OBDOBÍ SUCHA - VÝSKYT A MOŽNOST JEHO PREDIKCE

***Pavel Treml*[1]**

Abstrakt

V rámci příspěvku je analyzováno období výskytu sucha na vybraném modelovém území. Nejprve je v denním časovém kroku vyhodnocen nástup meteorologického sucha pomocí metody součtových řad a vznik hydrologického sucha byl identifikován pomocí metody nedostatkových objemů pro mez 300denních průtoků. Získané poznatky jsou následně srovnány se zaměřením na vyhledání období překryvu výskytu meteorologického a hydrologického sucha a existenci vzájemné časové vazby.

Klíčová slova: meteorologické sucho, hydrologické sucho, metoda součtových řad, metoda nedostatkových objemů

1. Úvod

Sucho patří mezi extrémní hydrologické jevy, které naše území zasahují nepravidelně. Sucho lze chápat z hlediska meteorologického, hydrologického, agronomického, ale třeba i ze socioekonomického pohledu. Pokaždé se pod tímto pojmem myslí trochu něco jiného, podle důsledků, které pro daný sektor sucho přináší. Prováděný výzkum se většinou soustředí na výzkum pouze v daném sektoru.

Následující příspěvek se pokusí srovnat období výskytu meteorologického a hydrologického sucha s cílem porovnat jejich vztah. Meteorologické sucho bude analyzováno pomocí metody součtových řad a hydrologické sucho pomocí metody nedostatkových objemů.

2. Použitá data a metody

2.1 Použitá data

Pro zpracování příspěvku byly použity teploty vzduchu a srážky z klimatologických stanic Olomouc - Slavonín a Brandýs nad Labem a průtoky z vodoměrných stanic Olomouc - Nové Sady a Brandýs nad Labem. U stanic Olomouc - Slavonín a Olomouc - Nové Sady bylo hodnoceno období mezi lety 1946 – 2009 a u stanic v Brandýse nad Labem období let 1951 – 2005.

2.2 Metoda součtových řad

Metoda součtových řad je ideální metodou pro analýzu nehomogenně se chovajících jevů a poskytuje mocný nástroj pro jejich analýzu. Těmito nehomogenně se chovajícími jevy mohou být např. určení období výskytu sucha [2], určení období převládajících teplot nad určitou hranicí [4], analýza ročního chodu teploty [7] a desítky dalších příkladů možného užití.

Možnosti uplatnění metody součtových řad pro analýzu výskytu období sucha a jeho vlastností si poprvé všiml Ivan Sládek na přelomu 80. a 90. let. Poté byla metoda součtových řad užita v několika diplomových pracích, např. Jitky Weissové [8], Lenky Kopečné [3] nebo Theodora Fialy [1], přičemž tento autor rozšířené závěry ze své diplomové práce publikoval v článku s názvem “Vymezení období sucha a období převládající teploty vzduchu pomocí metody součtových řad na příkladu Vráže u Písku” v časopise Meteorologické zprávy [2]. V roce 2005 vyšel v časopise Acta Universitatis Carolinae - Geographica článek s názvem “Spells of drought: climatological treatment” [5].

Princip užití metody součtové řady je jednoduchý. Ze srážkových úhrnů se vymezí období nedostatku srážek. Jednotlivým srážkovým úhrnům je přiřazena váha, srážkové úhrny jsou transformovány na tzv. proměnnou Z, kde nulovým srážkám je přiřazena hodnota -1, srážkám v intervalu 0,1 - 0,2 mm hodnota 0 a poté se transformovaný interval srážek zvětší vždy o dvojnásobek a hodnota Z o 1. Tyto váhy Z se postupně kumulují, čímž vznikne součtová řada. Pomocí hledání lokálních extrémů této součtové řady je určeno období s nedostatkem srážek. Výraznost těchto vymezených období se následně analyzuje pomocí tzv. indexu suchosti S, který závisí jednak na velikosti rozdílu extrémů součtové řady hodnot Z každého jednotlivého období sucha a jednak na sumě denních průměrů teplot vzduchu v daném období sucha, přičemž se uvažuje o sumě teplot zpravidla nad 0 °C.

Podrobnější ukázku výpočtu metody součtové řady lze nalézt např. v článku [2].

2.3 Metoda nedostatkových objemů

Metoda nedostatkových objemů je základní metodou, která se užívá pro hodnocení výskytu období hydrologického sucha.

Metoda nedostatkových objemů se zabývá analýzou období, kdy je průtok menší než mezní průtok a popisem vlastností objemů, které chybí pro doplnění na mezní průtok. V této studii byl použit pro porovnávání vlastností mezní průtok Q_{300}. Tento ukazatel byl zvolen z toho důvodu, že ještě stále dobře charakterizuje malé průtoky, na straně druhé byl předpoklad, že by se tento průtok měl vyskytnout ve většině let a tudíž, že bude možno dobře srovnat jeho časovou shodu s výsledky metody součtové řady.

Podrobnější popis metody nedostatkových objemů lze nalézt např. v učebnici Hydrological Drought. Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater [6].

3. Výsledky

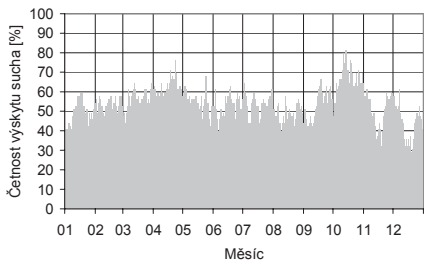
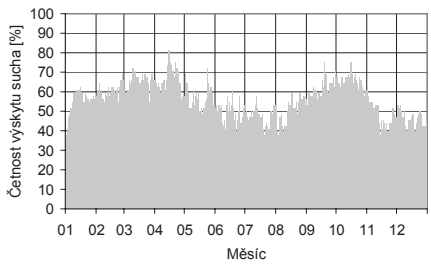
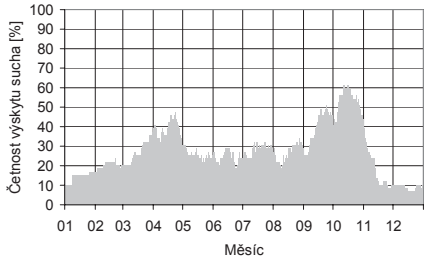
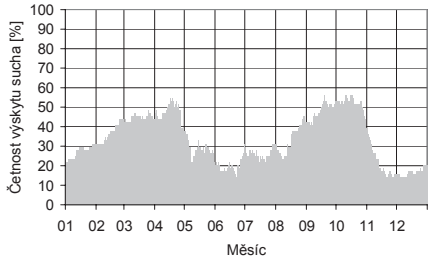
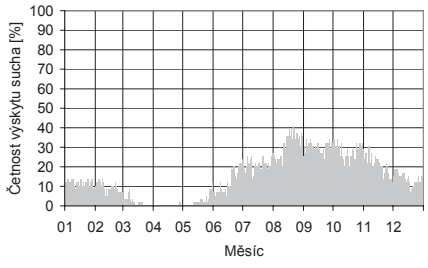
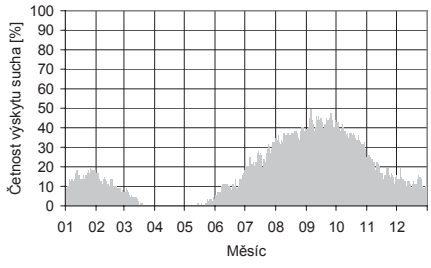
3.1 Metoda součtových řad

V první fázi výzkumu bylo hodnoceno pouze období, jenž bylo beze srážek, příp. v něm byly malé srážky, tj. období, které je vymezeno pouze na základě nalezených lokálních extrémů součtové řady, bez analýzy indexu S. Uvedená charakteristika ukazuje, kdy převládají dny beze srážek, přičemž v těchto dnech ještě není sucho. Ostatní dny lze zjednodušeně charakterizovat tak, že v nich srážky převládají což znamená, že v tomto období mohou být dny beze srážek, avšak nejsou dominantní.

V průměru mezi jednotlivými obdobími roku nejsou podstatné rozdíly (Obr. 1). Nejvíce dnů s převládajícím obdobím beze srážek (období beze srážek vymezené podle součtové řady) je v měsíci říjnu nebo ve 2. polovině měsíce dubna, kdy je ve vybraných dnech i přes 70 % bezsrážkových dnů. Naopak období s nižším zapojením dnů do období beze srážek je především v letních měsících a v období od půlky listopadu do půlky ledna, kdy ve vybraných dnech může na dny beze srážek připadnout i pod 40 % případů. V Brandýse nad Labem bylo vyhodnoceno pro 19. 12. pouze 29 % bezsrážkových dnů.

Pro hodnocení výskytu období sucha je důležitější vyhodnotit převládající období beze srážek spolu s analýzou indexu suchosti S. K tomu byly vybrány indexy suchosti S větší než 1, které již zachycují významnější období sucha a je možno je dobře porovnávat i s vypočtenými nedostatkovými objemy u hydrologického sucha.

I zde dobře vyniká období od půlky měsíce září do konce měsíce října, kdy v analyzovaném období bylo sucho ve více než polovině případů. Výrazně nadprůměrný výskyt dnů beze srážek je i v jarním období, ale zde je toto období odlišně dlouhé a hodně záleží na poloze jednotlivých stanic. Zatímco např. v Olomouci připadá během března a dubna prakticky na všechny dny alespoň 40 % suchých dní, tak v Brandýse nad Labem je to pouze v dekádě od 16. do 26. dubna. Nejméně suchých dnů je pak v zimě a v létě.

	Brandýs nad Labem	Olomouc
Metoda součtové řady Index S > 0		
Metoda součtové řady Index S > 1		
Metoda nedostatkových objemů		

Obr. 1: Procento dnů zapojených do meteorologického a hydrologického sucha

3.2 Metoda nedostatkových objemů

Počet dnů s překročením nedostatkového objemu je značně závislý na zvolené prahové velikosti nedostatkového objemu. Jak již bylo uvedeno, tak v tomto příspěvku byla použita prahová hodnota 300denního průtoku. Nejvýznamnější sucha nastávají opět na podzim (Obr. 1), zejména v měsících srpen až říjen, kdy v mnoha dnech ve více než třetině vyhodnocovaných dnů klesá průtok pod mezní průtok Q_{300}, přičemž v Olomouci bylo dokonce 40 - 50 % dnů v měsíci září, kdy klesl průtok pod Q_{300}.

Naopak mezi poslední březnovou dekádou až koncem první květnové dekády je zapojení počtu dnů do období hydrologického sucha minimální. To, že se nevyskytují žádné nedostatkové objemy, je způsobeno zvýšenými průtoky z tání sněhu a z dotace vody ze zásob podzemní vody. Díky těmto faktorům jsou vykompenzovány i ostatní faktory, které by jinak vedly ke vzniku sucha - zejména nedostatek srážek a vysoký výpar.

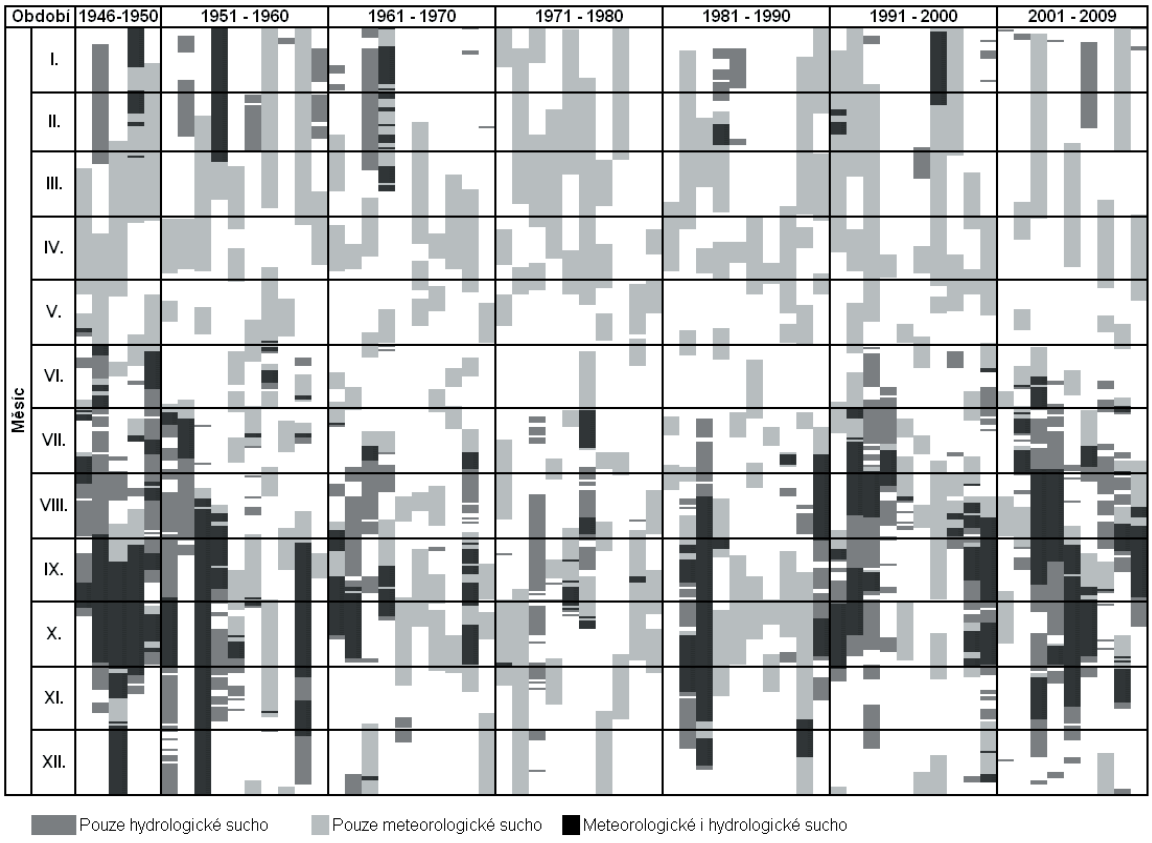
3.3 Porovnání výsledků

Z porovnání výsledků obou metod (Obr. 1, Obr. 2) je patrné, že u výraznějších such je v podzimních měsících ve výskytu meteorologického i hydrologického sucha relativně dobrá shoda, naopak v jarních a zimních měsících se metody neshodují. Jarní a zimní neshoda metod je způsobena tím, že nedostatek vody ve vodních tocích je dotován vodou z tajícího sněhu a vodou ze zásob podzemních vod a proto se nedostatek srážek na průtocích neprojeví.

Naopak v ostatních obdobích již hlavní roli hrají meteorologické faktory a shoda mezi meteorologickým a hydrologickým suchem je větší. Nejvýraznější shoda je v podzimních měsících. U významných such je shoda ve většině případů. Pro začátek výrazných období

hydrologického sucha platí, že se jeho začátek většinou opožďuje za začátkem meteorologického sucha, v Olomouci přibližně o 14 dnů, v Brandýse nad Labem zhruba o 8 dnů. Mezi koncem meteorologického a hydrologického sucha žádný těsný vztah neexistuje.

Jedno souvislé období meteorologického a hydrologického sucha se může díky použité metodice rozdělit do více kratších období. Je to zejména v případě, kdy je meteorologické sucho krátkodobě přerušeno významnějšími srážkami nebo v případě, kdy je index suchosti menší než 1. Podobně je to u hydrologického sucha, které bývá přerušeno v období, kdy je průtok vyšší než vyhodnocovaný mezní průtok Q_{300}. V těchto případech se zdánlivě meteorologické a hydrologické sucho neshodují, avšak ve skutečnosti je existence či neexistence sucha dána prahovými hodnotami výpočtu.



Obr. 2: Období výskytu meteorologického a hydrologického sucha v Olomouci v období let 1946 – 2009

(Pozn. meteorologické sucho je vymezeno metodou součtových řad, kde pro index suchosti S platí, že S > 1)

3.4 Možnosti predikce sucha

Pro vznik meteorologického sucha jsou hlavními příčinami vzniku vysoký výpar a nedostatek srážek, jež jsou typické zejména pro letní a podzimní anticyklonální situace. Vysoký výpar a nedostatek srážek je důležitý i pro vznik hydrologického sucha, avšak pro vznik hydrologického sucha jsou důležité i další hydrologické faktory, kterými je velikost zásoby vody v podzemních vodách a velikost zásob vody ve sněhové pokrývce, počet a retenční kapacita nádrží, z nichž je možno nadlepšovat průtoky apod.

Metoda součtových řad docela dobře vymezí období s nedostatkem srážek. S částečným omezením ji lze použít jako podklad pro možnou predikci výskytu sucha a to jak meteorologického, tak hydrologického, přičemž u hydrologického sucha ji nelze použít od března do května a s rezervou během měsíců leden a únor, kdy je hydrologické sucho

vylepšeno navýšenými průtoky z tání sněhu a podzemních vod. Konkrétní možnosti užití jednotlivých metod pro predikci sucha bude věnován zvláštní příspěvek.

4. Závěr

Příspěvek ukázal, že mezi meteorologickým a hydrologickým suchem existuje vazba a to zejména v podzimních měsících, kdy průtoky na vodních tocích jsou malé a sucho působí největší problémy. Naopak v jarním a zimním období je vztah mezi meteorologickým a hydrologickým suchem minimální, příp. není vůbec, neboť hlavním činitelem, který ovlivňuje průtoky, je zvýšený odtok z tajícího sněhu a nadlepšování vody z podzemních vod. Velikost hydrologického sucha ovlivňuje i možnost nadlepšování vody z přehradních nádrží a další činnosti člověka. V období letních a podzimních měsíců je možno na základě výskytu meteorologického sucha předpovědět sucho hydrologické, přičemž je nutno při formulaci vztahů přihlédnout k fyzicko-geografické a hydrologické charakteristice konkrétního profilu.

Poděkování

Vznik tohoto příspěvku byl podpořen Ministerstvem životního prostředí v rámci subprojektu s názvem “Stanovení vhodných indikátorů pro identifikaci výskytu, předpověď a vyhodnocení intenzity období sucha pro podmínky České republiky”, který je součástí výzkumného záměru VÚV, který má název “Výzkum a ochrana hydrosféry – výzkum vztahů a procesů ve vodní složce životního prostředí, orientovaný na vliv antropogenních tlaků, její trvalé užívání a ochranu, včetně legislativních nástrojů” (identifikační kód MZP0002071101).

Literatura

[1] FIALA, T., 2005. Analýza teplotních a srážkových poměrů Vráže u Písku. Praha: Přírodovědecká fakulta UK. 108 s. [Diplomová práce.]

[2] FIALA, T., 2006. Vymezení období sucha a období převládající teploty vzduchu pomocí metody součtových řad na příkladu Vráže u Písku. Meteorologické zprávy, roč. 59, č. 3, s. 76 – 79. ISSN 0026-1173.

[3] KOPEČNÁ, L., 2002. Klimatický režim sucha v Praze. Přírodovědecká fakulta UK. 74 s. [Diplomová práce.]

[4] SLÁDEK, I., 1989. Určování nástupu a ukončení zvolených teplot vzduchu metodou součtových řad a odchylek. Meteorologické zprávy, roč. 42, č. 2, s. 52 – 56. ISSN 0026-1173.

[5] SLÁDEK, I., 2001. Spells of drought: climatological treatment. Acta Universitatis Carolinae - Geographica, roč. 36, č. 2, s. 147 – 153. ISSN: 0300-5402.

[6] TALLAKSEN, L., M. - VAN LANEN, H., A., J., 2004. Hydrological Drought. Processes and Estimation Methods for Streamflow and Groundwater. Amsterdam: Elsevier. 579 pp.

[7] TREML, P., 2010. Vymezení období největšího růstu a největšího poklesu teploty vzduchu a vody metodou součtových řad. Meteorologické zprávy, roč. 63, č. 2, s. 52 – 56. ISSN 0026-1173.

[8] WEISSOVÁ, J., 2000. Hodnocení období sucha v letech 1921 – 1999 podle naměřených meteorologických prvků na stanici Praha - Karlov. Přírodovědecká fakulta UK. 66 s. [Diplomová práce.]

Kontakty na autora

1 Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, v.v.i., e-mail: pavel_treml@vuv.cz