

# Posudek práce

předložené na Přírodovědecké fakultě  
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího  
 bakalářské práce
- posudek oponenta  
 diplomové práce

**AUTORKA:** Bc. Zuzana Krejčová  
**NÁZEV PRÁCE:** Statistický downscaling extrémních hodnot teploty  
**STUDIJNÍ PROGRAM A OBOR:** Geografie, Fyzická geografie a geoekologie  
**ROK ODEVZDÁNÍ:** 2017

**JMÉNO A TITULY Oponenta:** Mgr. Jiří Mikšovský, Ph.D.  
**PRACOVNÍŠTĚ:** Katedra fyziky atmosféry MFF UK  
**KONTAKTNÍ E-MAIL:** jiri@miksovsky.info

## ODBORNÁ ÚROVEŇ PRÁCE:

- VYNIKAJÍCÍ  VELMI DOBRÁ  PRŮMĚRNÁ  PODPRŮMĚRNÁ  NEVYHOVUJÍCÍ

## VĚCNÉ CHYBY:

- TĚMĚŘ ŽÁDNÉ  VZHLEDEM K ROZSAHU PŘIMĚŘENÝ POČET  MĚNĚ PODSTATNÉ ČETNÉ  ZÁVAŽNÉ

## VÝSLEDKY:

- ORIGINÁLNÍ  PŮVODNÍ I PŘEVZATÉ  NETRIVIÁLNÍ KOMPILACE  CITOVANÉ Z LITERATURY  OPSANÉ

## ROZSAH PRÁCE:

- VELIKÝ  STANDARDNÍ  DOSTATEČNÝ  NEDOSTATEČNÝ

## GRAFICKÁ, JAZYKOVÁ A FORMÁLNÍ ÚROVEŇ:

- VYNIKAJÍCÍ  VELMI DOBRÁ  PRŮMĚRNÁ  PODPRŮMĚRNÁ  NEVYHOVUJÍCÍ

## TISKOVÉ CHYBY:

- TĚMĚŘ ŽÁDNÉ  VZHLEDEM K ROZSAHU A TÉMATU PŘIMĚŘENÝ POČET  ČETNÉ

## CELKOVÁ ÚROVEŇ PRÁCE:

- VYNIKAJÍCÍ  VELMI DOBRÁ  PRŮMĚRNÁ  PODPRŮMĚRNÁ  NEVYHOVUJÍCÍ

## SLOVNÍ VYJÁDŘENÍ, KOMENTÁŘE A PŘIPOMÍNKY OPONENTA:

I přes intenzivní úsilí celosvětově věnované vývoji numerických modelů atmosféry a klimatu jsou výstupy těchto simulací stále zatíženy řadou systematických chyb, ale i omezeními danými nedostatečným prostorovým rozlišením. Předkládaná práce bc. Zuzany Krejčové je věnována jedné z prominentních metod využívaných při přizpůsobení modelových výstupů potřebám analýz na lokálních měřících: statistickému downscalingu (SDS), tedy konstrukci přenosových funkcí mezi velkoprostorovými atmosférickými daty a lokálními charakteristikami počasí a klimatu. Na celkem 69 stranách česky psaného textu je představen přehled vybraných SDS technik a výsledků jejich aplikace různými výzkumnými týmy, jakož i autorčiny vlastní výsledky zaměřené na posouzení možnosti downscalingu teplotních extrémů v oblasti Evropy z reanalyzovaných teplotních a tlakových dat.

### OBSAH A VĚCNÁ STRÁNKA PRÁCE

Po krátkém motivačním úvodu věnovaném klimatickým modelům a možnostem jejich aplikaci pro budoucí období (kap. 1) je pozornost věnována rozličným hlediskům technik downscalingu velkoprostorových dat. Stručná zmínka o dynamických metodách v kap. 2.1 je následována rozbořením aplikačních aspektů SDS, včetně specifikace základních typů přenosových funkcí, výběru vysvětlujících proměnných a potenciálních projevů nelinearity (kap. 2.2). Následuje stručné srovnání statistického a dynamického přístupu (kap. 2.3), diskuse regionálních a sezónních specifik (kap. 2.4), představení vybraných validačních kritérií (kap. 2.5) a konečně oddíl specificky věnovaný downscalingu klimatických extrémů (kap. 2.6). Jednotlivé pasáže jsou hojně prokládány odkazy na relevantní elementy souvisejících publikací a rozsah rešerše lze v kontextu diplomových prací považovat za uspokojivý až nadstandardní. Kvalitu prezentovaného přehledu by nicméně ještě zvýšilo zohlednění nejaktuálnějších prací na dané téma – nejnovější citované publikace pocházejí z roku 2013 (v diskusi existujících analýz by šlo mimo jiné zmínit třeba tematicky velmi kompatibilní studii Huth et al. (2015), srovnávající nejen různé techniky statistického downscalingu, ale i jejich dynamické protějšky). Zároveň bych v kap. 2 nepovažoval za nezbytné zahrnutí některých převzatých obrázků/tabulek, jejichž informační hodnota je bez podrobností obsažených v původních publikacích jen omezená.

Druhá – a rozsahově menší – část práce je věnována dosaženým originálním výsledkům downscalingu extrémních teplot. Autorka se zaměřuje na metodu vícenásobné lineární regrese (MLR), s využitím krokové selekce prediktorů a křížové validace výsledků aplikující Pearsonův korelační koeficient coby ověřovací statistiku. Analýze je podrobena celkem 10 evropských stanic, reprezentujících jak různé geografické oblasti, tak i nadmořské výšky. Cílové proměnné ve formě sezónních maxim a minim denní teploty jsou specifikovány v kap. 3.1, prediktory v kapitole 3.2 a realizace samotných přenosových funkcí pak v kap. 3.3. Výběr MLR jako techniky pro implementaci downscalingu lze považovat za opodstatněný; některé detaily použité metodologie jsou nicméně rozvedeny jen poměrně stručně a práci by prospěla jejich podrobnější specifikace. V tomto ohledu by mě především zajímalo:

- Jak byly voleny parametry krokové regrese, resp. jaká kritéria statistické významnosti byla použita při selekci relevantních prediktorů?
- Z jakého důvodu byly jako prediktory použity hodnoty průměrované přes celou sezónu? Zatímco cílové proměnné specifikované v kap. 3.1 představují maxima/minima denních maximálních/minimálních teplot v rámci tříměsíční sezóny (a tedy hodnoty odpovídající jednomu konkrétnímu dni během dané sezóny), jako prediktory byly (podle kap. 3.2) používány celosezónní průměry teplot a geopotenciálních výšek, nikoliv hodnoty vztažené ke dni výskytu extrému. Do hodnoty prediktoru se tak promítají stavy atmosféry vzdálené v čase několik týdnů od výskytu extrému a je oslabena determinističnost vazby prediktor-prediktand. Bylo by proto vhodné tuto volbu v rámci obhajoby podrobněji vysvětlit.

Samotné výsledky downscalingu jsou následně prezentovány v kap. 3.4, jak v souhrnné podobě pro všechny lokality (obr. 12), tak i s ohledem na výběr prediktorů pro specifické stanice (kap. 3.4.1), počet prediktorů ve finálním zobrazení (kap. 3.4.2), vliv nadmořské výšky cílového stanoviště (kap. 3.4.3), jeho kontinentality (kap. 3.4.4) a zeměpisné šířky (kap. 3.4.5). Výstupy downscalingu jsou poměrně podrobně komentovány; některé dílčí závěry (zejména v kap. 3.4.4 a 3.4.5 a následně v Diskusi a Závěru) se nicméně zdají až příliš odvážné vzhledem k tomu, že jsou založeny pouze na velmi omezeném počtu datových bodů v prostoru či čase (potřebu rozšíření počtu studovaných stanic ostatně autorka sama zmiňuje v Závěru). V tomto ohledu by prezentované analýze velmi prospělo zahrnutí a

diskuse odhadů statistické významnosti vztahů mezi měřenými a downscalingem získanými hodnotami teploty - vzhledem k relativně malému počtu datových bodů (29 pseudoročních hodnot) by se pravděpodobně ukázalo, že pro většinu testovaných konfigurací je korelace statisticky nevýznamná, a potenciálně tedy dílem náhody. V rámci diskuse dosažených výsledků bych se pak též rád zeptal:

- jak autorka interpretuje výskyt poměrně vysokého počtu situací, kdy korelace mezi maximálními/minimálními teplotami a jejich regresním odhadem je záporná (6 případů z 20, podle obr. 12)?
- indikují dosažené výsledky (např. rozdělení odhadů teploty v rámci souboru dílčích hodnot získaných křížovou validací) potenciál pro další zpřesnění výstupů downscalingu, třeba přechodem k nelineárním formám regrese?

#### **TECHNICKÉ PROVEDENÍ**

I když se v práci vyskytuje jisté množství překlepů a formátovacích inkonzistencí, jejich počet nepřesahuje přijatelnou míru – s výjimkou anglického abstraktu, kde je text různými chybami výrazně narušen. Práci (či alespoň její PDF verzi) by též prospělo poněkud vyšší rozlišení a méně agresivní komprese některých ilustrací, převzatých i originálních.

#### **DÍLČÍ POZNÁMKY**

- str. 11, ř. 1+: Použitá formulace vytváří dojem, že první softwarová implementace statistického downscalingu pochází až z roku 2000
- str. 13: Regresní modely mohou ve své podstatě být lineární i nelineární a Gaussovské statistické rozdělení cílových proměnných automaticky nevyžadují (mimořádně, mezi regresní techniky lze zařadit třeba i zmiňované umělé neuronové sítě ve formě vícevrstvého perceptronu)
- str. 13, ř. 2+ pod rovnicí: Korelace není jediným možným validačním kritériem, jen jedním z často používaných
- str. 45, odst. 1: U zmínky o reanalýze ERA-40 by se slušelo uvést odkaz/referenci
- Diskuse a Závěr se nesou v podobném duchu a bylo by myslím vhodné je spojit (a Závěr by každopádně bylo vhodné zařadit až jako poslední kapitolu, nikoliv před Diskusi).

#### **ZÁVĚR**

Autorka v předkládané diplomové práci přináší poměrně detailní přehled dosavadních aplikací (především) statistického downscalingu, na který navazuje vlastními výsledky zaměřenými na postižení extrémních teplot v oblasti Evropy. V rámci obhajoby bych uvítal vyjasnění některých metodologických otázek, souvisejících především s přípravou (potenciálních) prediktorů a hodnocením výstupů regresních zobrazení (viz výše); práci nicméně jednoznačně doporučuji k obhajobě.

#### **Práci**

doporučuji  nedoporučuji  
uznat jako diplomovou.

Místo, datum a podpis oponenta:

*V Praze, 21.5.2017*

Jiří Mikšovský

#### **LITERATURA:**

Huth R., Mikšovský J., Štěpánek P., Belda M., Farda A., Chládková Z., Pišoft P. (2015): Comparative validation of statistical and dynamical downscaling models on a dense grid in central Europe: Temperature. *Theor. Appl. Climatol.* 120: 533-553 (DOI 10.1007/s00704-014-1190-3)