



Oponentský posudek

k bakalářské práci studenta Adama Hudličky s názvem „Změny teploty povrchové vody v kontextu změny klimatu“

Hodnocení splnění cílů práce a odborného přínosu

Bakalářská práce studenta Adama Hudličky se věnuje změnám teplot povrchové vody v kontextu změny klimatu ve vybraných povodích na území Česka. Student nyní předkládá upravenou verzi původní (stejnomené) práce, která byla odevzdána v prosinci 2023, ale po vyjádřeních školitelky i oponenta nakonec nebyla doporučena k obhajobě. Hlavní cílem práce bylo zhodnocení časové řady teplot vody z dostupných hlásných profilů a prozkoumání jejich závislosti na adekvátních časových řadách teplot vzduchu. Ve stručném úvodu práce autor oproti původní verzi definuje výzkumnou hypotézu: „*Základní výzkumnou hypotézou této práce je, že má oteplování vzduchu vysoký vliv na teplotu vody ve vodních tocích. Tento vliv bude zkoumán na úrovni jednotlivých měsíců a ročních obdobích.*“ I přes jisté úpravy a částečné vypořádání mých obsáhlých připomínek k nedostatkům původní práce bohužel opět musím konstatovat, že cíl práce nebyl naplněn v dostatečné míře.

Hodnocení psaného textu a práce s literaturou

Práce čítá 56 stran plus 39 stran grafických příloh. Hned na titulní straně je uveden nesprávný letopočet odevzdání práce. Struktura práce je nicméně opět standardní, text je psán většinou odborným, dobře čitelným jazykem. Menší množství překlepů, gramatických či stylistických chyb, se vyskytuje jednak na stejných místech ve srovnání s předchozí verzí práce, ale také i v krátkých pasážích nově přidaného textu (např. na s. 10, 15, 19, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 33, 36; popisky tabulek č. 14, 16, 18, 20, 22, 23 a 24 atd.), což nepřidává na celkovém dojmu již jednou revidované práce. Autor uvádí celkem 66 odborných, řádně citovaných zdrojů. Rešeršní část je znovu členěna na 4 podkapitoly, které dohromady tvoří něco málo přes 4 strany textu. Oproti původní rešerši tedy došlo pouze k přidání jednoho krátkého odstavce na téma teplotních singularit na konci strany 12, který nepovažuji za úplně relevantní. Rešeršní část jako celek bohužel nedoznala podstatného zlepšení, a to i s přihlédnutím k tomu, že autor smazal či vypořádal dílčí nedostatky z předchozí verze bakalářské práce (např. aktualizace údajů z novějších zpráv IPCC či redukce nadbytečných citací). Student dle mého této kapitole opět nevěnoval dostatek času i úsilí a kromě pár malých detailů nezměnil to podstatné, co mu bylo vytýkáno v původním oponentském posudku (celková neuspořádanost, kvantita citovaných studií vs. kvalita informační hodnoty, tematicky chybné zařazení článků v rámci podkapitol, špatná interpretace při překladu cizojazyčných textů a odborných pojmů, použití automatického překladu atd.).

- s. 11: „*Taktéž bylo potvrzeno, že tření ve dně koryta toku a výměna tepla mezi korytem a vodou jsou v některých případech (např. ve strmých svazích) nezanedbatelnými faktory (Webb, Zhang 1997; Moore a kol. 2005; Caissie 2006; Küry a kol. 2017)*“. Příklad jedné z opakovaně tematicky špatně zařazených citací, konkrétně v kapitole 2.1 – Teplota vzduchu.

- s. 13: „*V tomto ohledu je podstatným činitelem i odtok, jelikož v různých částech proudu se na celkovém odtoku podílejí různé zdroje vody (půdní voda, podzemní voda, samotný proud vodního toku)*“. Příklad opakovaně špatné interpretace překladu – termín „groundwater flow“ student v původní verzi přeložil jako „*pozemní proud*“ a nyní jako „*samotný proud vodního toku*“.

- s. 18: „*Jelikož tento svět není dokonale jednoduchý, kde by se každý děj či proces odvíjel pouze na základě jednoho fenoménu, vstupuje i do procesu změny teploty vody řada faktorů.*“ Příklad opakovaně použité nevhodné formulace do tohoto typu práce, na níž byl autor explicitně upozorněn v předchozím posudku.

Kapitola 4, která se zabývá fyzicko-geografickou charakteristikou vybraných povodí, doznala mírného zlepšení. V přehledové mapě vybraných povodí na s. 20 jsou již zobrazeny jejich rozvodnice spolu s dříve chybějícími popisky vybraných měřicích stanic a profilů. Možná stálo za úvahu ještě částečné doplnění říční sítě, aby bylo jasnější, do kterých řek se poté vybrané toky vlévají. Autor taktéž opravil faktické chyby z první verze popisu některých povodí. Bohužel se v revidované verzi práce autor opět nevyhnul vícečetnému, místy i doslovnému (např. celý odstavec na straně 25, kapitola 4.5), převzetí textů z Wikipedie na stranách 21, 23–26. V prvním posudku autorovi doporučuji na úkor obsáhlých, (např. geomorfologických a dalších) charakteristik vytvoření přehledné tabulky, kde by bylo možno fyzicko-geografické parametry jednotlivých povodí porovnat. Tento námět byl autorem částečně vyslyšen, přehlednou tabulku (č. 2) umístil do kapitoly 3.1 – Zdroje dat. V rámci podkapitol kapitoly 4 však vzniklo dalších 6 tabulek o jedné řádce (č. 5–10) pro každé povodí zvlášť s údaji již uvedenými v tabulce č. 2. Místy byl z původní práce smazán text, který měl dobrou informační hodnotu a nebylo jej třeba mazat, např.:

- kapitola 4.1: *„Nachází se zde (v povodí Blanice – pozn. oponenta) několik chráněných přírodních lokalit jako např. CHKO Blaník“.*

- z hydrologického pohledu velmi zajímavá část kapitoly 4.4: *„V oblasti (povodí Jankovského potoka – pozn. oponenta) se také nachází mnoho přírodních rezervací a chráněných lokalit, z nichž nejdůležitější jsou PR Meandry Jankovského potoka a PR Prameniště Jankovského potoka, které jsou součástí NPP Jankovský potok. Ten se vyskytuje i na seznamu Natura 2000 zejména kvůli ochraně zdejší vydry říční či perlorodky říční. Nachází se zde však i mnoho jiných chráněných zástupců z řad fauny i flory.“*

- v tabulce 2 na s. 16 autor uvádí k povodí Rolavy odlišné údaje oproti tabulce 10 na s. 27 o ploše povodí a délce toku, zároveň rozvodnice v přehledové mapě neodpovídají vybranému měrnému profilu.

Hodnocení práce s daty, použitých metod a interpretace výsledků

Praktická část bakalářské práce tvořená kapitolami se zdrojů dat, aplikovaných metod, výsledků a diskuze, se bohužel opět potýká se zásadními nedostatky.

V kapitole 3.1 - Zdroje dat autor doplnil přehledné tabulky původu a rozsahu všech použitých dat, což je oproti předchozí verzi práce výrazný posun k lepšímu. Autor se zabývá obdobím 1996–2023, pro dvě horská povodí pak kratším obdobím 2012–2023. Zároveň zde opět zmiňuje jiný způsob pořizování dat podnikem Povodí Vltavy oproti ČHMÚ a vlivu tohoto faktoru na chybovost měření. Pro delší datové řady volí přístup analýzy v měsíčním kroku a kroku tříměsíčních ročních období, pro kratší řady pak pouze tříměsíční krok.

Oproti původní verzi práce se autor vyvaroval výběru některých nevhodných metod (Pearsonův korelační koeficient nahrazen Spearmanovým), nicméně stále v metodice přetrvává z mého pohledu zbytečná definice aritmetického průměru. Dále autor používá lineární regresi ke zjištění sklonu přímky, což je s přihlédnutím k použití Mann-Kendalova testu mírně nadbytečné. Autor se při výběru metodiky opět opírá o studie, které vůbec nezmiňuje v rešeršní části práce. Znovu se zde musím také pozastavit nad použitím Mann-Kendalova testu pro krátké časové řady (2012–2023), což nebylo oproti původní práci a posudku nijak reflektováno.

Kapitola 5 – Výsledky pak přináší vizuální i slovní interpretaci provedených analýz. Autor z mého pohledu správně opustil přístup hodnocení pouze v kroku ročních průměrů. Dále ke každému povodí přidal přehlednou tabulku výsledků všech výpočtů s obsáhlejším komentářem nejzajímavějších výsledků, což opět hodnotím kladně. U tabulek 11–24 a obrázků 2–18 (též u veškerých grafů v přílohách) nicméně není uvedeno, z jakých stanic byly brány teploty vzduchu. Zde také musím bohužel zmínit, že nesprávné nakládání s dostupnými daty a jejich následná analýza s vysokou pravděpodobností způsobila podezřelé až zavádějící výsledky, viz níže.

Grafické výstupy analýz jsou již sjednocené, nicméně výběr formy grafu pro průměry ročních období na obrázcích č. 3, 5, 7, 8, 9, 11, 15, 16, 17 a 18 je krajně nevhodný, čtenář se z grafu nedozví kýženou průměrnou hodnotu pro roční období v daném roce. Ostatně samotné grafy mne na první pohled přivedly k pochybám o správnosti dat a jejich přípravě před výpočty pro jednotlivé analýzy. Konkrétně:

- obrázek 4, strana 31: hodnoty průměrné měsíční teploty vzduchu (stanice Hulice):

- leden 1999: v grafu cca **7 °C** (reálná hodnota dle dat ČHMÚ je 0,4 °C)

- leden 2006: v grafu cca **-16 °C** (reálná hodnota dle dat ČHMÚ je -5,8 °C)
- obrázek 12, strana 41: hodnoty průměrné měsíční teploty vzduchu (stanice Černovice):
 - leden 1997: v grafu cca **-11 °C** (reálná hodnota dle dat ČHMÚ je -4,4 °C)
 - leden 2009: v grafu cca **-9,5 °C** (reálná hodnota dle dat ČHMÚ je -4,1 °C)
- obrázek 2 strana 28: hodnoty průměrné měsíční teploty vzduchu (stanice Hulice):
 - červenec 2004: v grafu cca **13 °C** (reálná hodnota dle dat ČHMÚ je 17,2 °C)
 - červenec 2010: v grafu cca **26 °C** (reálná hodnota dle dat ČHMÚ je 21,3 °C)

Podezřelé hodnoty se vyskytují i ve výsledcích pro ostatní povodí. Proto mám vážný důvod se domnívat, že tento nesoulad je systémový a tudíž má vliv na výsledky všech výpočtů spojených s teplotou vzduchu, tedy na drtivou většinu analytické části práce. K datovým souborům teploty vody nemám přístup, nemohu proto přímo ověřit správnost jejich interpretace a nakládání s nimi. Dále student postupoval metodicky nesprávně v případě vytvoření datové řady průměrných měsíčních teplot (1996–2023) spojením dvou řad z různých stanic (Kněževes (1996–2010) a Heřmanov (2011–2023)) pro povodí Rakovnického potoka. Tento fakt není zohledněn při interpretaci výsledků, ani v diskuzi. Přičteme-li výše uvedené systémové chyby, jsou výsledky pro oba profily na Rakovnickém potoce velmi zavádějící.

Dalším zvláštním jevem je dlouhodobě klesající průměrná teplota vzduchu ve všech povodích pro měsíc květen, jak dle lineární regrese, tak dle MK-testu (byť je pokles statisticky nesignifikantní). Přestože není stoprocentně vyloučeno, že toto místy může nastat, jsou tato zjištění v rozporu s tím, co běžně nacházíme v odborné literatuře. Výsledky korelačních analýz vykazují největší závislost vždy pro „celé období“, což je z mého pohledu pozoruhodné zjištění s přihlédnutím k faktu, že pro jednotlivé měsíce jsou tyto korelace řádově nižší.

Diskuzní část sestává ze tří stran textu, došlo tedy k jejímu mírnému rozšíření. Tato kapitola doznala sice značných úprav, nicméně se opět čtenář setká s množstvím spekulativních tvrzení a nepodložených domněnek, na které byl autor výslovně upozorněn v předchozím posudku. Výběrem:

- s. 47: „... korelační koeficient vyšel ve všech případech poměrně vysoký – na všech místech pozorování se pohyboval od 0,4 až po téměř 1, přičemž většina výsledků se nacházela mezi 0,6 a 0,8. Z toho lze usuzovat, že teplota vody a teplota vzduchu spolu z velké části souvisí, a je tak odůvodnitelné určit teplotu vzduchu jako do poměrně vysoké míry vysvětlující faktor k teplotě vody. Jinými slovy, teplota vody je do značné míry závislá na teplotě vzduchu.“ Bohužel, žádný další faktor (např. průtok) korelovan s teplotou vody není, tudíž nevíme, jestli by náhodou nekoreloval lépe.

- s. 47: „Další zajímavou skutečností, kterou lze odvodit z výsledků profilů jakosti povrchové vody od Povodí Vltavy, je rostoucí vývoje jak teploty vody, tak teploty vzduchu na všech profilech v rámci celého období. Tento růst byl sice příliš malý, a tak se nepodařilo pomocí Mann-Kendallova testu s jistotou prokázat trend (bylo by zapotřebí hodnotit delší časové období)...“ Spekulativní tvrzení, samotná délka datové řady nemá vliv na výsledek trendu.

- s. 47: „Nepochybně by stálo za zvážení v případném dalším výzkumu zjistit, zda šlo v tomto případě pouze o náhodnou chybu, vyplývající z charakteru databáze, či zda se během tohoto sledovaného období květen na vybraných stanicích/profilech skutečně ochladil, např. zda nedošlo k zesílení jevu tzv. „ledových mužů“, kteří přinášejí chladnější počasí právě v první polovině května (Kopáček, Bednář 2005)“. Výsledky zde uvedených analýz ale říkají, že se květen opravdu ochlazuje během sledovaného období. Věřím tedy autor práce sám vlastním výsledkům a datům, s kterými pracoval?

- s. 48: „V případě dlouhodobějšího pozorování, při kterých by se podařilo prokázat vzrůstající trend na všech profilech a stanicích, by se tak výsledky s jistotou potvrdily se závěry dalších studií (Michel a kol. 2020; Liu a kol. 2020).“ Příklad nezměněné spekulace ponechané z předchozí verze.

- s. 48.: „Jak již bylo zmíněno výše, tento problém může souviset i s nepravidelností v intervalu sběru záznamů o teplotě vody. V některých letech tak mohlo být v daném měsíci náhodně zaznamenáno více měření s nižší teplotou, zatímco v jiných naopak více těch s vyšší, které nemusely zcela vypovídat o reálné situaci v dané době. Tento

nedostatek ve způsobu sběru dat pak mohl způsobit, že případný trend vývoje teploty zanikl v náhodném sběru dat.“ Proč tedy autor přistupoval ke všem datům metodicky stejně s vědomím jejich rozdílnosti?

- s. 48: „*Oproti studii Arory a kol. (2016) se však zcela nepodařilo potvrdit hypotézu, že vliv teploty vzduchu stoupá s rostoucí velikostí povodí a klesající nadmořskou výškou.*“ Opakovaná a irelevantní zmínka. Ani v druhé verzi bakalářské práci nebyla taková hypotéza stanovena, ba ani testována.

V kapitole Závěr na straně 50 autor shrnul výsledky, jako hlavní zjištění uvádí stoupající teplotu povrchové vody i vzduchu během sledovaného období. Dále uvádí, že hodnota teploty vzduchu má zásadní vliv na hodnotu teploty vody ve vodních tocích. Na konci se student zamýšlí nad dalšími možnými faktory, které ovlivňují teplotu vody, a navrhuje další možné směry výzkumu. Bohužel i v této části práce zde se opět dopustil několika nešťastných a spekulativních výroků, např.:

- „*Vzestupný trend teplot se netýkal jenom vodních toků, ale rovněž i vzduchu, jehož teploty většinou stoupaly rychleji než teploty ve vodních tocích.*“ Toto tvrzení si protirečí s výsledky této práce, kde výrazně méně statisticky významných rostoucích trendů v teplotách vzduchu oproti trendům v řadách teploty vody.

- „*Pomocí Mann-Kendallova testu se pak na Křemelné podařilo prokázat rostoucí trend teploty vody.*“ Poměrně silné vyjádření na základě analýzy 12 let dlouhé řady. Podobné tvrzení je i v diskuzi na s. 49.

Dotazy k obhajobě

- 1) Na s. 14 uvádíte, že „*V případě rychlosti proudění platí jednoduchá nepřímá úměra – tedy, že se zvyšující se rychlostí vodního toku klesá teplota vody, a naopak s nízkou rychlostí proudění stoupá teplota.*“ Platí toto opravdu obecně pro všechny vodní toky? Našel byste příklady konkrétních toků, kde toto nemusí platit?
- 2) Na s. 16 uvádíte, že: „*S daty z jednotlivých meteorologických stanic bylo následně nakládáno stejně jako s příslušnými hydrologickými daty, k nimž byly přiřazeny.*“ Znamená to tedy, že jako měsíční průměr teploty vzduchu jste použil naměřenou teplotu v konkrétní den, jako je tomu u teploty vody?
- 3) Jak si vysvětlujete tak velké amplitudy měsíčních teplot (např. na obr. 10 a 12)? Prosím také o upřesnění výpočtu měsíčních teplot vzduchu.
- 4) V rešerši práce uvádíte teplotu vzduchu jako jeden z faktorů ovlivňující teplotu povrchové vody a dokládáte to i výzkumy, které příkládají význam i dalším faktorům. Proč se v analytické části věnujete pouze teplotě vzduchu a považujete ji automaticky za řídicí faktor teploty vody ve vybraných povodích?
- 5) V analytické části hodnotíte období 1996–2023, pro dvě horská povodí pak pouze období 2012–2023. Z jakého důvodu nebyly využity povodí s delšími časovými řadami? Opravdu nejsou dostupné delší datové řady pro jiná horská povodí v Česku? Jaká byla vůbec kritéria výběru povodí?
- 6) Jak byla provedena korelační analýza pro „celé období“? Proč se výsledky tolik liší od měsíčních hodnot?
- 7) Z jakého důvodu jste se opět rozhodl testovat trendy na krátkých řadách Křemelné a Rolavy?
- 8) Čím si vysvětlujete, že ve výsledcích MK-testu pro celé období došlo k tak výrazným změnám v případě profilů Milotice, Josefodol, Křivoklát a Mladá Vožice oproti původnímu řešení práce?

Shrnutí a závěr

Revidovanou práci Adama Hudlíčky hodnotím bohužel opět rozpačitě. Autor přesvědčivě neprokázal, že se v problematice dostatečně dobře orientuje a také neprokázal schopnost adekvátní práce se získanými daty. Práce i přes dílčí zlepšení přináší podrobnější výsledky, které ale kvůli výše uvedeným důvodům nemohu posoudit jako spolehlivé, případně přínosné. Přestože měl student necelý rok na přepracování, na celkovém dojmu práce se to neprojevilo výrazně pozitivně a úpravy působí jako šité horkou jehlou na poslední chvíli bez potřebné péče a kontroly.

Řešení bakalářské práce je nyní dle mého **na hraně potřebné úrovně** pro splnění kladených kritérií. Vzhledem k tomu, že jde již o druhý pokus, práci Adama Hudlíčky po pečlivém zvážení **doporučuji** k obhajobě, nicméně její hodnocení nechávám na posouzení komise vzhledem k průběhu obhajoby.

V Praze dne 15. 1. 2025

RNDr. Vojtěch Vlach