktorá je zároveň najmenej ovplyvňovaná ľudskou činnosťou. Stanica Hýľ'ov na ľavostrannom prítoku Ida sa síce nachádza v blízkosti vodnej nádrže Bukovec, avšak stanica je od nej umiestená severnejšie, preto nemá výraznejší vplyv na výskyt suchých období. Podobný priebeh mali suchá monitorované v stanici Host'ovce na toku Turňa. Vyskytli sa tu najdlhšie trvajúce suchá s trvaním až do 111 dní. Významné je najmä sucho z roku 2002. Dosahovalo dĺžku až vyše 100 dní a svojím objemom deficitu je najvýraznejšie spomedzi ostatných such nameraných na tejto stanici. Ide o najzávažnejšie sucho na rieke Turňa, no i na celom povodí Bodvy za nami sledované obdobie. Tvorí takmer 11- násobok priemerného objemu deficitu a takmer štvornásobok priemernej intenzity sucha na danej stanici (Obr. 3).



Obr. 3 Zobrazenie suchých období na stanici Host'ovce podľa trvania sucha v dňoch (hore), objemu deficitu v m³ (v strede) a intenzity sucha ako pomer objemu deficitu a trvania sucha (dole)

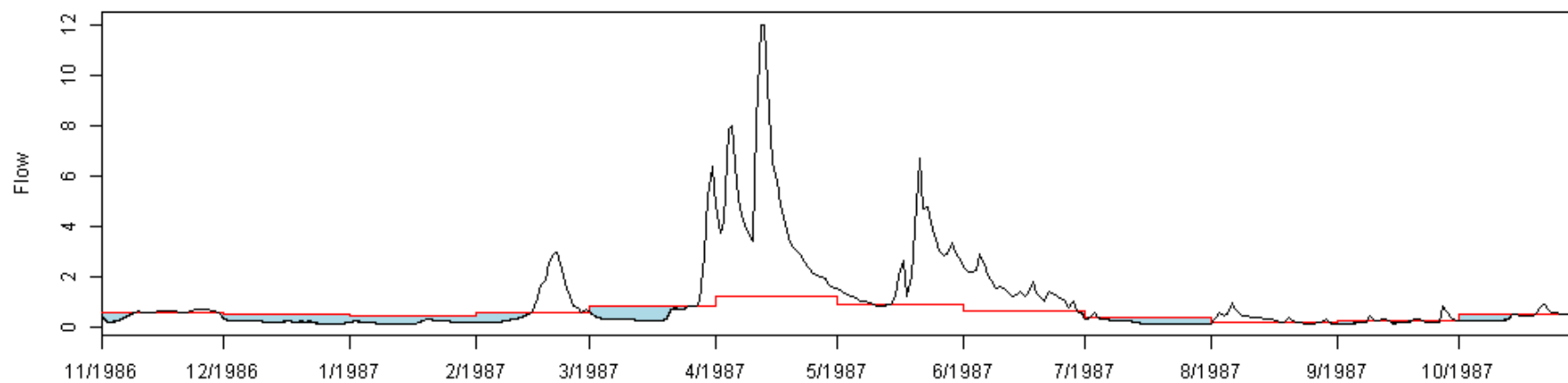
Analýza suchých rokov

Ako už bolo vyššie spomínané, v povodí Bodvy sa postupne vyskytlo približne 40 samostatných suchých epizód. Rok 1987 môžeme označiť ako prvý, v ktorom sme zaznamenali výrazne nízky prietok vo všetkých sledovaných staniciach. Sucho v tomto období začalo koncom novembra 1986 a pretrvávalo počas roka 1987. V tomto čase bol nameraný deficit objemu najvyšší za celé sledované obdobie, a to 1 770 569 m³ v stanici Turňa nad Bodvou. Predstavuje až šesťnásobok priemerného deficitu v tejto stanici. V staniciach Hýľov a Host'ovce toto suché obdobie dosahovalo dĺžku až 111 dní bez prerušenia, čo z neho robí

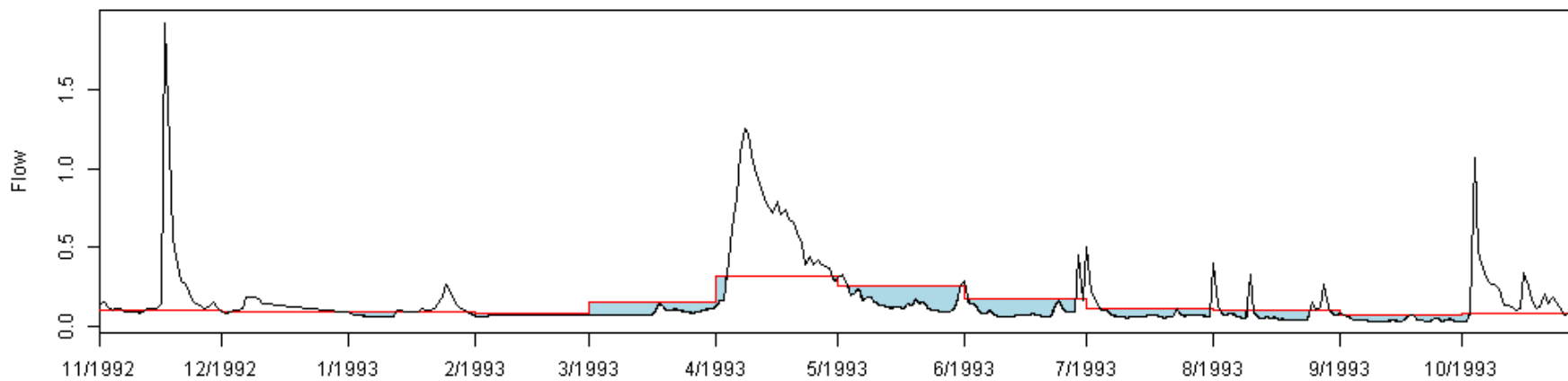
najdlhšie trvajúce sucho počas sledovaného obdobia. Toto suché obdobie bolo vo februári 1987 prerušené, keď namerané prietoky vystúpili nad hraničnú hodnotu (Obr. 4). Pod túto hranicu poklesli začiatkom marca, kedy sa opäť na všetkých staniách vyskytovali výrazné suché periódy. Významné sú najmä svojou intenzitou, kedy za pomerne krátke časové obdobie (okolo 25 dní) dosahovali výrazne vysoké hodnoty deficitu, najmä v staniách Turňa nad Bodvou a Moldava nad Bodvou. Nepriaznivé obdobie pre povodie Bodvy pokračovalo hydrologickým rokom 1990. Sucho v tomto období začalo už v decembri a bez prerušenia trvalo až vyše 100 dní (Tab. 3). Najvýraznejšie sa nedostatok vody prejavil na toku Bodva v stanici Moldava nad Bodvou, kedy počas takmer celého augusta došlo k úplnému vyschnutiu toku. Avšak sucho sa prejavilo aj v ostatných staniách na toku pomerne výrazným spôsobom. K rovnakej situácii ako v roku 1990 došlo aj v roku 1992, kedy sa na Bodve, rovnako v stanici Moldava nad Bodvou, vyskytoval nulový prietok. Trval od augusta do októbra a s prestávkami dosahoval dĺžku až 54 dní. Obdobie sucha v tom čase začalo už koncom júla a pretrvávalo takmer 90 dní. Ďalším významným rokom z hľadiska nedostatku vody bol rok 1993, kedy sa sucho prejavilo na celom území Slovenska. Hydrologické sucho bolo sprevádzané nielen nedostatkom zrážok (Fendeková a kol., 2011), ale aj mimoriadne vysokými teplotami (Demeterová, 2000). Sucho bolo v tomto roku rozdelené do dvoch samostatných etáp. Prvá etapa začala začiatkom februára a trvala približne dva mesiace, a to najmä na toku Bodva vo všetkých troch staniách. Suché obdobie bolo prerušené počas apríla, kedy prietok vystúpil nad stanovenú hraničnú hodnotu, no opäť poklesli začiatkom mája, čím sa začala druhá suchá etapa tohto roku. Trvala približne 55 dní, pričom sa prejavila na všetkých staniách povodia. Počas zvyšku roka nenastala výrazná zmena v náraste prietokov. Suchá sa vyskytujú aj naďalej, avšak ich dĺžka nepresahuje 25 dní. Najviac samostatne suchých období sa vyskytuje v stanici Nižný Medzev (Obr. 5). Následne sa v nami sledovanom období vyskytlo už len niekoľko suchých rokov. Medzi najsuchšie možno označiť roky 2002 a 2007. Prvý spomínaný rok sucho postihlo najmä v prvej polovici roka, začiatkom jarných mesiacov. Opäť sa najvýznamnejšie sucho prejavilo najmä na toku Bodva, kde na stanici Turňa nad Bodvou dosahovalo hodnoty viac ako 1 000 000 m³ so začiatkom 16. apríla a dĺžkou vyše 40 dní. V stanici Host'ovce sa toto suché obdobie prejavilo ako druhé najdlhšie suché obdobie. Trvalo až 102 dní so začiatkom 1. marca (Tab. 3). Ako už bolo spomínané, ide o najvýznamnejšie suché obdobie na vodnom toku Turňa za nami sledované obdobie. Druhý zo spomínaných rokov, rok 2007 sa síce nevyznačuje najvýraznejšími suchami z hľadiska trvania či deficitu objemu, no vyskytuje sa tu množstvo menších suchých období, ktorých dĺžka dosahovala v priemere približne 20 dní, a prejavili sa na všetkých nami skúmaných staniách. Najdlhšie sucho dosahovalo dĺžku len dva mesiace. Najvýraznejšie si ho možno všimnúť v stanici Hýľov, kde dosahovalo hodnotu deficitu vyše 343 000 m³. Ide o sedemnásobné prevýšenie priemerného prietoku na danej stanici. Rok 2009 je posledným suchým rokom počas nami sledovaného obdobia. Sucho sa prejavilo najmä v tých staniách, v ktorých prietoky nie sú nadlepšované prítokmi z vyšších častí toku. Jeho dĺžka však ani na jednej stanici nepresahovala dobu viac ako 15 dní.

Tab. 3 Zobrazenie najvýznamnejších such z hľadiska dĺžky sucha v povodí Bodvy za sledované obdobie 1981 – 2010

Rok	Stanica	Tok	Trvanie [dni]	Objem deficitu [m ³]	Intenzita	Začiatok sucha
1986	Hýľov	Ida	111	88 655	799	25. 10.
1986	Host'ovce	Turňa	111	436 761	3 935	30. 10.
2002	Host'ovce	Turňa	102	725 388	7 111	1.3.
1989	Moldava nad Bodvou	Bodva	102	657 850	6 450	12. 11.
1992	Moldava nad Bodvou	Bodva	86	384 080	6 450	24. 7.
2003	Host'ovce	Turňa	83	159 054	1 916	9. 7.



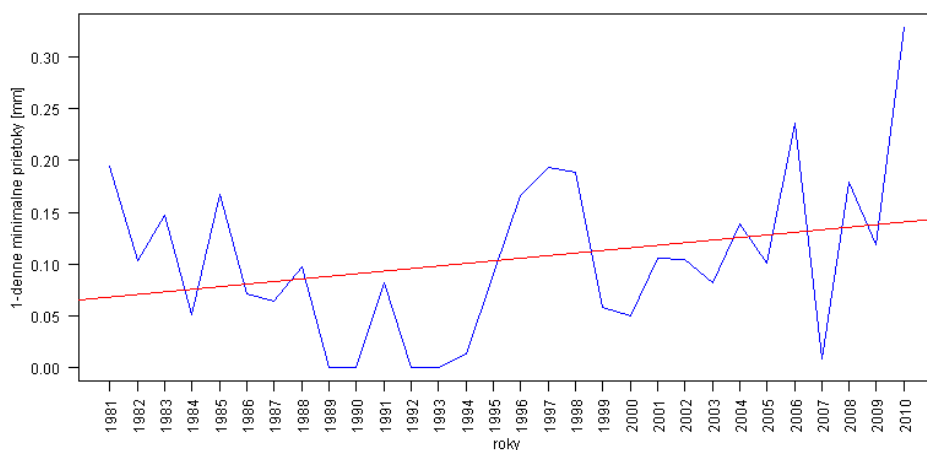
Obr. 4 Zobrazenie prietokov pod hraničnou hodnotou na stanici Turňa nad Bodvou počas hydrologického roka 1987



Obr. 5 Zobrazenie prietokov pod hraničnou hodnotou na stanici Nižný Medzev počas hydrologického roka 1993

Minimálne ročné n – denné prietoky

Pri hodnotení minimálnych ročných 1-denných prietokov (MAM (1-day)) sme nezaznamenali štatisticky významný trend ani u jednej z pozorovaných staníc nášho územia. V troch sledovaných stanicích bol tento trend rastúci. Ide o stanice Hýľov, Moldava nad Bodvou a Turňa nad Bodvou. V zvyšných dvoch stanicích nastal opačný, klesajúci trend. Treba povedať, že zmeny v priemerných ročných minimálnych prietokoch neboli výrazne extrémne. Zistené výsledky môžu byť do určitej miery ovplyvnené výberom sledovaného obdobia. Posledný rok v našom období, rok 2010, sa považuje za výrazne daždivý. Je predpoklad, že po vyňatí tohto roku z našich radov prietokov by mohlo dôjsť k zmierneniu nárastu, resp. poklesu trendovej čiary. Tieto zmeny by sa pravdepodobne týkali najmä stanice Moldava nad Bodvou (Obr. 6). Pri hodnotení minimálnych ročných 7-dňových prietokov nám vyšli výrazne podobné hodnoty vo všetkých stanicích. Rovnako sme nezaznamenali štatisticky významný trend ani v jednom prípade. Nedošlo ani k zmenám vzrastu, resp. poklesu trendu prietokov. K zmenám došlo len pri samotných hodnotách minimálnych prietokov, ktoré sa vo všetkých stanicích zvýšili. U väčšiny staníc sa táto hodnota pohybovala okolo $0,02 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

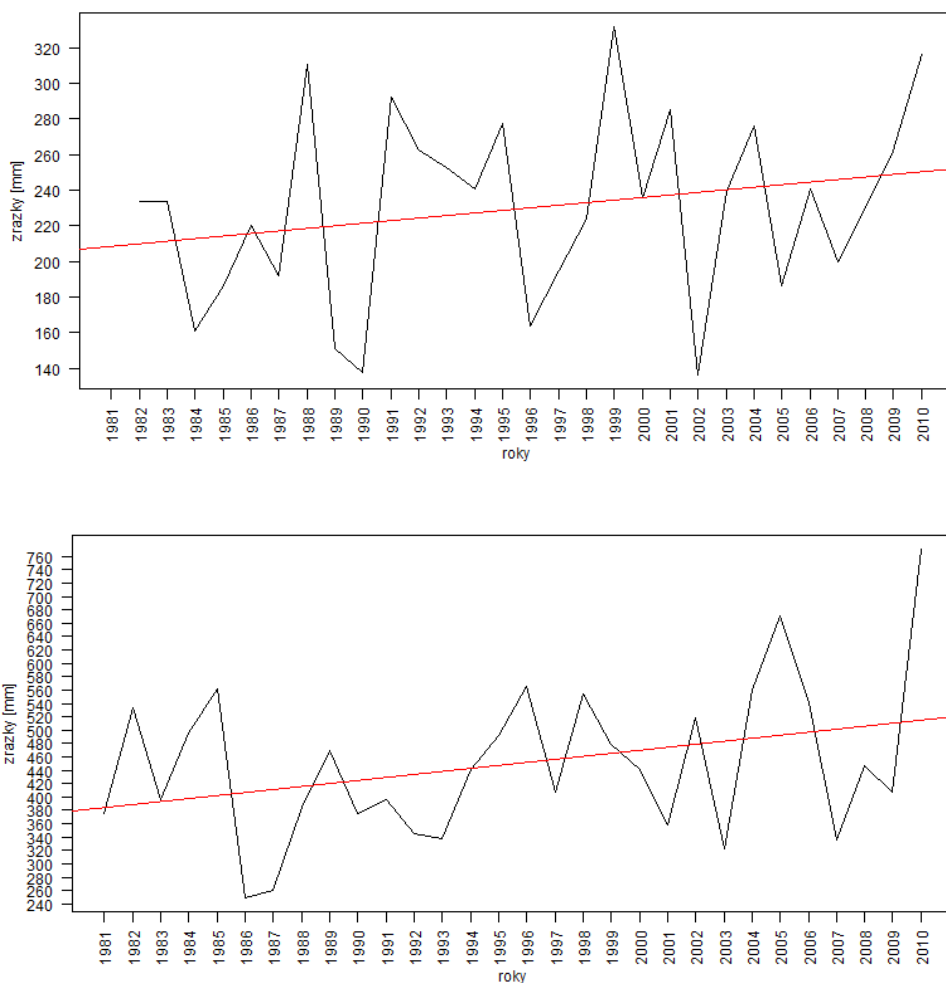


Obr. 6 Minimálne ročné 1-denné prietoky v stanici Moldava nad Bodvou za sledované obdobie 1981 - 2010

Trendové analýzy zrážok

Popri hodnotení suchých období sme ako doplnkovú analýzu použili informácie o priemerných mesačných zrážkach v skúmanom povodí Bodvy. Analýzy boli vykonané pre zrážky mesačné, sezónne, a pre teplý a studený polrok samostatne. Následne sme pre každé obdobie zostrojili ich lineárny trend vývoja. Zistilo sa, že štatisticky najvýznamnejšie trendy sa takmer vo všetkých stanicích vyskytujú jedine v mesiaci august. Stalo sa tak v štyroch zrážkomerných stanicích Bodvy, pričom sa tieto závažnosti prejavili vo väčšine prípadov následne aj v sezónnych a polročných trendových analýzách. Vždy išlo o leto a teplý polrok, ktoré zahŕňajú práve sledovaný mesiac.

Ďalším javom, ktorý nemožno prehliadnuť je výrazné zvýšenie výskytu zrážok počas teplého polroku oproti studenému (Obr. 7), a to aj v rokoch, kedy sa na tomto území vyskytovali suché obdobia práve počas letných mesiacov. Môžeme predpokladať, že tento jav je spôsobený najmä zvýšenou búrkovou činnosťou v dôsledku zvýšených teplôt vzduchu. Zrážky počas týchto období výraznejšie zvýšia celkový úhrn zrážok, avšak vplyv na prietok majú len krátkodobý, z dôvodu rýchleho odtečenia. Môžu tak maximálne prerušiť suché obdobie na niekoľko dní, avšak vplyv na dlhodobý prietok nemajú.



Obr. 7 Trend vývoja zrážok počas studeného polroku (hore) a teplého polroku (dole) na stanici Veľká Ida počas rokov 1981 – 2010

ZÁVER

Naším cieľom bolo zhodnotiť výskyt suchých období v povodí Bodvy za časové obdobie rokov 1981 – 2010. Vstupnými dátami boli priemerné denné úhrny zrážok za 30-ročné obdobie. Na identifikáciu samotných suchých období sme využili metódu hraničnej hodnoty. Hraničnú hodnotu sme stanovili ako premenlivú, mesačnú, odvodenú z FDC na úrovni 90 %. Minimálnu dĺžku sucha sme stanovili na šesť dní a povolenú dobu prerušenia medzi dvoma suchami, kedy prietok vystúpi nad stanovenú hodnotu, sme stanovili na tri dni. Následne sme sa venovali samotným charakteristikám sucha, a to najmä analýze dĺžky trvania, intenzite a objemu jeho deficitu. Podľa týchto kritérií boli určené roky s výskytom nízkych prietokov. Išlo o približne 40 samostatných suchých periód. Za najextrémnejšie možno označiť štyri roky, a to 1987, 1990, 1993 a rok 2002, v ktorých sa sucho neprejavilo len na nami skúmanom povodí, ale sú označované ako suché roky na celom Slovensku. Rovnako sa nám potvrdil predpoklad posunu suchých období zo zimných na jarné mesiace. Pre zistenie vývoja trendu suchých období bola využitá metóda minimálnych priemerných ročných jednodňových a sedemdnňových prietokov. Práve trend vývoja týchto prietokov poukazuje na zvyšujúce sa riziko výskytu nízkych prietokov, kde v oboch variantoch majú dlhodobu klesajúcu tendenciu. Tieto analýzy boli doplnené o trendové analýzy priemerných mesačných zrážok na šiestich zrážkomerných staniách za sledované obdobie. Pomocou nich sme zistili, že práve počas aprílových a júnových mesiacov, v ktorých sa sucho vyskytovalo najčastejšie, bol potvrdený dlhodobý pokles zrážok vo väčšine staníc tohto povodia.

LITERATÚRA

- BALCO, M. 1990. *Malá vodnosť slovenských tokov*. Bratislava: Veda, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 1990. 264 s. ISBN 80-224-0098-X.
- DEMETEROVÁ, B. 2000. *Analýza hydrologického sucha*. In Bioklimatológia a životné prostredie, XIII. Bioklimatologické konferencia SBkS a ČBkS, 12. - 14. 9. 2000, Košice
- DEMETEROVÁ, B., ŠKODA, P. 2004. Porovnanie vybraných M – denných prietokov období 1961 – 2000 a 1931 – 1980 na území Slovenska. In: *Meteorologický časopis*, roč. 7, 2004, s. 137 – 142.
- DEMETEROVÁ, B., ŠKODA, P. 2009. Malá vodnosť vybraných vodných tokov Slovenska. In *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, roč. 57, 2009, č. 1, s. 55 – 69.
- FENDEKOVÁ, M., ŽENIŠOVÁ, Z., DEMETEROVÁ, B. (kol.). 2010. *Hydrogeologické sucho*. Bratislava: Slovenská asociácia hydroológov, 2010. 190 s. ISBN 970-80-969342-7-0
- FLEIG A. 2004. *Hydrological Drought – A comparative study using daily discharge series from around the world*. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Germany. Dissertation Thesis, 170 s.
- FLEIG, A., TALLAKSEN, L. M., HISDAL, H., HANNAH, D. M. 2011. Regional hydrological drought in north-western Europe: linking a new Regional Drought Area Index with weather types. In *Hydrological processes*, roč. 25, 2011, s. 1163 – 117.
- MAJERČÁKOVÁ, O., LEŠKOVÁ D., ŠEDÍK P. 1995. Selected characteristics of low flows of Slovak rivers. In *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, roč. 43, 1995, č. 4 – 5, s. 331 – 353.
- OTN 3113 – 1:04. 2007, Kvantita povrchových vôd. Hydrologické údaje povrchových vôd. Kvantifikácia malej vodnosti. Časť 1: Stanovenie charakteristík malej vodnosti vo vodomerných staniách.
- POÓROVÁ J., ŠKODA, P., DANÁČOVÁ, Z., ŠIMOR, V. 2013. Vývoj hydrologického režimu slovenských riek. In *Životné prostredie*, Slovenský hydrometeorologický ústav Bratislava, roč. 47, č. 3, s. 144 – 147.
- SHMATKIN, V. 2001. Low flow hydrology: a review. In *Journal of Hydrology*, roč. 240, 2001, č. 3 – 4, s. 147 – 186.
- TALLAKSEN, L. M., VAN LANEN, H. A. J. (kol.). 2004. *Hydrological drought*. Elsevier, 2004. 581 s.
- ZELEŇÁKOVÁ, M., SOLÁKOVÁ, T. (kol.) 2011. Hydrologické sucho na východnom Slovensku. In *Manažment povodí a povodňových rizík*, 6. – 8. 12. 2011, Častá-Papiernička.