GLOBÁLNÍ VLIVY NA NAVRHOVÁNÍ HYDRAULICKÝCH OBJEKTŮ PŘEHRAD V ČESKÉ REPUBLICE

Ladislav Satrapa[1]

Abstrakt

Následující příspěvek se zabývá posledními dílčími výsledky výzkumného úkolu NAZV 71201 Spolehlivost a bezpečnost vodohospodářských děl v měnících se klimatických podmínkách. Otázkami dopadů klimatické změny na vodní režim, vodní zdroje a vodní bilanci v České republice se zabývají zejména specialisté z Výzkumného ústavu vodohospodářského T. G. Masaryka. Ti se ve svých publikovaných pracích zabývají zejména analýzami klimatické změny při sledování jednotlivých scénářů v intervalu od optimistických po pesimistické s využitím modelu chronologické hydrologické bilance BILAN. V tomto příspěvku jsou prezentovány výsledky analýz trendů provedených výhradně na pozorovaných řadách průměrných denních průtoků. Ambicí těchto analýz je snaha o získání informací o vývoji v hydrologických řadách, zejména o charakteru trendů v oblasti nízkých, průměrných a vysokých průtoků. Následně budou výsledky řešení uplatněny v doporučeních pro navrhování objektů vodních děl v souvislosti s adaptačními opatřeními.

Klíčová slova: klimatická změna, bezpečnost vodních děl, sucho, povodeň

1. Úvod

Grantový projekt NAZV 71201 “Spolehlivost a bezpečnost vodohospodářských děl v měnících se klimatických podmínkách” je zaměřen na problematiku provozu a funkce přehrad a nádrží s uvažováním možných budoucích trendů v hydrologických podmínkách. Z větší části projekt vychází z analýzy skutečně pozorovaných časových řad. V rámci řešení projektu nejsou využívány pro hodnocení klimatických aspektů a pro prognózy žádné modelovací postupy založené na známých klimatických scénářích. Postupně prohlubovanými statistickými analýzami a rozšiřováním rozsahu analyzovaných dat se ukazuje, že v odtocích (průtocích k korytech) nejsou zřejmé žádné jednoznačné trendy. Je možné i konstatovat, že trendy v chování řad jsou všesměrné a i protichůdné. Vzhledem k tomu, že se veškeré základní testy provádějí na řadách v profilech neovlivněných nádržemi v horních oblastech toků, je nesourodost výsledků výpočtů způsobena nějakými zatím neprobádanými přírodními aspekty. Snaha o jejich analýzu bude následovat.

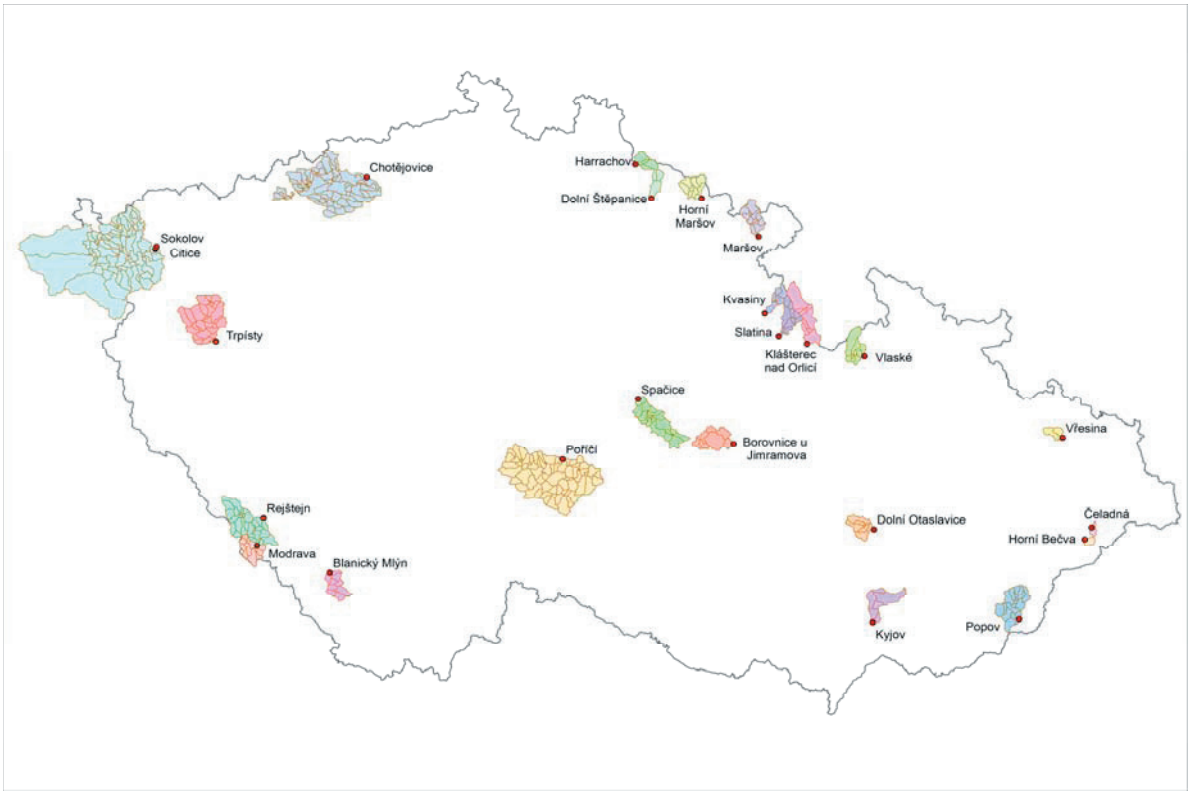
2. Data

Jak již bylo zmíněno, jsou pro řešení použita primární data pozorování na tocích – časové řady průměrných denních průtoků. Pro základní statistické testy jsou použity neovlivněné řady dlouhého trvání (minimálně 60 let, většinou 70 let a více), takže nejčastěji v profilech uzavírajících málo urbanizovaná povodí na horních tocích.

Dosud byly provedeny testy řad pozorovaných v následujících stanicích:

0130 Horní Maršov (Úpa) - výhl. VD Lata; 0170 Maršov nad Metují (Metuje) - výhl. VD Vlčinec; 0240 Klášterec nad Orlicí (Divoká Orlice) - výhl. VD Klášterec; 0640 Spačice (Doubrava) - VD Pařížov; 1625 Poříčí (Želivka) - VD Želivka; 4410 Borovnice (Svratka) - výhl. VD Borovnice; 0270 Slatina nad Zdobnicí (Zdobnice) - výhl. VD Pěčín; 0290 Kvasiny (Bělá) - výhl. VD Skuhrov; 1350 Modrava (Vydra) - výhl. VD Modrava; 1370 Rejštejn (Otava) - výhl. VD Rejštejn; 4010 Otaslavice (Brodečka) - výhl. VD Otaslavice; 2790 Čeladná (Čeladenka) - VD Šance; 1750 Hracholusky (Úterský potok) - VD Hracholusky; 2072 Citice (Ohře); 2073

Citice (Ohře - nová stanice); 2230 Chotějovice (Bílina); 0830 Harrachov (Mumlava); 0850 Dolní Štěpanice (Jizera); 1450 Blanický Mlýn (Blanice); 3410 Vlaské (Morava); 2560 Vřesina (Porubka); 3830 Horní Bečva (Rožnovská Bečva); 4860 Kyjov (Kyjovka); 4870 Popov (Vlára).



Obr. 1: Mapa analyzovaných profilů a jejich povodí.

V rámci testů byly hodnoceny jednak dostupné řady v celé délce a dále řady rozdělené na dvě části rokem 1980. V druhém případě byly provedeny testy v řadě do tohoto roku a od roku 1980 odděleně.

V případě denních průtoků v hydrologickém roce byly vypočteny popisné charakteristiky: průměr, směrodatná odchylka, šikmost, součinitel variace a suma hodnot průtoků v hydrologickém roce. Pro tyto parametry byly analyzovány trendy v kompletních a dělených řadách, jak bylo zmíněno výše.

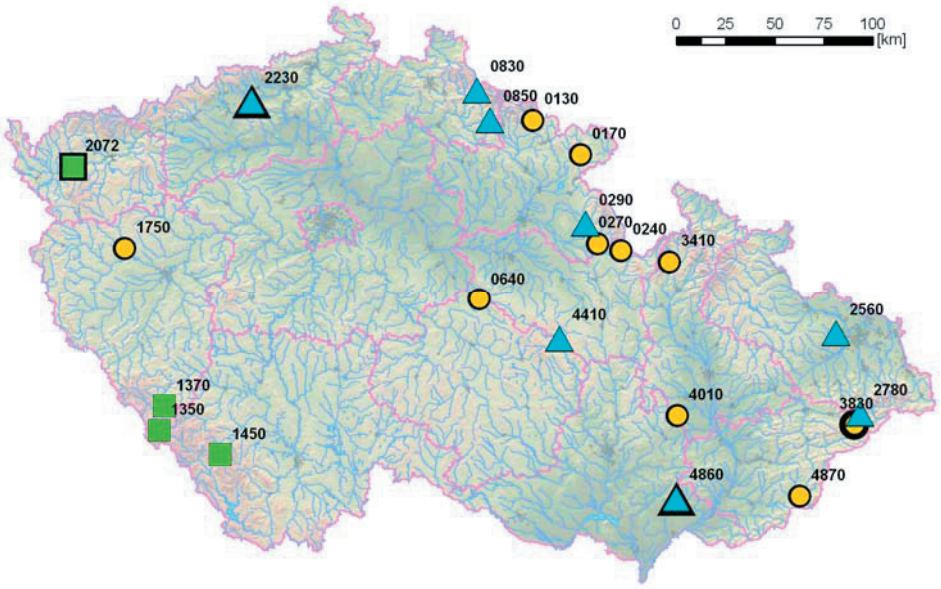
Pro analýzu nízkých a vysokých extrémů v denních řadách byly hledány vhodné postupy, které by byly dostatečně prokazatelné. Po delších úvahách a testech byl zvolen postup založený na analýze trendu počtu výskytů nízkých a vysokých hodnot v hydrologickém roce (viz dále v příslušných částech příspěvku). Hodnocení podle hodnot průtoků v pozorované řadě se ukázalo jako méně vhodné.

3. Analýza nízkých průtoků v denních řadách

Pro analýzu vývoje výskytu nízkých hodnot průtoků byly využity počty výskytů hodnot denních průtoků nižších než jedna třetina a jedna polovina průměru průměrných denních průtoků v hydrologickém roce. Počty výskytů hodnot nízkých průtoků byly kromě výše zmíněných dvou hranic hodnocení (třetina a polovina průměrné hodnoty) vztaženy ke třem hodnotám průměrů, a to k průměru příslušného hydrologického roku, k průměru celé řady za dobu pozorování a k průměru sledujícímu vývoj trendu průměru.

Výsledky testů lze shrnout následujícím způsobem:

- počet výskytů nízkých hodnot průtoků se zvyšuje v 10 pozorovacích profilech (kroužky v mapě na Obr. 2),
- počet výskytů nízkých hodnot průtoků se snižuje v 8 pozorovacích profilech (trojúhelníky v mapě na Obr. 2),
- velmi nízké průtoky se posouvají od dolních extrémů výše směrem k průměru ve 4 profilech (čtverečky v mapě na Obr. 2).



Obr. 2: Mapa profilů – nízké průtoky - trendy četnosti výskytu v celé řadě

Z výsledků analýz je zřejmé, že se četnost nízkých průtoků zvyšuje v 10 profilech a snižuje ve 12 profilech. Jednoznačný obecný trend tedy nelze ze statistických výsledků vypozorovat.

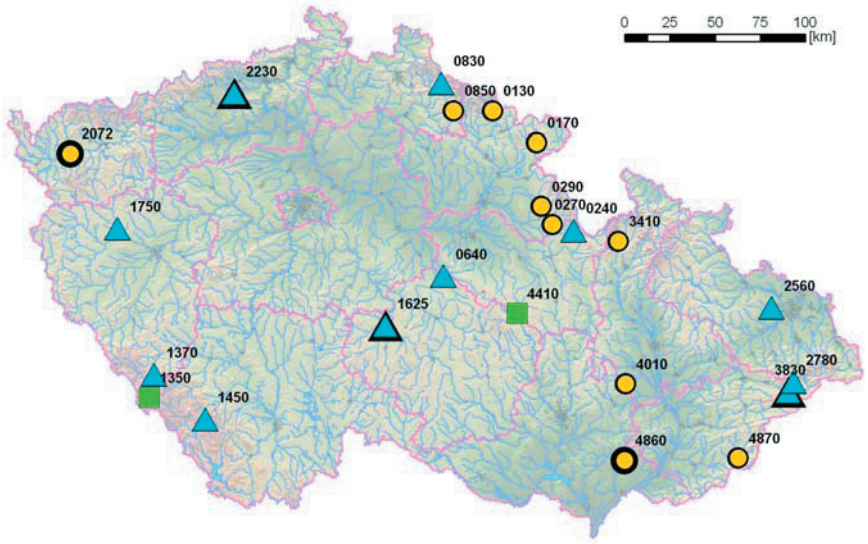
4. Analýza průměrných průtoků v denních řadách

Současně s vývojem průměrných ročních průtoků v kompletní pozorované řadě byly sledovány trendy ve dvou řadách po rozdělení základní řady rokem 1980. Kromě vývoje hodnot průtoků byly v řadách pro každý hydrologický rok vyhodnoceny hodnoty a následně trendy statistických charakteristik – směrodatná odhylka, šikmost, součinitel variace.

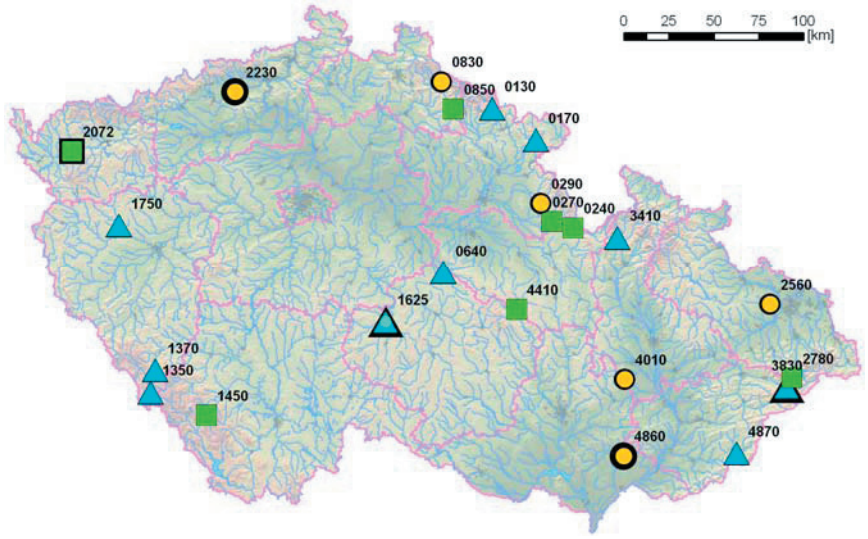
Z analýz kompletních řad průměrných denních průtoků vyplývá, že se vodnost toku (průměrný průtok, roční proteklé množství) zvyšuje v 11 stanicích (trojúhelníky v mapě na Obr. 3), snižuje v 10 stanicích (kroužky v mapě na Obr. 3) a stagnuje ve 2 stanicích (čtverečky v mapě na Obr. 3).

V řadách od roku 1980 se vodnost toků zvyšuje v 9 stanicích (trojúhelníky v mapě na Obr. 4), snižuje ve 13 stanicích (kroužky v mapě na Obr. 4) a stagnuje v 1 stanici (čtverečky v mapě na Obr. 4).

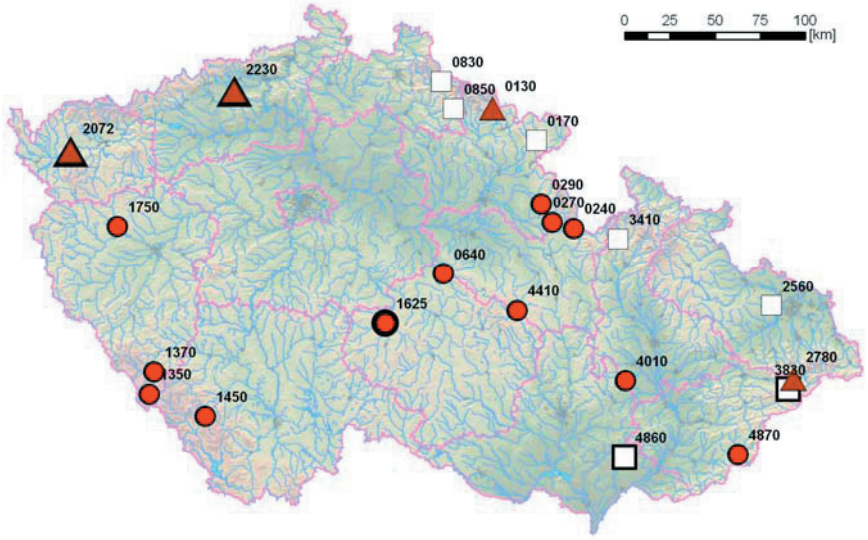
Ze statistických charakteristik popisuje rozložení pozorovaných hodnot kolem průměru směrodatná odchylka. Ta se v řadách po roce 1980 postupně zvyšuje ve 12 profilech (kroužky v mapě na Obr. 5), klesá ve 4 profilech (trojúhelníky v mapě na Obr. 5) a na prakticky konstantní hodnotě je v 7 profilech (čtverečky v mapě na Obr. 5).



Obr. 3: Mapa profilů – průměrné průtoky v celých pozorovaných řadách – trendy



Obr. 4: Mapa profilů – průměrné průtoky v řadách od roku 1980 – trendy



Obr. 5: Mapa profilů – směrodatná odchylka v řadách od roku 1980 – trendy

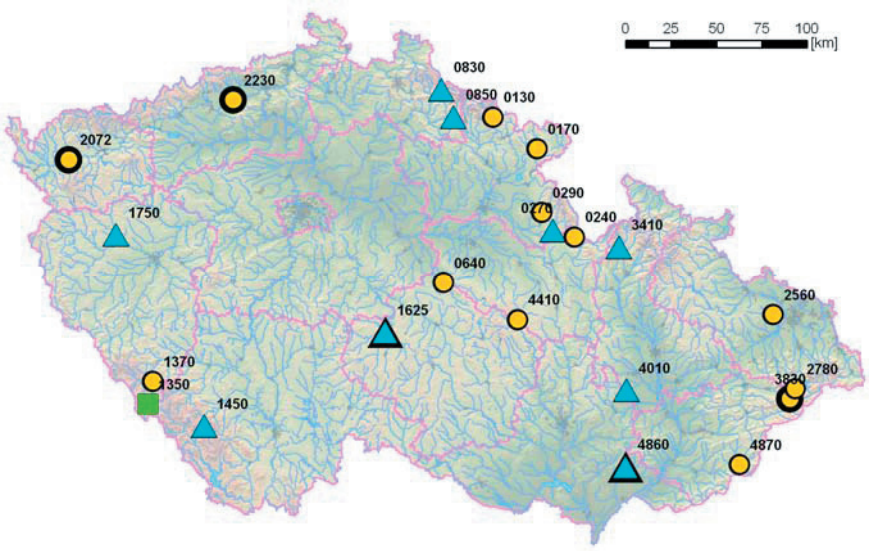
5. Analýza vysokých průtoků v denních řadách

Pro analýzu vývoje výskytu vysokých hodnot průtoků byly využity počty výskytů hodnot denních průtoků vyšších než dvojnásobek a trojnásobek průměru průměrných denních průtoků v hydrologickém roce. Počty výskytů hodnot nízkých průtoků byly kromě výše zmíněných dvou hranic hodnocení (dvojnásobek a trojnásobek průměrné hodnoty) opět vztaženy ke třem hodnotám průměrů, a to k průměru příslušného hydrologického roku, k průměru celé řady za dobu pozorování a k průměru sledujícímu vývoj trendu průměru.

Výsledky testů lze shrnout následujícím způsobem:

- počet výskytů vysokých hodnot průtoků se zvyšuje v 10 pozorovacích profilech (trojúhelníky v mapě na Obr. 6),
- počet výskytů vysokých hodnot průtoků se snižuje v 6 pozorovacích profilech (kroužky v mapě na Obr. 6),
- počet výskytů vysokých hodnot průtoků se nemění v 6 pozorovacích profilech (čtverečky v mapě na Obr. 6).

Z výsledků analýz je zřejmé, že se četnost vysokých průtoků zvyšuje v 10 profilech, snižuje v 6 profilech a nemění se v 6 profilech. Jednoznačný obecný trend tedy nelze ze statistických výsledků vypozorovat.



Obr. 6: Mapa profilů – vysoké průtoky - trendy četnosti výskytu v celých řadách

6. Závěr

Po provedení statistických analýz řad průměrných denních průtoků je zřejmé, že očekávané změny klimatu se dosud v odtocích jednoznačně neuplatňují.

V publikovaných pracích je prezentováno vzájemné vyrovnání zvýšených srážek jevy souvisejícími se zvýšenými teplotami. Tento vztah jistě výrazně ovlivňuje odtoky říční sítí, nicméně některé výše popsané trendy nejsou vysvětlitelné vyrovnáním zvýšených srážek zvýšenými teplotami.

Zejména je nutné se dále zabývat výraznou protichůdností trendů ve vodnosti toků a ve výskytech nízkých i vysokých průtoků. Z hodnocení řad průměrných denních průtoků je vidět minimální počet lokalit bez trendů ke zvyšování nebo snižování vodnosti, nízkých a vysokých průtoků. Hydrologické podmínky ve velké většině stanic se mění, avšak podle trendů sledujících i odporujících představám o dopadech klimatické změny na vodní zdroje.

Podíl souhlasných i odporujících linií vývoje je přibližně stejný, tedy statisticky významný. Je tedy pravděpodobné, že v našich podmínkách vstupují do hry i jiné faktory, které jsou významné nebo i významnější než globální vlivy změny klimatu. Odhalením a kvantifikací vlivu "dalších" faktorů se dále zabýváme v naší výzkumné práci.

Pokud jde o spolehlivost a bezpečnost vodních děl a o adaptační mechanizmy je možné na základě dosud provedených analýz konstatovat, že přijetí obecnějších adaptačních pravidel pro vodní díla není možné vzhledem k nesourodosti projevů klimatické změny v hydrologickém režimu toků. Případná adaptační opatření podložená dosud provedenými analýzami, které jsou zřejmě výrazně na straně bezpečnosti, by vedla k neefektivním a finančně náročným projekčním a investičním aktivitám.

Poděkování

Tento příspěvek vznikl za podpory výzkumného úkolu NAZV 71201 "Spolehlivost a bezpečnost vodohospodářských děl v měnících se klimatických podmínkách".

Mapové prezentace tohoto příspěvku zpracovali v rámci řešení projektu: L. Brožová (Obr.1) a M. Horský (Obr. 2 až 6).

Literatura

[1] KAŠPÁREK, L. – NOVICKÝ, O. – PELÁKOVÁ, M., 2006. Climate Change and Water Regime in the Czech Republic. VÚV TGM. 80 s. ISBN 80-85900-63-7

[2] NOVICKÝ, O. – VYSKOČ, P. – VIZINA, A. – KAŠPÁREK, L. – PICEK, J., 2008. Klimatická změna a vodní zdroje v povodí Vltavy. VÚV TGM. 29 s. ISBN 978-80-85900-79-8

[3] VTEI, roč. 51, mimořádné číslo 2009, s. 1-28. ISSN 0322 – 8916

[4] VIZINA, A. – KAŠPÁREK, L. – KNĚŽEK, M. – KAŠPÁREK, J. – UHLÍK, J., 2009. Vodní bilance v podmínkách klimatické změny v povodí horní Metuje.

Kontakty na autora

1 Fakulta stavební ČVUT v Praze, Katedra hydrotechniky, e-mail: satrapa@fsv.cvut.cz