

Meteorologické príčiny vzniku povodní na hornom a strednom toku Dunaja v rokoch 1895, 1897 a 1899

Meteorological causes of floods on the Upper and the Central Danube River basin in years 1895, 1897 and 1899

Mgr. Marcel Garaj, Ústav hydrológie Slovenskej akadémie vied, Dúbravská cesta 9, 841 04 Bratislava, garaj@uh.savba.sk, marcellusklein@gmail.com

Abstract

This contribution is dedicated to meteorological causes of selected floods on the Upper and the Central Danube River basin on the end of 19th century. The main goal was to analyze temperature conditions and precipitation amounts in researched area based on data from meteorological yearbooks from Austro – Hungarian Monarchy (*K.K. central – anstalt für meteorologie und erdmagnetismus*). Hydrological data and information about snow depth, snow cover, were available in hydrological yearbooks (*K.K. hydrographisches Central-Bureau*). Subsequently, the area of Austro-Hungarian Monarchy delimited area of research to the Upper and the Central Danube River basin. The analysis of meteorological causes of winter flood in 1895 is based on monthly precipitation amount map and mean monthly air temperature map from December 1894 to February 1895, according to data from meteorological yearbooks. Also, there are presented graphs of duration of snow cover and snow depth for stations Salzburg and Kremsmünster in March 1895. Deviations of mean daily air temperature from long – term averages (1881 – 1910, 1961 – 1990) are analyzed on two selected stations, Kremsmünster and Zagreb. These data were used from the web page of European Climate Assessment & Dataset (ECA&D): <http://eca.knmi.nl/>, where you can find free downloadable data from different cities all over the Europe. The flood wave from 17th of April 1895 had a peak discharge about $15\,200\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ in station Orsova – Turnu Severin. It was the highest flood in this station until the year 2006 (Pekárová et al. 2014). In Bratislava, peak discharge reached $6979\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ on 31st of March 1895 after ice jams and ice drifts. The analysis of summer floods in 1897 and 1899 is based on monthly precipitation maps for specific month with particular rainfall episodes. There is also graph of precipitation deviations from long – term averages on station Kremsmünster in September 1899. Munzar a Ondráček (2010) reported, that in July 1897 heavy rainfalls hit the whole of Central Europe. The most devastating flood was on the Upper Danube River basin. In Bratislava, peak discharge of that flood wave reached $10\,140\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ with water stage 940 cm. According to Blöschl et al. (2013), the main reason of September flood in 1899 was intensive rainfall in right-handed alpine tributaries in Austria. Pekárová et al. (2014) calculated, that peak discharge $10\,870\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ in Bratislava has return period one hundred years.

Anotácia: Predkladaný príspevok, na základe meraných údajov z historických ročeniek, popisuje meteorologické príčiny, ktoré viedli k vzniku vybraných povodní na Dunaji na konci 19. storočia. Identifikuje časovú a priestorovú variabilitu meteorologických prvkov pomocou mapových výstupov a grafov. Vytvára tým klimatickú rekonštrukciu situácie, ktorá predchádzala povodňam na hornom a strednom toku Dunaja.

Kľúčové slová: Dunaj, povodne, historické dokumenty, 19. storočie, rekonštrukcia klímy

Annotation: Presented paper describes meteorological causes of selected floods on Danube River on the end of 19th century based on measured data from historical yearbooks. Temporal and spatial variability of meteorological elements is identified according to constructed maps and graphs. It creates climate reconstruction of situations before floods on the Upper and Central Danube River basin.

Key word: Danube River, floods, historical documents, 19th century, climate reconstruction

Úvod

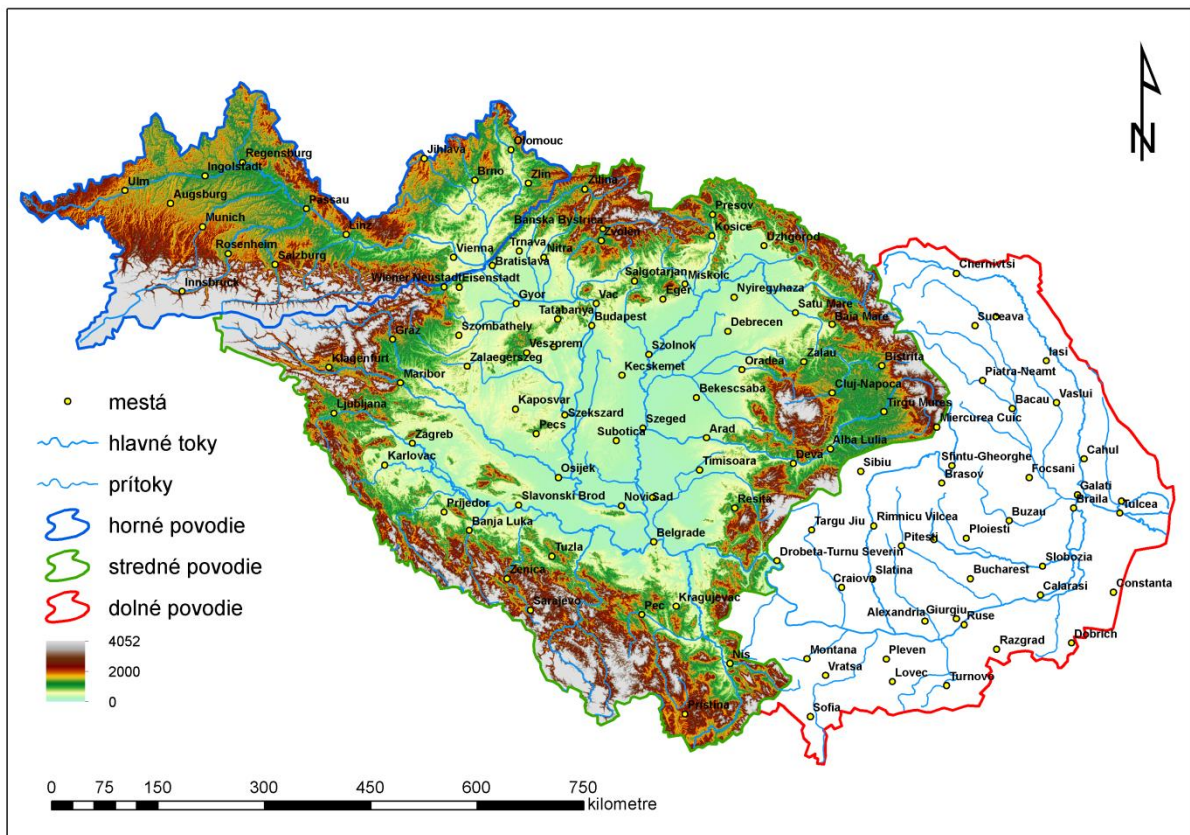
Historická hydrológia a klimatológia zažíva v posledných desaťročiach veľký rozmach. Tieto vedné disciplíny stoja v prieniku prírodných vied a histórie s cieľom rekonštruovať časový a priestorový aspekt danej situácie, ktorá sa v minulosti vyskytla. A to najmä v období pred pravidelnými hydrologickými a meteorologickými pozorovaniami v danej lokalite. Využívajú pritom predovšetkým historické dokumenty: kroniky, ročenky, zápisky, korešpondenciu, noviny ale aj povodňové značky a maľby. Cieľom je analyzovať zraniteľnosť minulých kultúrnych spoločností a ich ekonomík pri extrémnych hydrometeorologických udalostiach (Brázdil et al. 2006, 2012).

Historickou hydrológiou a klimatológiou sa na Slovensku aj v zahraničí zaoberá viacero autorov. Zo slovenských autorov sú to najmä RNDr. Pavla Pekárová CSc. a RNDr. Marián Melo, PhD., ktorí z hydrologického hľadiska detailne analyzovali povodeň zimného typu v roku 1895 na Dunaji. A to najmä na základe historických dokumentov, povodňových značiek, meraných údajov a štatistickej analýzy (Pekárová et al. 2012, Melo et al. 2012, 2013, 2014).

Povodne v poslednej dekáde 19. storočia som sa rozhodol spracovať z dôvodu ich častej frekvencie výskytu ako aj ich deštruktívnej sily a štatistickej významnosti. Táto práca rozširuje doposiaľ nadobudnuté poznatky o týchto historických povodniach. Identifikuje hlavné meteorologické príčiny ako aj lokality, ktoré sa bezprostredne spájajú so vznikom daných povodní na hornom a strednom toku Dunaja a jeho prítokoch. V budúcnosti sa môžu tieto informácie využiť napríklad pri integrovanom prístupe k hodnoteniu povodňovej hrozby a rizika na Dunaji a jeho prítokoch. Na základe výsledkov môžu byť príčiny týchto povodní konfrontované s povodňami na iných veľkých riekach v Európe ako aj na Dunaji samotnom.

1 Skúmané územie

V súlade s Pekárovou a kol. (2014) sme skúmané územie (Obr. 1) definovali ako horné povodie Dunaja, od prameňa v Čiernom lese (*Schwarzwald*) po Devínsku bránu (*Porta Hungarica*) s plochou povodia 131 338 km². A centrálné alebo stredné povodie od Devínskej brány po Železné vráta (*Iron Gate*) v stanici Orsova - Turnu Severin s plochou povodia 444 894 km².



Obrázok 1 – Vymedzenie skúmaného územia v rámci celého povodia Dunaja (vytvorené podľa ICPDR: <https://www.icpdr.org/main/> a NASA: <http://gdex.cr.usgs.gov/gdex/>)

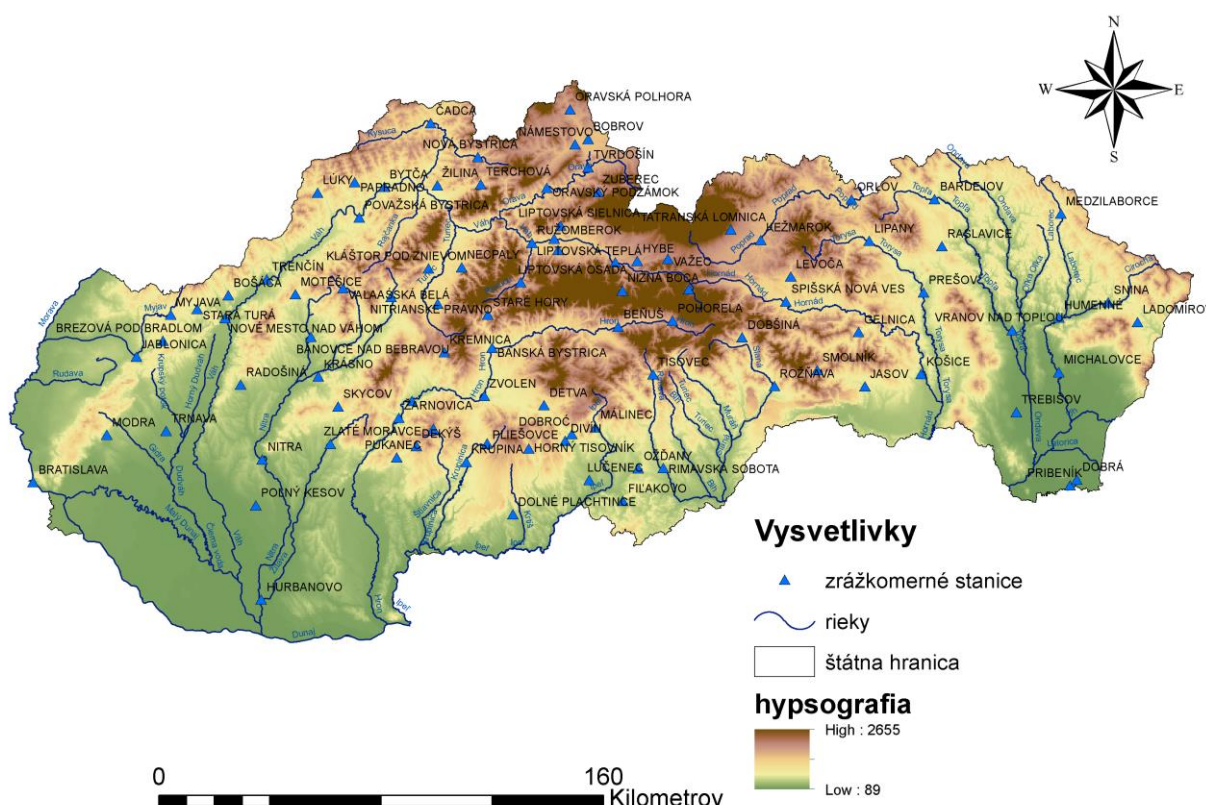
2 Metodika

Mapové spracovanie som uskutočnil v programe ArcGIS 10.2. Celý projekt bol spracovaný v súradnicovom systéme S-JTSK_Krovak_East_North. Vrstvy riečnej siete, štátov a miest som transformoval zo súradnicového systému WGS 84 do S-JTSK. Podľa bodových a líniových prvkov sme georeferencovali stiahnutý obrázok povodia pomocou 1. polynomickej (affinej) transformácie na základe 27 transformačných bodov. Transformovaný obrázok som rektifikoval. Na jeho podklade som vektorizoval hranice študovaného územia. Ďalším krokom bolo vytvorenie databázy staníc v programe ArcGIS 10.2 z dostupných staníc v ročenkách. Celkovo som vytvoril databázu 343 staníc, ktoré som využil pri tvorbe máp zrážkových pomerov pre povodie v rokoch 1897 a 1899. Po vyexportovaní zoznamu staníc z ArcGIS-u vo formáte xlsx. som daným staniciam pripísal mesačnú sumu zrážok z ročeniek v programe MS

Excel 2007. Následne som s využitím funkcie Join and Relates pripojil súbor xlsx. s mesačnými úhrnmi zrážok podľa názvu stanice do ArcGIS-u. S využitím interpolačnej metódy Natural Neighbor z ArcToolboxu som následne interpoloval hodnoty mesačných úhrnov zrážok pre dané stanice. Následne som raster reklasifikoval pomocou nástroja Reclass na vhodné intervaly hodnôt zrážkových úhrnov. Potom som vzniknutý raster orezal podľa vymedzeného územia nástrojom Extract by mask a vyexportoval vo formáte png. s rozlíšením 300 dpi.

Ten istý postup som opakoval pri mapovom spracovaní zrážkových a teplotných pomerov daných mesiacov pri povodni v roku 1895. Rozdiel bol len v počte staníc, ktorých bolo 234. Na rozdiel od letných povodní v rokoch 1897 a 1899 som pri zimnej povodni roku 1895 mapovo spracoval aj teplotné pomery, nakoľko hrali významnú úlohu pri jej tvorbe. Na vybraných staniách som v grafoch spracoval aj výšku snehovej pokrývky.

Vzhľadom k dostupnosti údajov a náročnosti na spracovanie došlo v určitých častiach mapových výstupov k väčším interpolačným chybám kvôli nedostatku staníc. Išlo najmä o časť horného povodia Dunaja, ktoré sa nachádza v dnešnom Nemecku a časť stredného povodia, ktoré sa nachádza v dnešnom južnom Srbsku, Čiernej Hore a Kosove. Najmenšiu interpolačnú odchýlku a najhustejšiu sieť staníc som získal v rámci územia Slovenska (Obr. 2) vďaka zahuteniu staníc z dostupných dát v archíve a knižnici SHMÚ. Staníc bolo celkovo 96.



Obrázok 2 – Zrážkomerné stanice na Slovensku na konci 19. storočia (vytvorené podľa údajov z ročeniek)

Klimatické normály pre 30-ročia 1881-1910 a 1961-1990 som spracovával v súlade s metodikou príručky Svetovej meteorologickej organizácie (WMO, 2011). Vyhodnocoval som klimatické normály priemernej dennej teploty vzduchu a denných úhrnov zrážok na dostupných staniciach. Dáta pre stanice z ECA&D-u bolo potrebné nájsť v databáze stiahnutého súboru. Každá stanica má priradené číslo STAID (station identifier). Následne bolo potrebné prekonvertovať údaje z textového súboru txt. do formátu xlsx. Všetky grafy klimatických normálov teploty a zrážok som spracoval v programe v MS Excel 2007. Pre stanice Kremsmünster a Záhreb som vytvoril čiarové grafy porovnania zrážkových a teplotných pomerov v daných mesiacoch s normálmi 1881 – 1910 a 1961 – 1990.

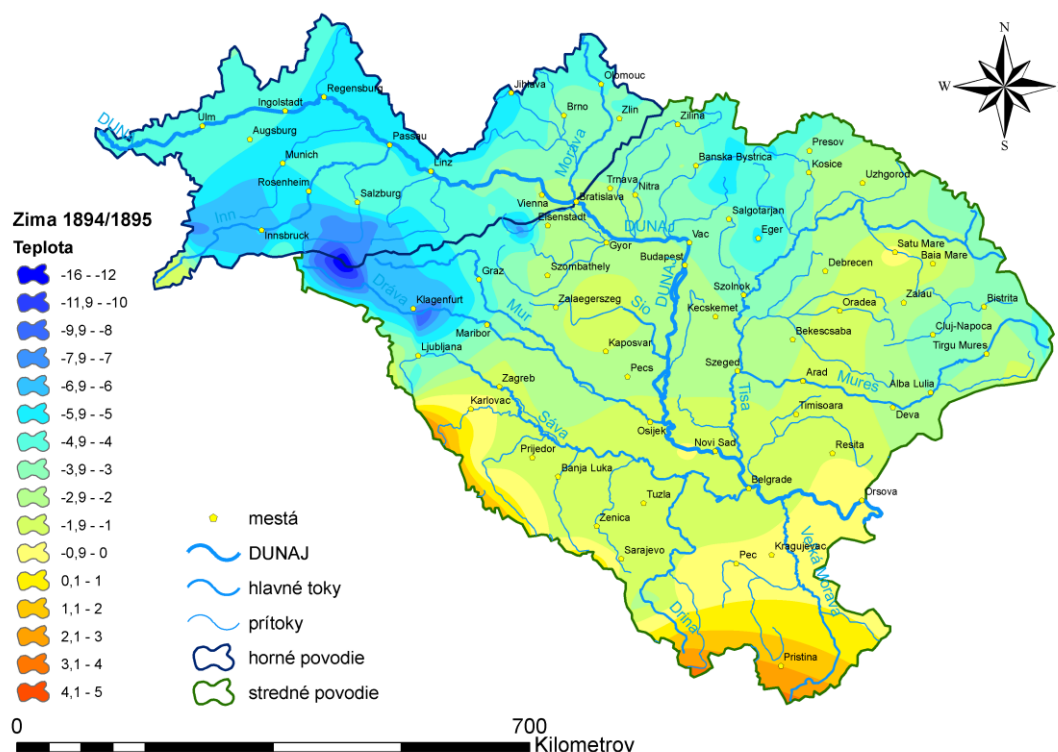
3 Povodeň zimného typu v roku 1895

Povodeň sa na Dunaji v Bratislave vyskytla na prelome marca a apríla. Ako uvádza Pekárová et al. (2012, 2014) v zhode s Melom et al. (2013), v Bratislave dosiahol kulminálny prietok dňa 31.3.1895 hodnotu $6\,979\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$, čo zodpovedá 5 až 10 ročnému prietoku. Zaujímavý bol pokles prietoku dňa 26.3.1895, ktorý spôsobila zrejme ľadová zápcha koryta v Bratislave. Pekárová et al. (2014) ďalej uvádza, že v stanici Orsova to bola najväčšia povodeň od začiatku pozorovaní s kulminálnym prietokom $15\,200\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ dňa 17.4.1895.

3.1 Teplotné pomery na hornom s stredom povodí Dunaja

Na mape priemernej teploty vzduchu za zimu 1894/1895 (Obr. 3) môžeme vidieť, že celý horný tok Dunaja vykazuje počas tejto zimy záporné priemerné hodnoty teploty vzduchu. Najchladnejšie boli vysokohorské oblasti Východný Álp, konkrétne Vysokých a Nízkych Taur. Ide o okolie najvyššieho bodu povodia Dunaja, Piz Bernina (4052m n. m.), ako aj vrcholov Grossglockner (3798 m n. m.), Sonnblick (3106 m n. m.) a Dachstein (2995 m n. m.). Najchladnejšie boli teda severné časti povodí pravostranných prítokov Dunaja v Rakúsku, riek Salzach, Traun, Enns, Inn a Isar v Bavorsku. Priemerné teploty tu dosahovali interval od $-16\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Obr. 3). Pomerne chladná zima bola aj v pramennej oblasti Dunaja v Schwarzwalde a Švábskej Jure, kde sa priemerná teplota pohybovala od $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$.

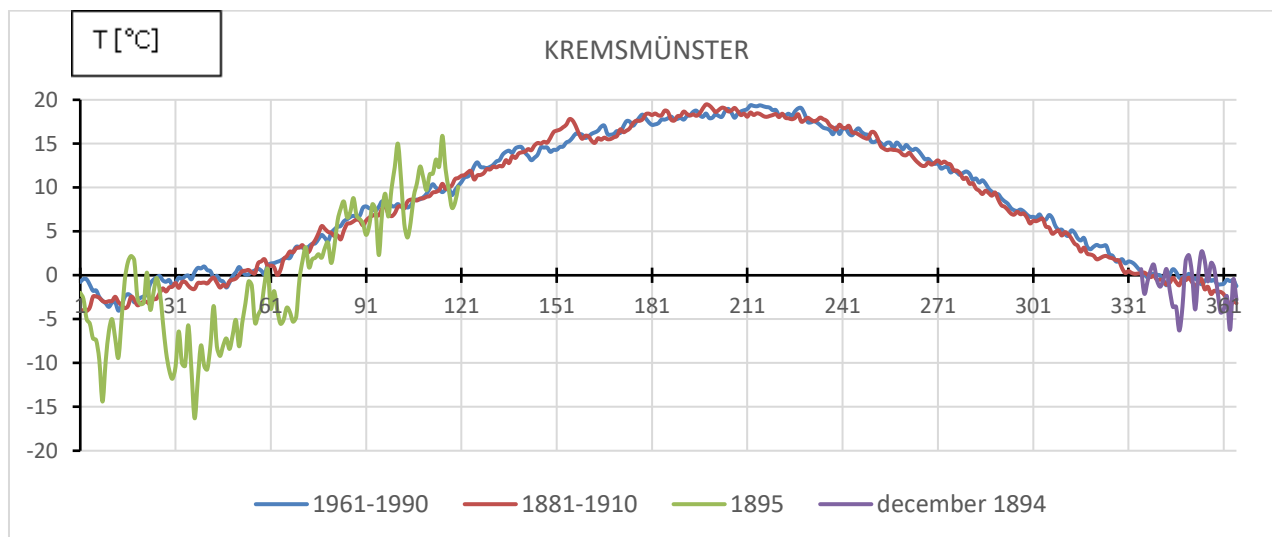
Na sútoku rieky Moravy a Dunaja pri Devíne, kde prechádza hranica medzi horným a stredným povodím, bola priemerná teplota za zimu $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$. V rámci Slovenska boli najchladnejšie severné časti povodí riek Orava, Váh a Hron (Obr. 3). Výrazne chladné boli západné, východné a južné Karpaty spolu s Apusenskými horami. Veľká a Malá Dunajská kotlina si taktiež udržala záporné priemerné hodnoty teploty vzduchu. Najteplejšia bola oblasť južnej a juhozápadnej rozvodnice stredného povodia (Obr. 3), kde zimu zmierňuje blízkosť Jadranského mora, ale aj Egejského mora. Boli to oblasti pohorí Kapela, Velebit, Dinárske hory, Durmitor a Prokletije. Jednalo sa najmä o povodia pravostranných prítokov Sávy, rieky Drina, Bosna, Vrbas a Una (Obr. 3). Najteplejšie bolo povodie Veľkej Moravy.



Obrázok 3 – Priemerná teplota vzduchu [°C] za obdobie od 1.12.1894 do 28.2.1895 v povodí horného a stredného toku Dunaja (vytvorené podľa údajov z ročeniek)

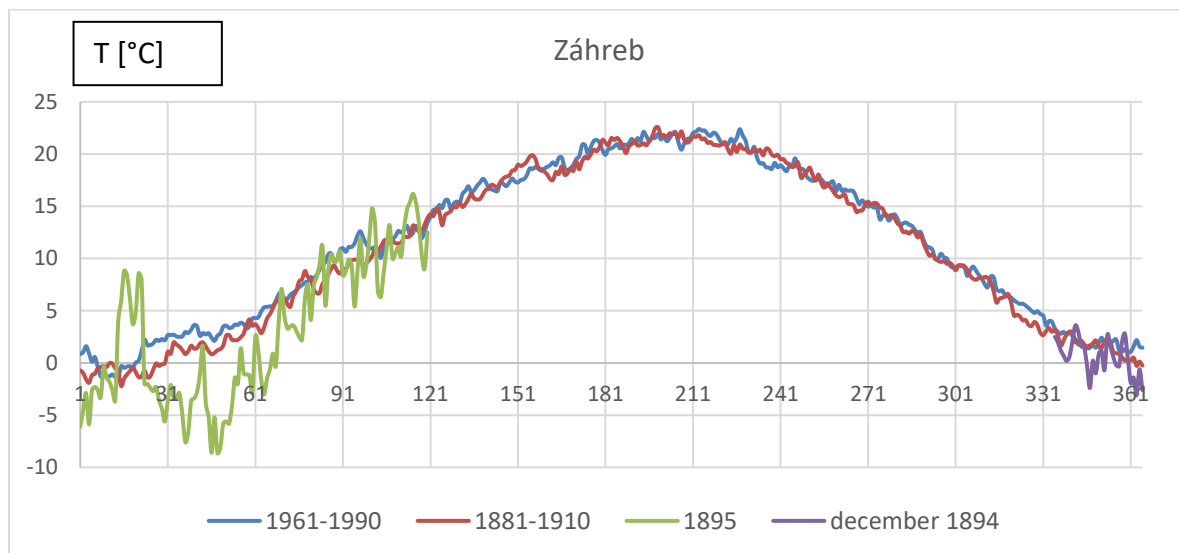
3.2 Odchýlky priemernej dennej teploty vzduchu od normálov

Stanica Kremsmünster sa nachádza na hornom toku Dunaja v povodí rieky Traun v nadmorskej výške 384 m n. m. Zima 1894/1895 bola v priemere o 3 °C chladnejšia ako normál 1881 - 1910. Najchladnejší február bol v priemere o 6,7 °C chladnejší (Obr. 4).



Obrázok 4 – Odchýlka priemernej dennej teploty vzduchu [°C] od normálov (1881 – 1910 a 1961 – 1990) na stanici Kremsmünster od 1.12.1894 do 30.4.1895 (vytvorené podľa údajov ECA&D)

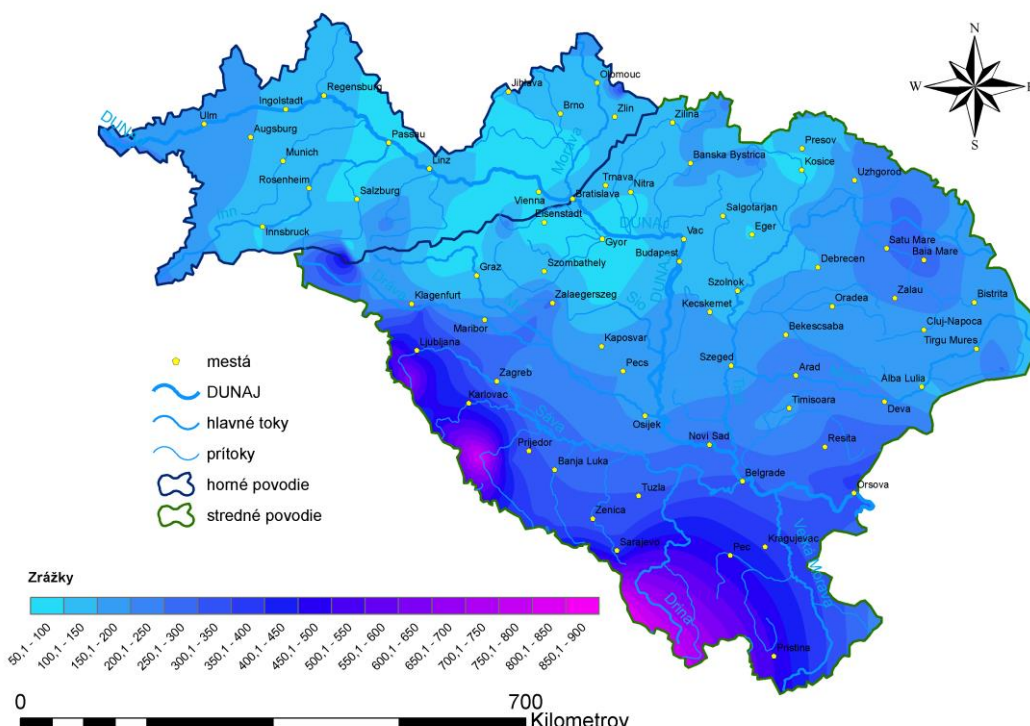
Teplotné odchýlky na strednom povodí Dunaja vyjadruje stanica Záhreb. Nachádza sa v nadmorskej výške 163 m n. m. v povodí rieky Savy. Zima 1894/1895 tu bola v priemere o 1,8 °C chladnejšia ako priemer 1881 – 1910. Február bol aj tu najchladnejším mesiacom zimy, a to v priemere o 5 °C (Obr. 5).



Obrázok 5 – Odchýlka priemernej dennej teploty vzduchu [°C] od normálov (1881 – 1910 a 1961 – 1990) na stanici Záhreb od 1.12.1894 do 30.4.1895 (vytvorené podľa údajov ECA&D)

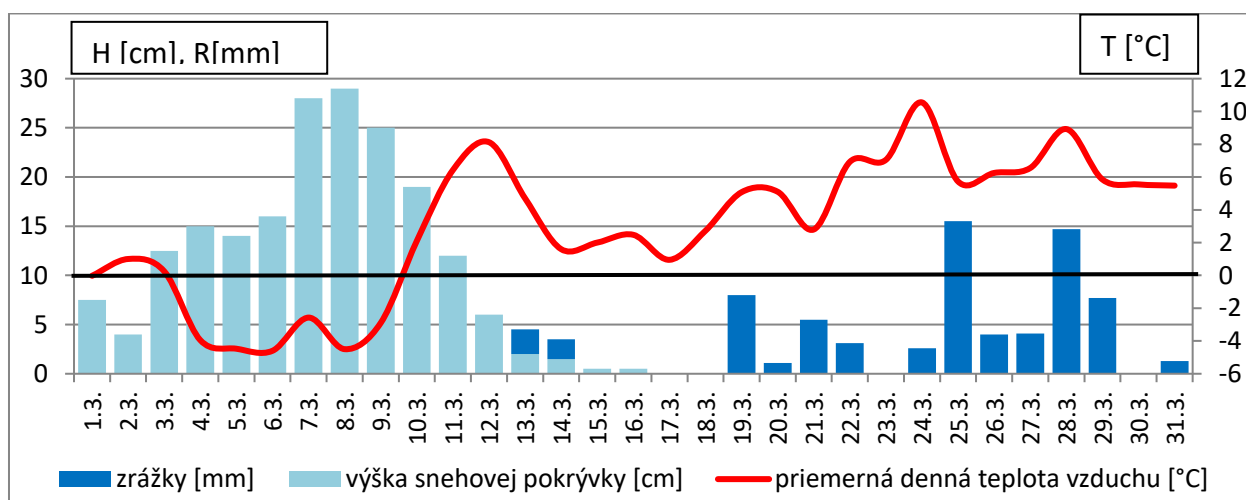
3.3 Zrážkové pomery na hornom a strednom povodí Dunaja

Na základe predchádzajúcej analýzy teplotných pomerov a odchýlok teploty od normálu môžeme konštatovať, že väčšina zrážok, ktorá spadla na horné a stredné povodie Dunaja počas zimy 1894/1895, bola vo forme snehu. Najväčšie množstvo zrážok padlo do povodí riek Una, Vrbas, Bosna a Drina, ktoré sú pravostrannými prítokmi Savy (Obr. 6). Vzhľadom k tomu, že tieto prítoky majú pramenné oblasti v Dinárskych horách, ktoré sú v blízkosti Jadranského mora, majú ich povodia maximum zrážok práve v zimných mesiacoch. Určité množstvo vody sa pri povrchovom odtoku stráca v ponoroch a jaskynných systémoch tejto krasovej oblasti a odteká podzemným odtokom aj do iných povodí. Pomerne veľké množstvo zrážok padlo počas zimy na hornom povodí Drávy, Tisy a Veľkej Moravy (Obr. 6). Stredné povodie Dunaja bolo teda na zrážky pomerne bohaté. Na hornom povodí, ktoré má kontinentálnejší charakter a vnútrozemný zrážkový režim, sa také výdatné zrážky nevyskytli. Najmenej zrážok padlo v Dolnom a Hornom Rakúsku, a to od 50 do 100 mm (Obr. 6). Na zrážky boli bohatšie najmä vysokohorské oblasti Vysokých a Nízkych Taur. Napríklad na stanici Sonnblick (3106 m n. m.) napadlo za obdobie od 1.12.1894 do 28.2.1895 543 mm.

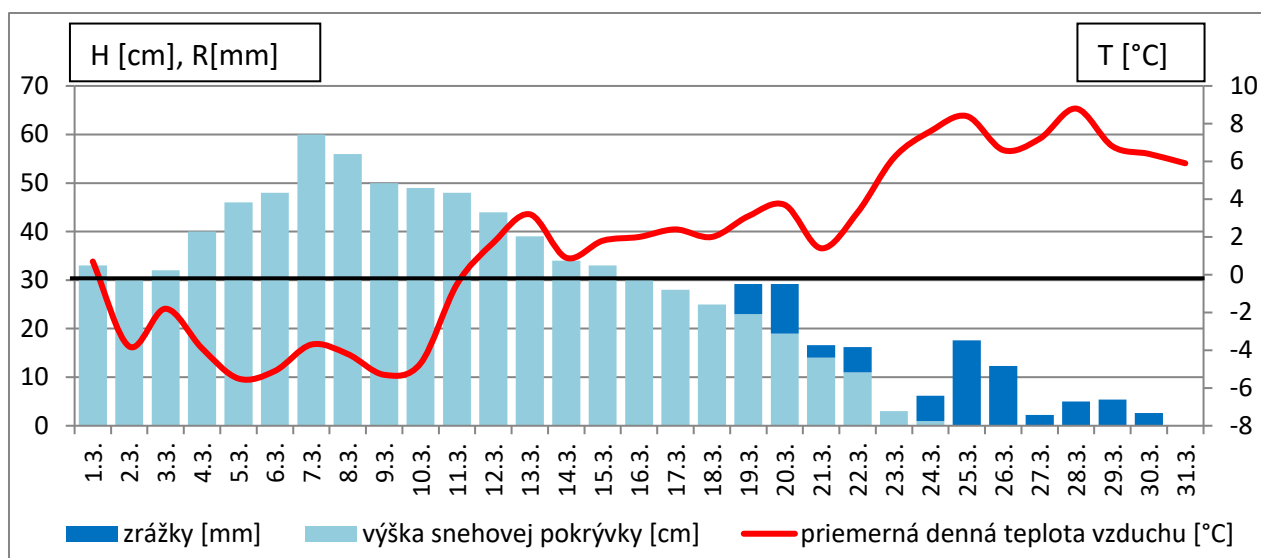


Obrázok 6 – Sumárny úhrn zrážok [mm] v období od 1.12.1894 do 28.2.1895 v povodí horného a stredného toku Dunaja (vytvorené podľa údajov z ročeniek)

Na hornom povodí Dunaja do 7.3. ešte pribúdali zrážky vo forme snehu. Postupne sa sneženie menilo na zmiešané zrážky až dážď. K topeniu snehu sa pridala aj výdatný dážď v dňoch od 19.3. do 29.3.1895 (Obr. 7 a 8). Na staniciach na strednom povodí tiež výdatne snežilo až do 7.3.1895. Na stanici Hochobir v Korutánsku to bolo dňa 5.3. vyše 40 cm nového snehu. V nasledujúcich dňoch zrážky poľavili, ale nastalo náhle oteplenie spojené s rýchlym topením snehu a hrozbou povodní. Na stanici Salzburg sa roztopilo takmer 30 cm snehu za týždeň (Obr.7) a na stanici Kremsmünster 60 cm snehová pokrývka za dva týždne (Obr. 8).



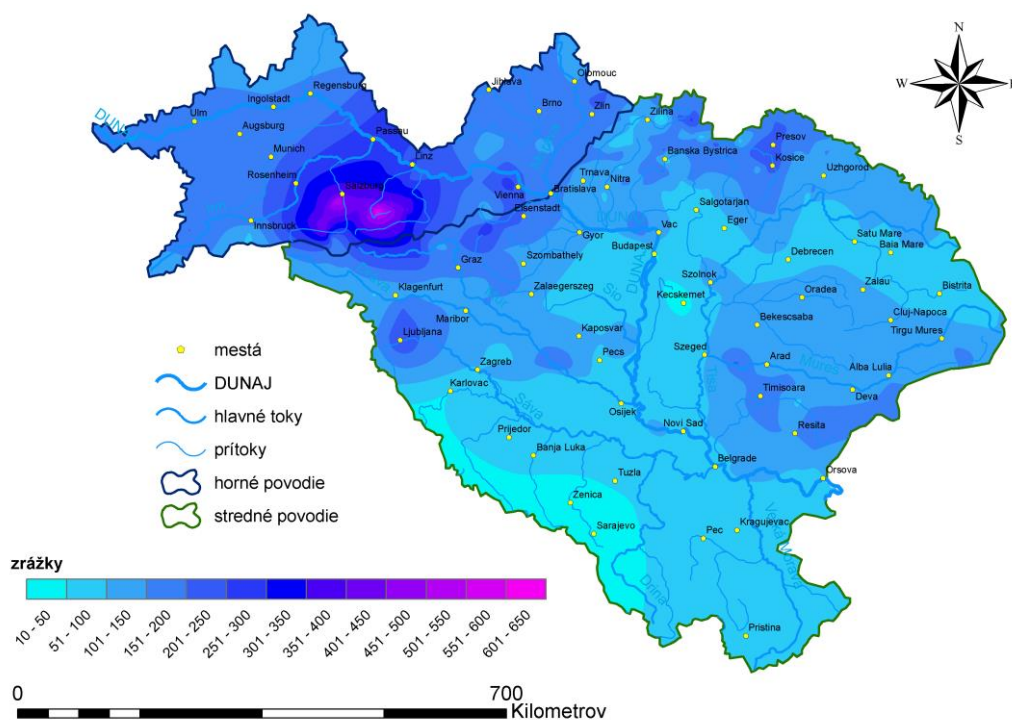
Obrázok 7 – Vývoj snehovej pokrývky [cm] na stanici Salzburg v marci 1895



Obrázok 8 – Vývoj snehovej pokrývky [cm] na stanici Kremsmünster v marci 1895

4 Povodeň letného typu v roku 1897

Povodeň v júli a auguste 1897 spôsobili výdatné zrážky v dňoch 26. až 31.7.1897 na hornom toku Dunaja. Najvyššie zrážkové úhrny padli v jeho rakúskej časti. Boli to povodia riek Inn, Traun, Enns, Saalach a Salzach (Obr. 9). Intenzívnymi zrážkami a povodňami bola zasiahnutá celá stredná Európa, časť východnej a južnej Európy. V Bratislave povodňová vlna kulminovala 4.8.1897 s prietokom $10\,140\text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ a vodným stavom 940 cm.



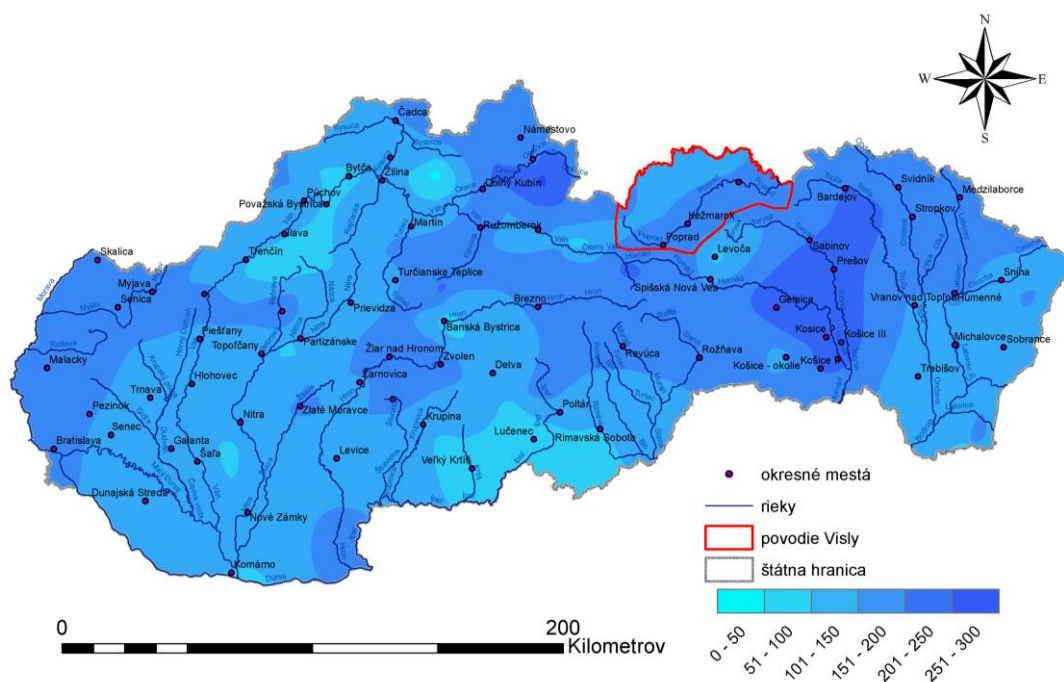
Obrázok 9 – Zrážkové pomery [mm] na hornom a strednom povodí Dunaja v júli 1897 (vytvorené podľa údajov z ročeniek)

V dňoch 26. až 31.7.1897 dosiahli najvyššie zrážkové úhrny na hornom povodí Dunaja stanice Frankenfels (459,4 mm) v povodí rieky Pielach v Dolnom Rakúsku, Altaussee (425,9 mm) a Langbathsee (408,5 mm) v povodí rieky Traun v Hornom Rakúsku a Lackenhof (403 mm) v povodí rieky Ybbs.

Na slovenskej časti povodia Dunaja spadlo najviac zrážok v júli 1897 na staniciach Zuberec (266 mm) na Orave, Gelnica (252 mm) na rieke Hnilec, Košice (239 mm) a Raslavice (220 mm) v povodí Hornádu (Obr. 10). Z historických novín máme správu, že povodeň sa vyskytla v povodí Hornádu. Najmenej zrážok sa v júli 1897 vyskytlo v Juhoslovenskej kotline a na hornom a strednom Považí (Obr. 10).

Noviny *Wiener Zeitung* uvádzajú dňa 30.7.1897 správu:

„Košice, 29.7.1897., Včera v noci sa tu strhla prietrž mračien. Voda prenikla do niekoľkých domov a obyvatelia z nich museli ujsť. Na Spiši, najmä v Spišskej Novej Vsi, rovnako udrela veľká prietrž mračien. Rieka Hornád tiekla nesmierne a zaplavila celé okolie. Cesty v okolí sú zaplavené“.

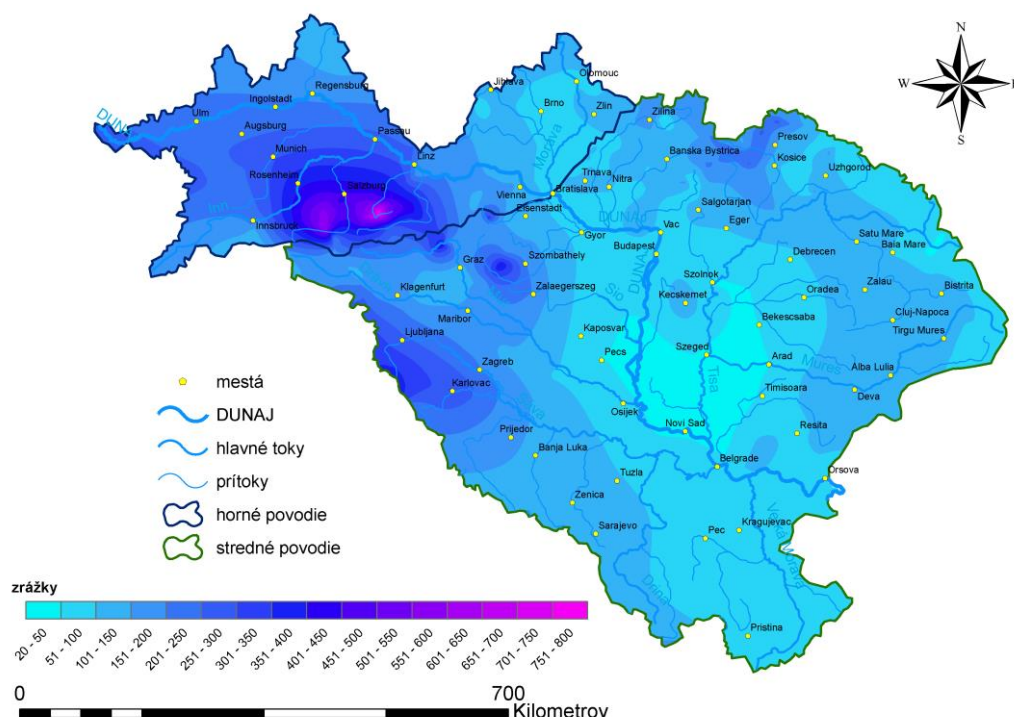


Obrázok 10 – Zrážkové pomery [mm] na Slovensku v júli 1897 (vytvorené podľa údajov z ročeniek)

5 Povodeň letného typu v roku 1899

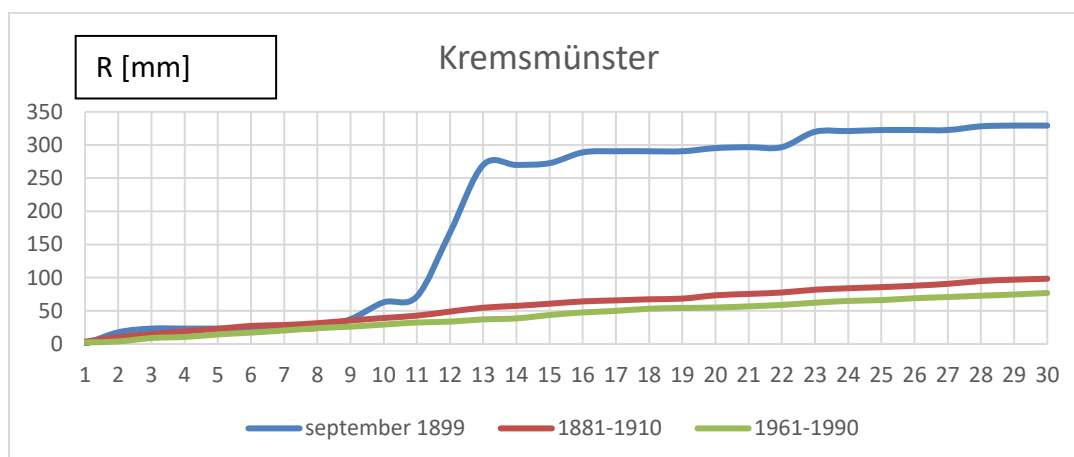
Zrážky, ktoré sa v septembri 1899 vyskytli v povodí na hornom toku Dunaja boli intenzívnejšie ako tie z roku 1897 (Obr. 11) (Horváthová 2003). Ako uvádza Kresser (1957), tak na hornom povodí Dunaja sa vyskytli zrážkové úhrny, ktorých celková suma za 48 hodín dosahovala 200 mm na ploche 1000 km². Povodeň kulminovala 17. septembra 1899 s prietokom 11 200 m³.s⁻¹ v stanici Stein-Krems a v ten istý deň aj vo Viedni s hodnotou 10 500

$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. V Bratislave bol dosiahnutý kulmináčny prietok dňa 19.9.1899 ráno o 6:00 s hodnotou $10\,870 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a vodným stavom 970 cm.



Obrázok 11 – Zrážkové pomery [mm] na hornom a strednom povodí Dunaja v septembri 1899 (vytvorené podľa údajov z ročeniek)

Príčinné zrážky tejto povodne sa vyskytli v dňoch 8. až 14.9.1899. Niektoré stanice v Rakúsku dosiahli počas týchto dní extrémne zrážkové úhrny viac ako 500 mm. Boli to stanice Alt-Aussee (665,3 mm), Langbathsee (565,8 mm), Hallstadt (515,1 mm) a Weißbach (515,3 mm). Najdaždivjšou lokalitou bola stanica Alt-Aussee s úhrnom 793 mm v dňoch 8. až 14.9.1899. Na konci zrážkovej udalosti dňa 14.9. mala stanica Mníchov 205 % (185 mm) a Kremsmünster až 236 % zrážok (215 mm) nad dlhodobým priemerom 1881 – 1910 (Obr. 12).



Obrázok 12 – Odchýlky kumulatívnych zrážok [mm] na stanici Kremsmünster v septembri 1899 (vytvorené podľa údajov ECA&D)

Záver

Z výsledkov vyplýva, že povodeň roku 1895 bola zapríčinená komplexom viacerých faktorov. Na jednej strane podpriemerne nízkymi teplotami v povodí na hornom a strednom toku Dunaja počas zimy 1894/1895. Aj napriek tomu, že zima na hornom povodí bola zrážkovo podpriemerná, sneh sa tu hromadil kontinuálne počas celej zimy. Na druhej strane sa počas oteplenia v marci nahromadený sneh rýchlo topil a naplňal korytá riek v povodí. Do toho sa pridali atmosférické zrážky, ktoré padali priamo počas priebehu povodne. Na hornom toku povodeň nebola veľmi významná. Vplyvom tuhej zimy sa tu však vytvorili nebezpečné úkazy ako ľadochod a ľadová zápcha, ktoré nespôsobili väčšie škody. Ľadové kryhy postupovali dolu po toku a dostali sa až na stredné povodie Dunaja, kde svojím objemom prispievali k zvyšovaniu vodných stavov. Juh stredného povodia mal zrážkové úhrny počas zimy nadpriemerné. Vytvorila sa tu vysoká vrstva snehovej pokrývky. Vplyvom náhleho topenia snehu v prvej polovici marca sa nahromadený sneh rýchlo topil. Topil sa aj sneh na hornom toku, ktorý tiež zvýšil vodné stavy. Spôsobilo to, že sa rozvodnili všetky hlavné prítoky Dunaja na strednom toku: Sáva, Dráva, Tisa, Mur, Timiš, Drina a Veľká Morava. Tieto následne spôsobili katastrofálnu povodeň v stanici Orsova – Turnu Severin, dovtedy, ale aj dlho po tom, nevídaných rozmerov.

Letnú povodeň v auguste 1897 spôsobilo najmä rozvodnenie alpských pravostranných prítokov Dunaja (Inn, Traun, Enns, Salzach, Ybbs a Melk) na hornom povodí. Výraznou mierou prispeli aj zrážky na bavorskom úseku toku. Rozvodnenie spôsobili extrémne intenzívne zrážky na konci júla 1897 v celej strednej Európe, ktoré zapríčinila postupujúca brázda nízkeho tlaku vzduchu. Táto sa neskôr zmenila na cyklónu nad strednou Európou. Príčinným zrážkam predchádzalo v niektorých častiach horného povodia Dunaja 10 dňové obdobie menej intenzívnych zrážok, ktoré nasýtli časti povodí horného toku Dunaja. Spôsobili tak zvýšený povrchový odtok počas extrémnej zrážkovej situácie od 26. do 31.7.1897, počas ktorej napadlo na niektorých staniciach okolo 500 mm zrážok.

Povodeň v septembri 1899 vyvolali mimoriadne intenzívne zrážky v rakúskej časti horného povodia Dunaja. Extrémne zrážky na hornom povodí vyvolala nepriaznivá poveternostná situácia v dňoch 8. až 14.9.1899. Mohutná tlaková níž sa rozprestierala od severnej Afriky po juh Baltského mora a od východných Álp až po Čierne more. Na severnom okraji východných Álp sa vyskytli regionálne zrážky extrémneho charakteru v povodiach pravostranných prítokov Dunaja v Rakúsku. Bavorský úsek toku nebol týmito zrážkami výraznejšie postihnutý. Časť zrážok v polohách nad 1400 m n. m. spadla vo forme snehu. Po predchádzajúcom suchom lete tieto skutočnosti mierne spomalili odtok vody z povodia, no aj napriek tomu táto povodeň svojou silou a veľkosťou prebehla povodeň z roku 1897.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná projektom VEGA 2/0009/15 "Identifikácia zmien hydrologického režimu tokov a vzájomný vzťah extrémnych hydrologických udalostí v zložitom riečnom systéme povodia Dunaja" a realizáciou projektu ITMS 26240120004 Centrum excelentnosti integrovanej protipovodňovej ochrany územia, na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj, financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

BLÖSCHL, G., NESTER, T., KOMMA, J., PARAJKA, J., PERDIGÃO, R. A. P. 2013. The June 2013 flood in the Upper Danube basin, and comparisons with the 2002, 1954 and 1899 floods. *Hydrology and Earth System Sciences*, 17, s. 5197-5212.

BRÁZDIL, R., ZBIGNIEW, W., KUNDZEWICZ, Z., BENITO, G. 2006b. Historical hydrology for studying flood risk in Europe, *Hydrological Sciences Journal*, 51-5, s.739-764, ISSN: 0262-6667.

BRÁZDIL, R., KUNDZEWICZ, Z. W., BENITO, G., DEMARÉE, G., MACDONALDS, N. a ROALD, L. A. 2012. Historical floods in Europe in the past millennium. In: KUNDZEWICZ, Z. W., ed., *Changes in Flood Risk in Europe*. IAHS Special Publication 10. Wallingford: IAHS Press, s.121-166. ISBN 978-1-907161-28-5.

HORVÁTHOVÁ, B. 2003. Povodeň to nie je len veľká voda. Veda, Bratislava, 224. ISBN 80-224-0735-6.

KRESSER, W. 1957. Die Hochwässer der Donau. Springer Verlag, Wien, 95 s.

MELO, M., PEKÁROVÁ, P., DUJSÍKOVÁ, C., MELOVÁ, K. 2012. Povodeň na Dunaji v roku 1895. Časť I.: V historických dokumentoch. *Acta Hydrologica Slovaca*, 13-2, s. 271-279.

MELO, M., BERNÁTHOVÁ, D. 2013. Historické povodne v povodí Slanej od konca 18. do začiatku 20. storočia. *Acta Hydrologica Slovaca*, 14-2, s. 291-298.

MELO, M., PEKÁROVÁ, P., MIKLÁNEK, P., MELOVÁ, K., DUJSÍKOVÁ, C. 2014. Use of historical sources in a study of the 1895 floods on the Danube river and its tributaries. *Geographica Pannonica*, 18-4, s.108-116, ISSN 0354-8724.

MUNZAR, J. a ONDRÁČEK, S. 2010. Precipitation extremes and disastrous floods in Central Europe in July 1897. In: PRZYBYLAK, R., MAJOROWICZ, J., BRÁZDIL, R. a KEJAN, M., eds., *The Polish Climate in the European Context. An Historical Overview*. Dordrecht: Springer, s. 389-396. ISBN 978-90-481-3167-9.

PEKÁROVÁ, P., MIKLÁNEK, P., PEKÁR, J., MELO, M. 2012. Povodeň na Dunaji v roku 1895. Časť II.: v archívnych údajoch. *Acta Hydrologica Slovaca* 13-2, s. 280-288.

PEKÁROVÁ, P., MIKLÁNEK, P., MELO, M., HALMOVÁ, D., PEKÁR, J., MITKOVÁ - BAČOVÁ. V. 2014. Flood marks along the Danube river between Passau and Bratislava. VEDA, 2014. ISBN 978-80-224-1408-1.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANISATION, 2011. Guide to Climatological Practices. (WMO No. 100), Geneva. ISBN 978-92-63-10100-6.