PROXY-DATA, NOVÝ IMPULS PRO HYDROLOGII

Libor Elleder[1]

Abstrakt

Zodpovězení aktuálních otázek dotýkajících se klimatické změny souvisí mimo jiné i s diskusí podílu její antropogenní a přirozené příčinné složky. Pevnější půdu pro objasnění otázek souvisejících s přirozeným kolísáním klimatu může poskytnout analýza co nejdelších časových řad. Přitom období systematických meteorologických i hydrologických záznamů trvající od svých počátků nanejvýš 300, ale většinou jen 100 až 150 let. Proto v posledních 20 letech nastal rozvoj paleohydrologie, paleoklimatologie a historické hydrologie. Tyto tři obory přinášejí metodologii umožňující získat a využít data z předinstrumentálního období a tím prodloužit měřené řady v některých případech o stovky let. Příspěvek přináší ukázky výsledků těchto oborů v evropském a světovém kontextu.

Autor seznamuje s vlastními prací na tomto poli, tj. např. rekonstrukcí řady kulminačních průtoků v Praze pro období 1118 až 2002. Pozornost je věnována studiu změn sezonality a frekvence povodní. Závěrem je proveden poukaz na souvislosti s dlouhodobější cyklicitou související s geofyzikálními i solárními vlivy.

Klíčová slova: proxy-data, dokumentární zdroje, historická hydrologie, paleohydrologie, nestacionarita.

1. Úvod

Nastal poslední dobou nárůst frekvence extrémních povodní? Otázky tohoto typu lze bez dostatečně dlouhých časových řad jen obtížně řešit. Jejich prodloužení směrem do minulosti spadá do kompetence relativně mladých oborů paleohydrologie a historické hydrologie. Oba obory využívají záznamy výšek povodní z minulých dob, ať už uvědoměle provedených člověkem, nebo archivovaných přírodou. Jinými slovy přinášejí metodologii vedoucí k využití tzv. proxy-dat umožňujících studovat např. hydrologické extrémy i v období ranně instrumentálním a předinstrumentálním.

2. Definice a členění proxy-dat

Původ slova proxy je nutné hledat v latině, kde slovo „proximita“ označuje blízkost, výraz „aproximita“ přibližnost. Proto jde vlastně o přibližná data užitá místo chybějících dat z přímých měření.

V 70. letech 20. století zavedli Pfister et al. (1999) pojem historických dat (historical evidence). Rozlišili především přírodní (natural) a tzv. „lidské“ (man made) archivy dat, dělené do dalších kategorií. Měřená data (tj. například přímo změřený vodní stav atd.), někdy též přímá data (direct data) jsou odlišena od dat nepřímých (indirect data), u nichž se usuzuje na průběh dané veličiny podle nepřímých ukazatelů (začátek sklizně obilí, datum vinobraní, analýza letokruhů, atd.). Z dat přírodního původu se vydělují např. následující skupiny: ledovcová (analýza ledovcových jader), geologická-mořská (analýza mořských sedimentů, obsah izotopů kyslíku, aj.), geologická-suchozemská (vodní, ledovcová a větrná eroze, analýza půdních typů, geotermální vrty), biologická (letokruhy, pyly, fosilní zbytky aj.).

Pfister et al. (1999) ztotožňují proxy-data s nepřímými daty, a to jak se záznamy tzv. přírodních archivů (natural archives), tak s jistým segmentem tzv. dokumentárních zdrojů (documentary sources). Dokumentární zdroje (tedy v zásadě záznamy zhotovené člověkem- dále DZ) rozlišuje na dokumentární proxy-data a záznamy deskriptivní povahy, tedy pozorování či měření (např. také vodních stavů). Jako nejdůležitější druhy DZ se obvykle uvádějí: prameny narativní povahy (kroniky, paměti aj.), denní záznamy počasí, osobní

korespondence, speciální tisky, úřední záznamy, kramářské písně, noviny, vědecké práce a epigrafické památky (zejména značky povodní) a obrazová dokumentace, viz Brázdil et al. (2005).

3. Paleohydrologie a historická hydrologie

V úzkém slova smyslu je palaeohydrologií chápáno využití mělkovodních sedimentů či podobných metod založených na tzv. přírodních archivech. Pro využití DZ (zejména interpretace kronikářských záznamů povodní a povodňových značek) se vžilo označení historická hydrologie. Shrnující informaci o výsledcích obou oborů a možnosti kombinovat jejich výsledky podává Baker (2003). Uvádí i hlavní směry, které jsou ve vztahu k povodním využívány: využití přírodních archivů, problematika získávání dokumentárních zdrojů, rekonstrukce jednotlivých případů, statistická analýza získaných řad, vztahy mezi frekvencí extrémů a klimatickou variabilitou a problematika praktických aplikací při ochraně před povodněmi.

Zobecňující pohled na současnou palaeohydrologii přinesli Benito a Thorndycraft (2005), kteří jako základní zdroje dat o povodňových maximech uvádějí: ukazatele výšky vody (palaeostage indicators, PSI), dokumentární zdroje a instrumentální měření. Podobně Brázdil et al. (2006) shrnují současný stav historické hydrologie, ať už se jedná o studium morfologických změn v údolní nivě, frekvencí povodní, zjišťování maximálních průtoků či jejich meteorologických příčin při historických povodňových epizodách, anebo dopadů povodní. Předkládají také syntézu všech tří zmíněných složek v přehledném diagramu, který zjednodušeně ilustruje základní vlastnosti dat získaných přístupy paleohydrologie (tj. postupný vzestup zaznamenaných úrovní, který je dán sedimentací v daném profilu (progressive self-censoring) a historickou hydrologií (tj. převážný pokles prahové hodnoty, nad kterou byly povodně většinou zaznamenány).

V případě povodňových maxim je vhodný přístup výběru maxim nad zvolenou mezí, čili tzv. přístup POT (peak over treshold series).

4. Metodické přístupy

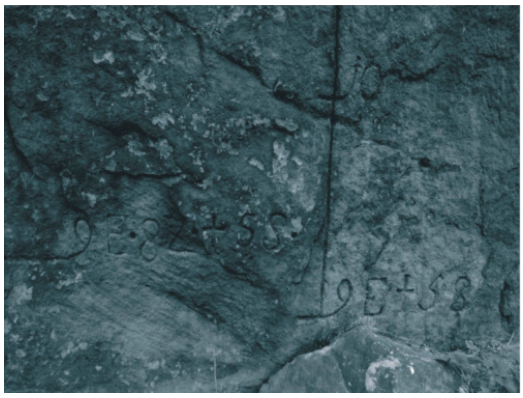
V krátkosti je možné uvést jen několik ukázek týkajících se historické hydrologie. Např. rozbor sezonality povodní v Anglii provedli Black a Werritty (1997), trendovou analýzou prodloužených řad na Labi se zabývali Mudelsee et al. (2003). Zpracováním teoretických čar překročení (pro řady typu POT) lze čerpat z britské příručky Bayliss a Reed (2003). Metodika byla užita i pro konstrukci empirické čáry překročení Tibery v Římě z období od r. 1442 do současnosti, (Calenda et al., 2005 a 2009). Pro širší statistické zpracování hydrologických dat s historickými daty prezentovali např. Ouarda, Hamdi, Bobée (2003) systém FRESH (Frequency Estimation in Hydrology). Při stanovením PMF shrnují dosavadní praxi Francés a Botero (2003). Reanalýzy příčinných synoptických situací před r. 1880 jsou prováděny v rámci projektu EMULATE (zatím od r. 1850), Jacobeit et. al. (2006). Sturm et al. (2001) zpracovali vazbu mezi synoptickými situacemi a povodněmi v posledních 500 letech a Mudelsee et al. (2004) ověřovali pro stejné období roli trajektorie Vb na povodně ve střední Evropě. Velmi selektivně jsou k disposici i další reanalýzy zaměřené na rekonstrukci povodňových událostí v únoru 1784 (Evropa), Kington (1988), létě 1824 (horní Porýní), Bürger, K. et al. (2006) nebo květnu 1872, Müller a Kakos (2005). Rekonstrukci hydrogramu povodně r. 1784 v Praze, provedl Elleder (2010). Celkovou zpětnou rekonstrukci historického povodňového případu z ranně instrumentálního období (r. 1813) provedl např. již Mann (1905), v evropském kontextu provedli rekonstrukci případu z r. 1784 Munzar et al. (2007), rekonstrukci nejstaršího případu z r. 1342 provedli Tetzlaff et al. (2002).

Problematikou přímých odezev tzv. Wolf-Gleisbergova cyklu a sluneční aktivity na klimatický systém se zabýval v poslední době např. Yousef (2000), přitom se zpracoval souvislost s periodicitou „Nilské řady“ v Káhiře (r. 622-1467). Vazby mezi minimy sluneční činnosti, výchylkami slunečního pohybu (Solar inertial motion-SIM), geofyzikálními jevy jako

zemětřesení či vulkanismus, makro-synoptickými jevy a extrémními jevy se zabývala mimo jiné Charvátová (2000).

5. Nejstarší řady měřených vodních stavů

Éra instrumentálních záznamů vodních stavů je spojená v Evropě s počátkem 18. století. Brázdil, Kundzewicz a Benito (2006) uvádí nejstarší systematické záznamy v Zürichu počínaje rokem 1709. Záznamy v Paříži, které uvádí geolog, paleontolog a editor Journal de physique Jean-Claude Delamétherie (1743-1817), viz Delameterie (1800), počínají r. 1719, ale systematicky od r. 1732. Pro ČR je důležitá řada (od r. 1727) měření na Labi v Magdeburku, viz Berghaus (1850). Pravidelné zaznamenávání vodních stavů začal podle Hoffmanna(1850) tzv. „Fähramt“, doslova převozní úřad. Podnětem byl podle něj velmi nízký stav r. 1728 (měření však začalo již v průběhu r. 1727).





Obr. 1: Vlevo: detail spodní části nejstaršího českého vodočtu vzniklého zřejmě koncem 18. století na zámecké skále v Děčíně (škála v pražských loktech po 59 cm). Nápis “9E+5S“ označuje patu vodočtu ve výšce 9 loktů, tj. 531 cm nad hladinou, konkrétně nad minimální plavební hloubkou 5 pídí, tj. cca 98 cm (v 19. století hloubkou nutnou pro plnosplavnost). Vpravo: povodňový vodočet v římském přístavu Porto Rippeta s vyznačením výšek význačných povodní od r. 1495, byl zřízen r. 1821. (Foto autor)

Většina z nejstarších systematických řad má však počátek o dalších 50 až 80 let později (např. Tibera v Římě, Rýn v Kolíně, Odra v Kustrinu, Visla v Krakově aj.). Existence vodočtů souvisela s jezovými normály, plavbou (Obr. 1 vlevo), ale také s vědeckými zájmy. Příkladem jsou záznamy v Římě započaté r. 1782 (systematicky od roku 1821) ředitelem meteorologické observatoře Collegio Romano v profilu Porto Rippeta (Obr. 1 vpravo), Aldrete (2007).

6. Prodloužení hydrologických řad

Velké povodňové události zvýšily vždy poptávku po zhodnocení právě proběhlé události v širším kontextu. Po povodni r. 1784, sestavil saský geolog Ch. Pötzsch (1784) soupis povodní za více než 1000 let. Podobný soupis r. 1845 sestavil český kněz a archeolog V. Krolmus (1845). K 150. výročí povodně r. 1845 zpracovali celkový přehled povodní Kotyza et al. (1995). Po povodni r. 2002 Brázdil et al. (2005) předložili interpretovanou chronologii povodňových epizod v Praze mezi lety 1118 až 2002. Možnost prodloužit průtokové řady do minulosti je limitována nejstaršími literárním prameny o povodních, např. u nás zřejmě r. 1118, ale v Itálii už rokem -414, Aldrete (2007), délkou ranně instrumentálních záznamů a dostupností povodňových značek. Kvalita těchto řad je ovlivněna i dostupností záznamů o vývoji příslušného měrného profilu, tj, např. příčného profilu (tj. metadat). Zatím nejstarší záznamy tohoto druhu v povodí Labe pocházejí z r. 1726, resp. pro území ČR z r. 1794. Určitou limitou je i rozvoj hydrometrie, ten umožnilo až nově navržené hydrometrické křídlo,

jehož popis zveřejnil německý inženýr Rheinhard Woltman (1757-1837) r. 1790. Hydrometrická měření jsou v povodí Labe doložena až k r. 1820 a nejstarší měrnou křivku průtoků (pokud je známo) v Praze sestavil prof. Wiesenfeld až r. 1851. Těmto obtížím je vhodné čelit výběrem profile, u nějž je vysoká pravděpodobnost přibližné stability podmínek.

Vyhodnocení maxim historických povodní a prodloužení hydrologických průtokových řad často o několik staletí, bylo zpracováno již dříve pro řadu západoevropských toků a to pro řeky (Isére, Drac, Tagus, Tiber, Llobregat, Guadiana, Tajo, Sequero, Júcar, atd.), jak uvádějí v publikaci Thorndycraft et al. (2003).

Vodní stavy byly v Praze zaznamenávány od r. 1782, a každodenně od r. 1825 viz Elleder (2007). Údaje o vodních stavech zaznamenaných v klementinských denících, tak jak je uvedl Hlaváč (1977), jsou spojeny s četnými nejasnostmi.

O převedení údajů z DZ na kulminační stavy, např. i podle dosahu vody k vybraným budovám (např. Clam-Gallasův palác), se u nás poprvé pokusil již J. Dlouhý, viz Dlouhý (1899). Novotný (1963) předložil rekonstruovanou řadu měsíčních průměrných průtoků, minim a maxim vodních stavů převedených na průtoky pro stanice Praha Staroměstské mlýny (1825-1954) a Děčín (1851-1954). Svoboda (1990) se pokusil o doplnění pražské řady kulminačních stavů pro období 1500 až 1829 na základě regresních stavu odvozeného pro období (1875 až 1888) mezi Drážďany a Prahou.

7. Rekonstrukce řady pražských kulminačních průtoků 1118-2002

Aby bylo možné přikročit k analýzám hydrologického režimu z déledobějšího hlediska, byla provedeno doplnění instrumentální řady pro dolní Vltavu v Praze.

Bylo však třeba odstranit některé nejasnosti dotýkající záznamů hladin dle plastiky Bradáče, viz Elleder (2003), historie ranně instrumentálních měření v Praze, viz Elleder (2005) a Brázdil et al. (2005). Byly porovedeny rekonstrukce povodní (včetně jejich hydrogramů) z let 1784, Elleder (2010) a 1582 Elleder, Kotyza (2006). Podle zpráv z DZ byl sestaven přibližný plán zatápění Starého Města, viz Elleder (2010), a to v závislosti na vodním stavu vodočtu u Staroměstských mlýnů. Proto byl zpracován místopis objektů opakovaně zmiňovaných v DZ souvislosti s povodněmi a přiřazeny odhady kulminačního průtoku Qk podle navržené škály, která vychází z vyhodnocení zpráv překryvného období 19. století.

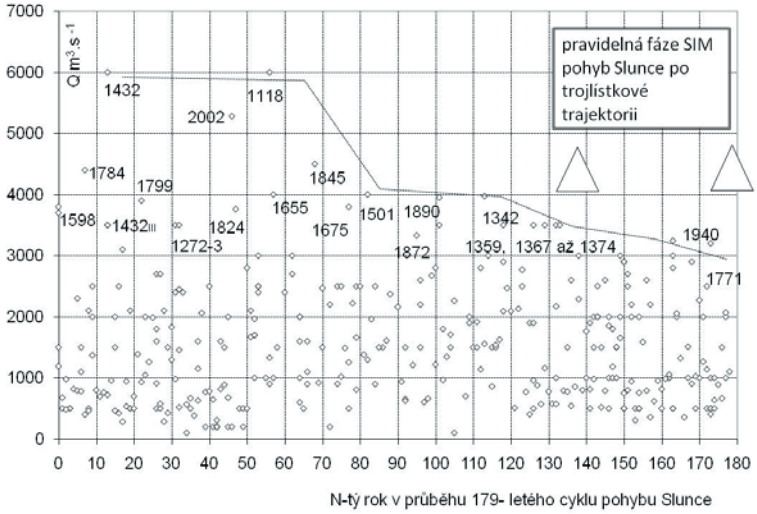
Odhad kulminačních průtoků byl proveden kombinací údajů o výškách velkých vod, odhadu dle škod, zaplavení terénu, nebo součtem odhadnutých příspěvků z nadlehlých profilů (Otavy, Lužnice, Berounky a Sázavy) a doplněn či kontrolován podle regresních vztahů s profily (Ústí n. L, Děčín, Drážďany).

Výsledná řada cca 300 pražských maximálních průtoků se skládá z údajů zaznamenávaných ve dvou navzájem blízkých profilech. Kulminační stavy z období 1118 až 1821 jsou vztaženy k profilu u Kláštera křížovníků, novější údaje z let 1821 až 1953 k profilu Staroměstských mlýnů. Profily jsou vzdálené cca 100 až 150 m. Měrná křivka průtoků profilu „Staroměstské mlýny“ byla publikována Richterem (1892). Rozdíly odpovídajících stavů mezi oběma profily jsou u vyšších průtoků nejvýše 40 cm.

Získaná prodloužená řada pražských maximálních průtoků poukazuje na kolísání četnosti povodní v jednotlivých stoletích a četnosti zavedených sezónních povodňových typů. Ukázalo se např., že výskyt význačnějších případů červencových povodní se v posledních 200 letech v povodí Vltavy utlumil, zvýšil se však např. výskyt význačných povodní v březnu. Pokud se jedná o extrémní povodně při nastavení prahu (POT) na $Q>=Q_{50}$, je celkově nejvíc frekventovaný typ povodní z pozdního léta v srpnu a září a v pozdní zimě, tedy v březnu a začátkem dubna. Tato období jsou proto např. pro Prahu nejnebezpečnější.

Jako nejzajímavější lze zatím hodnotit frekvenci povodní vůči 179leté periodě slunečního pohybu SIM. Obalová čára uzavírá jejich výskyt v závislosti na pořadovém roce v cyklu 179 let, viz Obr. 2. Zobrazení jednoznačně poukazuje na klesající pravděpodobnost výskytu extrémních povodní (POT na $Q>=Q_{30}$) s narůstajícím pořadovým rokem. V posledním

padesátiletí, kdy podle Charvátové (2000), klesá výskyt některých extrémních jevů, klesá i pravděpodobnost výskytu extrémních povodní na Vltavě v Praze.



Obr. 2: Kulminační průtoky pražské řady 1118 až 2002 vynesené v časovém měřítku cyklu SIM. Dva trojúhelníky vyznačují „trojlístkovou fázi“ SIM charakterizovanou nižší, očekávanou frekvencí extrémních jevů.

8. Závěr

Řada odhadnutných kulminačních průtoků navazuje na chronologii povodňových případů, kterou předložili Brázdil et al. (2005). Jedná se o datový soubor, který může být využit k analýzám a např. i k diskusi o zpřesnění návrhových charakteristikách pro Vltavu v Praze. Zjištěná citlivost vůči periodě SIM upozorňuje na nebezpečné povodňové paradigma výskytu extrémních povodní po dlouhodobém období povodňového klidu.

Historická hydrologie a paleohydrologie umožňuje prostřednictvím proxy-dat v čase postoupit významně směrem dozadu proto, aby bylo možné, postoupit v poznání významným způsobem vpřed. Proxy-data nemohou soutěžit s měřenými daty v přesnosti, mohou však významně zpřesnit obraz o zákonitostech, které ovlivňují hydrologický režim.

Proto je nutné, aby se historická hydrologie a paleohydrologie stala i u nás běžnou součástí vědecké hydrologie.

Literatura

[1] ALDRETE, G. S., 2007. Floods of the Tiber in ancient Rome, The Johns Hopkins University Press, 2007. Baltimore. 338 pp. ISBN 0-8018-8405-5.

[2] BAKER, V. R., 2003. A bright future for old flows: origins, status and future of paleoflood hydrology. In: *Thorndycraft, V. R. – Benito, G. – Barriendos, M. –Llasat, M. C. (Eds.): Palaeofloods, Historical Floods and Climatic Variability: Applications in Flood Risk Assessment.* CSIC, Madrid, s.13–18. ISBN-84-921958-2-7.

[3] BAYLISS, A. C. – REED, D. W., 2001. The use of historical flood frequency estimation, Centre for Ekology and Hydrology, Wallingford, 2001, 87 pp.

[4] BENITO, G. – THORNDYCRAFT, V. R., 2005. Palaefloods and its role in apllied hydrology science, Journal of Hydrology 313, pp 3-15. ISSN-0022-1694.

[5] BERGHAUS, H., 1850. Bergaus‘ physikalischer Hand-Atlas, Zweite Abteilung, Hydrologie und Hydrographie, Verlag von Justüs Parthes, Gotha, 1850, 18 s.

[6] BLACK, A. R. – WERRITTY, A., 1997. Seasonality of flooding: a case study of North Britain. Journal of Hydrology, 195, pp 1-25. ISSN-0022-1694.

[7] BRÁZDIL, R. – KOTYZA, O., 1995. History and Climate in the Czech lands I, Period 1000-1500, Zürcher Geographische Schriften. 260 pp ISBN-3-906-148-10-6.

[8] BRÁZDIL, R. – DOBROVOLNÝ P. – ELLEDER, L. – KAKOS, V.– KOTYZA, O. et al. 2005. Historické a současné povodně v České republice, Masarykova Univerzita v Brně a ČHMÚ, Brno a Praha. 369 s. ISBN-80-210-3864-0.

[9] BRÁZDIL, R. – KUNDZEWICZ, Z. W. – BENITO, G., 2006. Historical hydrology for studiing flood risk in Europe, Hydrological Sciences Journal, Special Issue, 51, pp 739-763, ISSN-0262-6667.

[10] BÜRGER, K. – DOSTAL, P. – SEIDEL, J. – IBERY, F. – BARRIENDOS, M. – MAYER, H. – GLASER R., 2006. Hydrometeorological reconstruction of the 1824 flood event in the Neckar River basin (southwest Germany) Hydrological Science Journal, 51, pp 864-865, ISSN-0262-6667.

[11] CALENDA, G. – MANCINI, C. P. – VOLPI, E., 2005. Distribution of the extreme peak floods of the Tiber River from the XV century, Advances in water resources 28. pp 615-624, ISSN 0309-1708.

[12] CALENDA, G. – MANCINI, C. P. – VOLPI, E., 2009. Selection of the probabilistic model of extreme floods: the case of the River Tiber in Rome. Journal of Hydrology 371, pp 1–11, ISSN-0022-1694.

[13] DELAMTERIE, J. C., 1800. Journal de Physique, de Chemie, d´ Historie naturele et des Arts, Tome LI, J.J. Fuchs, Parus, 1800. 480 p.

[14] ELLEDER, L., 2003. Pražský Bradáč, jeho stáří, účel a historie. Historica Pragensia 1, s. 301–333. ISBN 80-85394-46-4.

[15] ELLEDER, L., 2005. Tradice záznamu hladin povodní v Praze. Documenta pragensia XXIV, s.123-160. ISBN-90-86197-67-0 (SCRIPTORIUM).

[16] ELLEDER, L., 2007. Historické extrémní případy povodní v povodí Labe a Vltavy In: *Langhammer (ed.), Povodně a změny v krajině, MŽP, PřFUK, Praha*, s. 43-66. ISBN 978-80-86561-86-8.

[17] ELLEDER, L. – KOTYZA, O., 2007. Letní povodně v roce 1582, rekonstrukce historické události a doklady o změnách hydrologických podmínek. In: *Sborník příspěvků semináře Povodně a změny v krajině,* s. 233-239. ISBN 978-80-86561-87-5.

[18] ELLEDER, L., 2010. Reconstruction of the 1784 flood hydrograph for the Vltava River In: *Prague, Czech Republic. Global and Planetary Change 70*, pp 117–124. ISSN-0921-8181.

[19] CHARVÁTOVÁ I., 2000. Can origin of the 2400-year cycle of the solar activity be caused by solar inertial motion?, Annales Geophysicae, EGS-Springer-Verlag , pp 399-405. ISSN-0992-7689.

[20] JACOBEIT, J. – PHILIPP, A. – NONNENMACHER, M., 2006. Atmospheric circulation dynamics linked with prominent discharge events in Central Europe, Hydrological Sciences Journal 51, pp 946-965, ISSN-0262-6667.

[21] KINGTON, J., 1988. The Weather of the 1780's over Europe, Cambridge Cambridge Press. 164 pp.

[22] KOTYZA, O. – CVRK, F. – PAŽOUREK, V., 1995. Historické povodně na dolním Labi a Vltavě, Okresní muzeum v Děčíně, 1995. 169 s.

[23] KROLMUS, V., 1845. Kronyka čili dějepis všech povodní posloupných let, suchých i mokrých, úrodných a neúrodných na obilí, ovoce a vína, hladů, morů a jiných pohrom v Království Českém. Tiskem Karla Wetterla, Praha. 261 s.

[24] MANN, H.,1905. Hochwasser vom August/ September 1813 seine Ursachen und sein Verlauf, Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Besondere Mitteilung, Bd. 1, Nr. 2, E., S. Mittler und Sohn Berlin.1905, 73 s.

[25] MUDELSEE, M. – BÖRNGEN, M. – TETZLAFF, G. –GRÜNEWALD, U., 2003. No upward trends in the currence of extreme floods in central Europe. Nature, 425. pp 166-169. ISSN: 0028-0836

[26] MUDELSEE, M. – BÖRNGEN, M. – TETZLAFF, G. – GRÜNEWALD, U., 2004. Extreme floods in central Europe over the past 500 years: Role of cyclone pathway ‘‘Zugstrasse Vb’’, Journal of Geophysical Research 109. 21 pp. ISSN 0148–0227.

[27] MÜLLER, M. – KAKOS, V., 2004. Extrémní konvekční bouře v Čechách 25.-26. května 1872, Meteorologické Zprávy 57, č. 3, s. 69-77. ISSN 0026-1173.

[28] MUNZAR, J. – ELLEDER, L. – DEUTSCH, M., 2005. The catastrophic flood in February/ March 1784 - a natural disaster of European dimension. Moravian Geographical Reports, Vol.13, No.1., ISSN 1210 -8812

[29] NOVOTNÝ, J., 1963. Dvě stoleté hydrologické řady průtokové na českých řekách. Sborník prací Hydrometeorologického ústavu ČSR, sv. 2, Praha, 116 s.

[30] OUARDA,T. B. M. J. Y. – HAMDI, Y. – BOBÉE, B., 2003. A General System For Frequency Estiamtion in Hydrology with historical data In*: THORNDYCRAFT, V. R., – BENITO, G. – BARRIENDOS, M. – LLASAT, M. C. 2003. Palaeofloods, Historical Data & Climatic Variability: Aplicitions in Flood Riska Assesment. Proceedings of PHEFRA International Workshop held in Barcelona 2002.* pp 211-215. ISBN-84-921958-2-7.

[31] PFISTER, C. R. – BRÁZDIL, R. – GLASER, M. – BARRIENDOS, D. – CAMUFFO – et al. 1999: Documentary evidence on climate in sixteenth-century Europe, In: *PFISTER, C. – BRÁZDIL, R. & R. GLASER (ED.): Climatic variability in sixteenth-century Europe and its social dimension.* Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/ Boston/ London, pp 55-110. ISBN 1-4020-0556-3.

[32] PÖTZSCH, C. G., 1784. Chronologische Geschichte der grossen Wasserfluthen des Elbstroms. Walther, Dresden, 232 pp.

[33] SVOBODA, J., 1990. Historické povodně na Vltavě, in Povodňová ochrana Prahy, 1. díl, Dům techniky Praha, 1990, s. 153 -164. ISBN 80-02-00494-9.

[34] THORNDYCRAFT, V. R. – BENITO, G. – BARRIENDOS, M. – LLASAT, M. C., Eds., 2003. Palaeofloods, Historical Data and Climatic Variability: Applications in Flood Risk Assessment. CSIC, Madrid., 375 s. ISBN-84-921958-2-7.

[35] TETZLAFF, G. – BÖRNGEN, M. – MUDELSEE, M. – RAABE, A., 2002. Das Jahrtausendhochwasser von 1342 am Main aus meteorologich-hydrologischer Sicht. Wasser & Boden, 54/10, s. 41-49. ISSN 0043-0951.

[36] YOUSEF, S. M., 2000. The Solar Wolf-Gleissberg cycle and its influence on the Earth, ICEHM2000, Cairo University, Egypt, pp 267- 293.

[37] WOLTMAN, R., 1790. Theorie und Gebrauch des Hydrometrischen Flügels oder eine zuverlässige Methode die Geschwindigkeit der Winde und stromenden Gewässer , B. G. Hoffmann, Hamburg, 1790, 60 s.

Kontakty na autora

1 Český hydrometeorologický ústav, Praha CPP-OHP, e-mail: elleder@chmi.cz