

Overenie poklesu minimálnych prietokov v povodiach východného Slovenska

Verification of the decreasing of minimal flows in river basins of eastern Slovakia

*Martina Zeleňáková¹, Pavol Purcz¹, Vlasta Ondrejka Harbuľáková¹, Tatiana Soľáková¹,
Dorota Simonová²*

¹*Technická univerzita v Košiciach, Stavebná fakulta, Ústav environmentálneho inžinierstva,;*

²*Slovenský hydrometeorologický ústav*

Abstrakt

Príspevok je zameraný sledovanie dlhodobých trendov minimálnych prietokov vo vybraných povodiach východného Slovenska. Dlhodobé trendy minimálnych prietokov sa zistia z trendovej priamky, ktorá je vytvorená pre každú sledovanú vodomernú stanicu za každý mesiac hydrologického roka. Trendové priamky (podklady) boli získané zo Slovenského hydrometeorologického ústavu. Znižovanie minimálnych prietokov sa prejavuje v povodí Bodva, pretože vo všetkých 5 sledovaných staniaciach prevláda klesajúci trend hladín vôd. Ďalším povodím v ktorom prevláda klesajúci trend hladín je povodie Hornád. V povodiach Poprad a Bodrog je optimálna situácia. Najväčší deficit vody v týchto povodiach sa prejavoval v decembri, júni a v máji. Zistilo sa, že na východnom Slovensku je pokles hladín prevládajúcim trendom.

Kľúčové slová: minimálny prietok, povrchová voda, trendová priamka

Abstract

The work is focused on the description of the quantitative indicators of surface water assessment. The aim of this work is to establish long-term trends of minimum flows in selected river basins in eastern Slovakia. Long-term trends of minimum flows are found from the trend line, which is created for each observed river station for every month of hydrological year. Trend lines were obtained from the Slovak Hydrometeorological Institute. Decreasing of minimal flows is occurring the basin Bodva, since in all 5 monitored river stations is prevailing trend of declining water levels. Another river basin in which the prevailing downward trend levels is Hornad basin. In Poprad and Bodrog basins is optimal situation. The biggest deficits of water in these basins are shown in December, June and May. It was found that in eastern Slovakia, the decline of the levels is prevailing trend.

Keywords: minimum flow, surface water, trend line

Úvod

Poznanie kvantitatívnych ukazovateľov povrchových vôd má veľký význam pre vodné hospodárstvo, ako aj spoločnosť. Určenie a predpokladanie výskytu minimálnych prietokov je dôležité z hľadiska požiadaviek vodných elektrární, zásobovania vodou, zavlažovania a hlavne na predchádzanie vzniku sucha. Prietok vo vodných útvaroch je dôležitým ukazovateľom kvality vodného ekosystému.

Slovensko, ako aj ostatné krajiny sveta trápia obdobia sucha, ktoré spôsobujú výrazné ekonomické, environmentálne, ale aj hospodárske škody. Podľa predpovedí má tento fenomén stúpajúcu tendenciu. Poznanie zákonitosti toho javu a jeho parametrov umožňuje predvídať návrh opatrení na zlepšenie vodohospodárskych bilancií v suchých obdobiach (Demeterová, 2000). Zrážkovo-odtokový proces pozostáva z postupnej transformácie zrážok dopadajúcich na povodie až na odtok vody uzáverovým profilom (Mosný, 2002).

Atmosférické zrážky (dážď a sneh) sú na Slovensku prevládajúcim zdrojom povrchového odtoku. Ich množstvo a časové rozloženie predurčuje veľkosť odtoku, ale aj jeho časové rozloženie. Odtok je celkový objem vody odtečenej z povodia alebo vodného útvaru záverečným prietokovým profilom za daný časový interval (sekunda, deň, mesiac a iný) (VÚVH, 2005). Podpovrchový odtok tvorí podzemná voda, ktorá sa nachádza v horninovom prostredí, nespevnených sedimentoch a v pôde vo všetkých formách a skupenstvách. Podľa pôvodu sa podzemné vody delia na (www.fpv.umb.sk):

- vadózne, vznikajúce infiltráciou zrážkových a povrchových vôd do zeme a v malej miere aj kondenzáciou vodných pár atmosférického pôvodu pod povrchom,
- juvenilné, vznikajúce kondenzáciou vodných pár z chladnúcej magmy v zemskom vnútri. Môžu sa dostať pozdĺž puklín v zemskej kôre až na povrch a vyvierajú ako termálne pramene, žriedla alebo gejzíry.

Povrchový odtok tvorí voda odtekajúca po povrchu terénu. V krajine sa uskutočňuje ako plošný odtok alebo ako sústredený odtok. Plošný odtok je charakteristický nesústredeným stekáním vody po povrchu terénu. Sústredený odtok predstavuje sústredené odtekanie vody v korytách vodných tokov.

Povrchový odtok je ovplyvňovaný klimatickými (zrážky, vlhkosť ovzdušia, výpar, prúdenie vetra) a geografickými faktormi (plocha povodia, veľkosť povodia, nadmorská výška, vegetačný kryt).

Kvantitatívne ukazovatele povrchových vôd – vodný stav a prietok

Vodné stavy (H) sú výšky hladiny vody v toku nad zvoleným pevným bodom resp. nad nulou vodočtu. Udávajú sa v metroch nad morom (m n. m.) alebo v centimetroch (cm). Nula vodočtu je iba relatívna výška nad zvolenou porovnávacou rovinou a tá zodpovedá určitej nadmorskej výške. Preto vodný stav v určitom profile nezodpovedá hĺbke vody. Je to len relatívne číslo slúžiace k ďalšiemu spracovaniu (VÚVH, 2005). Vodné stavy sa zisťujú vo vodomerných staniaciach, ktoré tvoria sieť. Vodný stav je základná hydrologická veličina, ktorá sa meria priamo v hydrologickej stanici a slúži na výpočet hydrologických charakteristík a to najmä prietokov Q .

Prietok je definovaný ako objem vody, ktorá preteká prietokovým profilom za jednotku času (Trizna, 2004). Prietok je priamy dôsledok zrážkovo-odtokových procesov v povodiach a je ukazovateľom kvantitatívnych zmien v tokoch (Mosný, 2002). Z charakteristík hydrologického režimu povodia sú obzvlášť významné jeho extrémny: maximálne a minimálne prietoky. K najdôležitejším a súčasne najťažším úlohám inžinierskej hydrologie je stanovenie týchto extrémov.

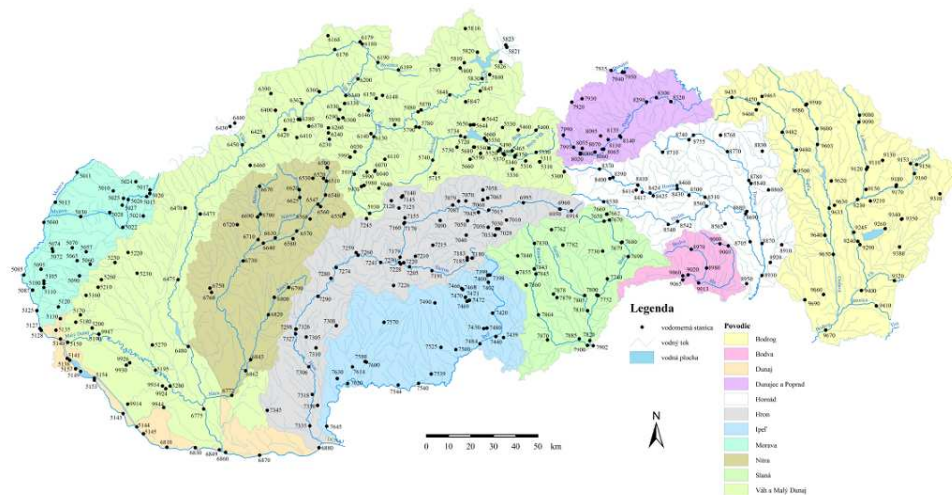
Sezónne prietoky sú prietoky za charakteristické časové obdobie, v ktorom sa údaje objavujú pravidelne za predpovedateľné časové obdobie. Najčastejšie sa pomer odtoku v jednotlivých mesiacoch ku celoročnému odtoku vyjadruje v percentách. O sezonalite rozhoduje časové rozdelenie zrážok a teplôt vody (Szolgay a kol., 2004).

Monitoring kvantít povrchových vôd

Sledovanie a vyhodnocovanie kvantitatívnych ukazovateľov povrchových vôd má veľký význam pre efektívne využívanie vodných zdrojov a pre ochranu pred povodňami. Sledovanie týchto ukazovateľov sa uskutočňuje pomocou monitorovacej siete, ktorá je riadená Slovenským hydrometeorologickým ústavom (www.shmu.sk).

V roku 2012 sa pozorovali a vyhodnocovali kvantitatívne ukazovatele povrchových vôd v 418 vodomerných staniaciach monitorovacej siete množstva povrchových vôd, z toho v 405 staniaciach sa vyhodnocovali aj prietoky.

Priestorové rozloženie vodomerných staníc na území Slovenskej republiky je znázornené na obrázku 1 (www.shmu.sk).



Obr. 1 Priestorové rozloženie vodomerných staníc na Slovensku v roku 2012

Podmienkou dobrej analýzy je dokonalá znalosť odtokových pomerov príslušného povodia (umelé ovplyvnenia, odbery vody z toku, zrážkovo - odtokový proces a iné), na základe ktorej možno odhaliť chybné údaje a navrhnúť ich vhodnú opravu, prípadne zdôvodniť vyskytujúce sa anomálie odtokového režimu.

Cieľ monitoringu kvantity povrchových vôd

Systematické monitorovanie kvantitatívnych prvkov a fyzikálnych vlastností vody (vodné stavy - H , prietoky - Q , teplota vody - T , ľadové javy a plaveniny) sa uskutočňuje za účelom získania informácií o stave a vývoji, ako aj časovej a priestorovej premenlivosti zdrojov povrchových vôd. Pozorovanie, meranie a vyhodnocovanie predovšetkým hladinového a prietokového režimu povrchových vôd pomocou technologickej linky v sieti vodomerných staníc povrchových vôd je základom monitorovania (www.shmu.sk).

Metodika práce a dosiahnuté výsledky

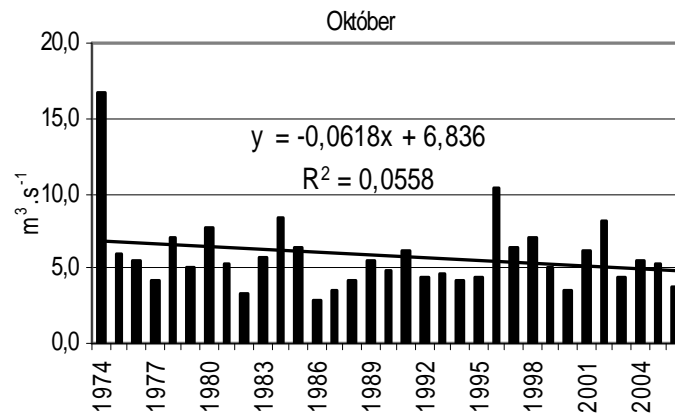
Trendy minimálnych prietokov

Metodika práce a dosiahnuté výsledky sú v jednotlivých krokoch nasledovné.

1. Údaje, získané z SHMÚ, spracované pre 68 vybraných vodomerných staníc východného Slovenska.
2. Hodnoty minimálnych mesačných prietokov SHMÚ vyhodnocuje pomocou trendových priamok, ktoré boli vytvorené zvlášť pre každý mesiac v každej konkrétnej vodomernej stanici. Trendová priamka je lineárna priamka, ktorá určuje priebeh prietokov za dané obdobie a predpokladá vývoj vodnosti vo vodnom útvare. Je určená rovnicou:

$$y = ax + b$$

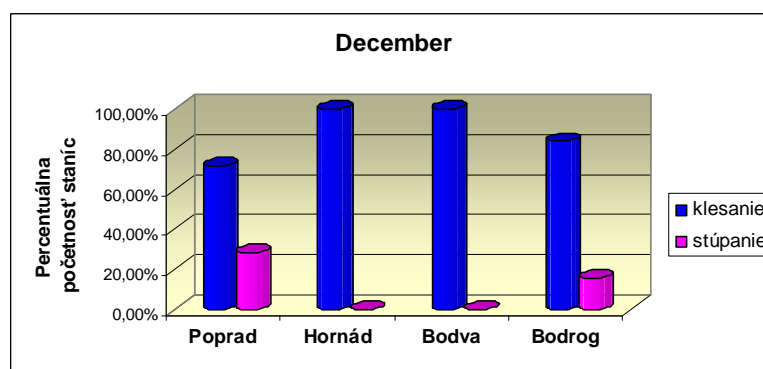
(1)



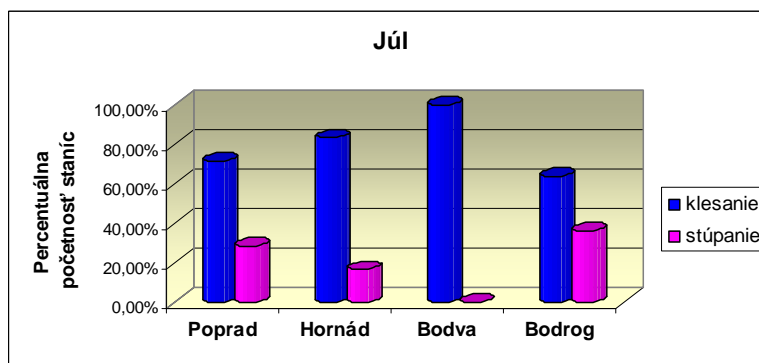
Obr. 1 : Hydrogram a trendová priamka na stanici Nižné Ružbachy (zdroj: SHMÚ)

Parameter a určuje stúpanie alebo klesanie priamky, má význam pri predpokladaní vzniku minimálnych prietokov. Parameter b určuje, kde sa priamka s osou y pretne, nemá pre účel práce špecifický význam.

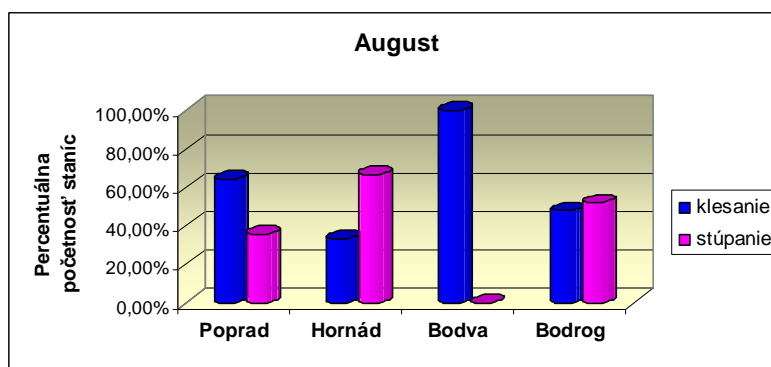
3. Stanice konkrétneho povodia (Hornád, Poprad, Bodrog, Bodva) boli rozdelené na stanice s dlhodobým stúpaním a klesaním vodnosti, podľa hodnoty parametra a trendovej priamky, pričom v rámci hodnotenia bolo realizované aj ich percentuálne vyhodnotenie (nie je súčasťou príspevku). Z tabuliek boli spracované grafy na základe, ktorých boli vzájomne porovnávané povodia za účelom zistenia dlhodobého trendu klesania (respektíve stúpania) hladiny vody v jednotlivých mesiacoch na východnom Slovensku. Z dvanástich grafov pre každý mesiac vyberáme 4 obrázky pre ilustráciu (obr. 2-5).



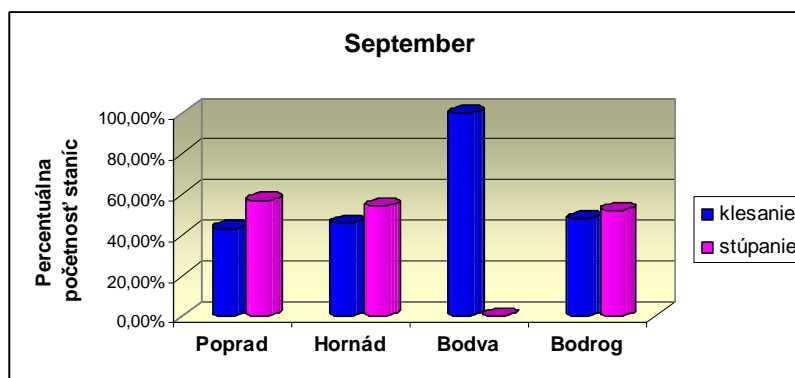
Obr. 2 Dlhodobý trend vodnosti v decembri



Obr. 3 Dlhodobý trend vodnosti v júli



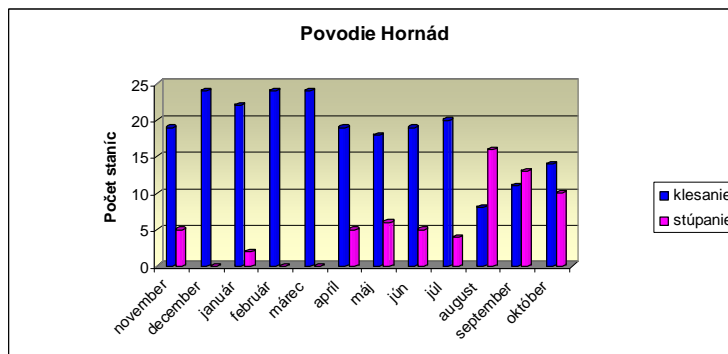
Obr. 4 Dlhodobý trend vodnosti v auguste



Obr. 5 Dlhodobý trend vodnosti v septembri

Zo získaných výsledkov možno jednoznačne určiť, že v decembri, júni a júli bol najvyšší deficit vody. Prírastok vody sa prejavil v máji, auguste a v septembri. Na východnom Slovensku je pokles hladín prevládajúcim trendom.

Počernosť klesania a stúpania hladín v staniách jednotlivých povodií v závislosti od obdobia je spracovaná do 4 grafov v závislosti od povodia. Pre ilustráciu uvádzame povodie Hornádu (obr. 6).



Obr. 6 Graf stúpania a klesania hladín v staniciach, ktoré patria do povodia Hornád

Ako to vyplýva z obrázka 6, v povodí toku Hornád bol 100% deficit vody v decembri, februári a marci. Prírastok vodnosti sa prejavil v auguste, a to v 16 vodomerných staniciach. Dôvodom nízkych vodných stavov povrchových vôd je hlavne otepľovanie Zeme, ktoré so sebou prináša zvýšenie teploty vzduchu, pokles úhrnov zrážok, nárast evapotranspirácie, nárast teplých mesiacov počas roka a iné negatívne aspekty, ktoré ovplyvňujú hydrologický cyklus povodí.

Na zabezpečenie trvalo udržateľného využívania vôd, minimalizáciu dopadu sucha je potrebná znalosť hydrologického cyklu v povodiach a hlavne výskytu minimálnych prietokov.

Záver

V príspevku sú popísané spôsoby merania v súčasnosti hodnotených kvantitatívnych ukazovateľov povrchových vôd. Hlavným skúmaným ukazovateľom bol minimálny prietok a analýza jeho výskytu vo vybraných vodomerných staniciach východného Slovenska.

Poznanie výskytu minimálnych prietokov má veľa významov: pre návrh, správnu reguláciu a hospodárenie s vodou, návrh opatrení na predchádzanie sucha, pri návrhu vodných stavieb a vodných elektrární, zabezpečenie trvalo udržateľného využívania vôd, zachovania prírodných funkcií vodných tokov a prírodného ekosystému v toku a iné.

Dlhodobé trendy vodnosti v povodí Poprad, Hornád, Bodva a Bodrog boli zistené na základe parametra a trendovej priamky. Zistilo sa, že v sledovaných povodiach sa minimálne prietoky objavujú hlavne v decembri, júni a júli. Práve v týchto mesiacoch možno predpokladať výskyt sucha a následne navrhnúť opatrenia na jeho zmiernenie.

Alarmujúca situácia je na povodí Bodva, pretože vo všetkých 5 sledovaných staniciach prevláda klesajúci trend hladín vôd za každý mesiac. Ďalším povodím, v ktorom prevláda

klesajúci trend hladín, je povodie Hornád. Optimálna situácia vývoja vodnosti je v povodiach Poprad a Bodrog, bohužiaľ aj tu sa v menšej miere objavuje predpoklad poklesu hladín.

Na základe overenia štatistickým testom možno jednoznačne určiť, že sa bude prejavovať pokles hladiny vody v sledovaných vodomerných staniaciach v decembri a v máji. Výsledným prevládajúcim trendom na východnom Slovensku je pokles výdatnosti hladín vo vodomerných staniaciach. Je tu nevyhnutný návrh legislatívnych a technických opatrení na zabezpečenie trvalo udržateľného využívania a ochrany povrchových vôd.

PodĎakovanie

Príspevok bol napísaný vďaka podpore projektu VEGA 1/0609/14.

Literatúra

Demeterová, B. a kol.: Hydrologické limity. Malá vodnosť. Analýza Vodohospodárskej bilancie v suchom roku s novými prietokovými limitmi. Úloha SHMÚ 6321 – 00, Záverečná správa – časť 2, Bratislava, SHMÚ, 2006, 1-3 s.

Demeterová, B.: Hydrologické limity, Malá vodnosť, Neprietokové charakteristiky malej vodnosti, Bratislava 2006, 71 s.

Mosný, V.: Hydrológia. Morfológia povodia a prietoky, Bratislava, Vydavateľstvo STU 2002, 19-45 s.

Trizna, M.: Klimageografia a hydrogeografia, Bratislava, Geografika, 2004,

Szolgay, J., Dzubák, M., Hlavčová, K., Kohnová, S.: Hydrologia. Odtokový proces a hydrológia povrchových vôd, Bratislava, Elektronické skriptá 2004, 194-306 s.

Kurz vodohospodárov I. Prednáškové texty. Bratislava: VÚVH. 2005

Monitoring kvantity povrchových vôd. In: SHMÚ [online]. [cit. 2014-03-3]. Dostupné na internete <<http://www.shmu.sk/sk/?page=25>>

Ciele monitoringu kvantity povrchových vôd. In: SHMÚ [online]. [cit. 2014-03-3]. Dostupné na internete <<http://www.shmu.sk/sk/?page=379>>

Vodomerné stanice v Slovenskej Republike. In: SHMÚ [online]. [cit. 2014-03-3]. Dostupné: <http://www.shmu.sk/File/Hydrologia/Monitoring_PV_PzV/Monitoring_kvantity_PV/PVkvant2012/mapa_SR_roc2012.pdf>

Vody v prírode. [online]. [cit. 2014-03-4]. Dostupné na internete: <<http://www.fpv.umb.sk/~vzdchem/KEGA/TUR/VODA/VodyPrirode.htm>>

Kontakt:

Ing. Vlasta Odnrejka Harbuláková, PhD.

Technická univerzita v Košiciach, Vysokoškolská 4, 042 00 Košice, Slovensko

+421 55 602 4269, vlasta.harbulakova@tuke.sk