METODIKA HODNOCENÍ BIOMETEOROLOGICKÉ ZÁTĚŽE

Martin Novák

ČHMÚ, pobočka Ústí n.L., PS 2, Kočkovská 18, 400 11 Ústí n.L.-Kočkov, novakm@chmi.cz

Pro verifikaci modelu biometeorologické předpovědi (BMP) je nutné také vyhodnocení modelové biometeorologické zátěže vyvolané reálnými podmínkami v troposféře v daném místě (resp. oblasti) a daném časovém intervalu. Samotné vyhodnocení zátěže ale není jednoduché. Některé položky modelu BMP ČHMÚ je obtížné vyčíslit pro zvolený bod, například čas přechodu atmosférické fronty. Jiné jsou problematické pro hodnocení na větší oblasti, např. průměrné charakteristiky (typicky teplota vzduchu). Obtíže působí i hodnocení vertikálního profilu teploty vzduchu. Tento příspěvek se snaží některé problémy hodnocení modelové zátěže řešit.

Klíčová slova: biometeorologie; biometeorologická předpověď; hodnocení; biotropie

A METHODOLOGY OF THE BIOMETEOROLOGICAL LOAD ASSESSMENT

Martin Novák

CHMI, Regional branch in Ústí n.L., PO Box 2, Kočkovská 18, 400 11 Ústí n.L.-Kočkov, Czech Republic, novakm@chmi.cz

An assessment of model biometeorological load induced by real conditions in troposphere at particular place (resp. area) and in particular time period is also needed for a verification of the bioweather forecast (BWF) model. However, the concrete assesment isn't elementary. Some model elements are difficulty quantifiable for a selected point, e.g. a time of atmospheric front passage. And other ones are problematical for an assessment for larger area, e.g. mean characteristics (typically air temperature). An evaluation of the air temperature vertical profile also causes difficulties for this. This article efforts to solute some problems of model load assessment.

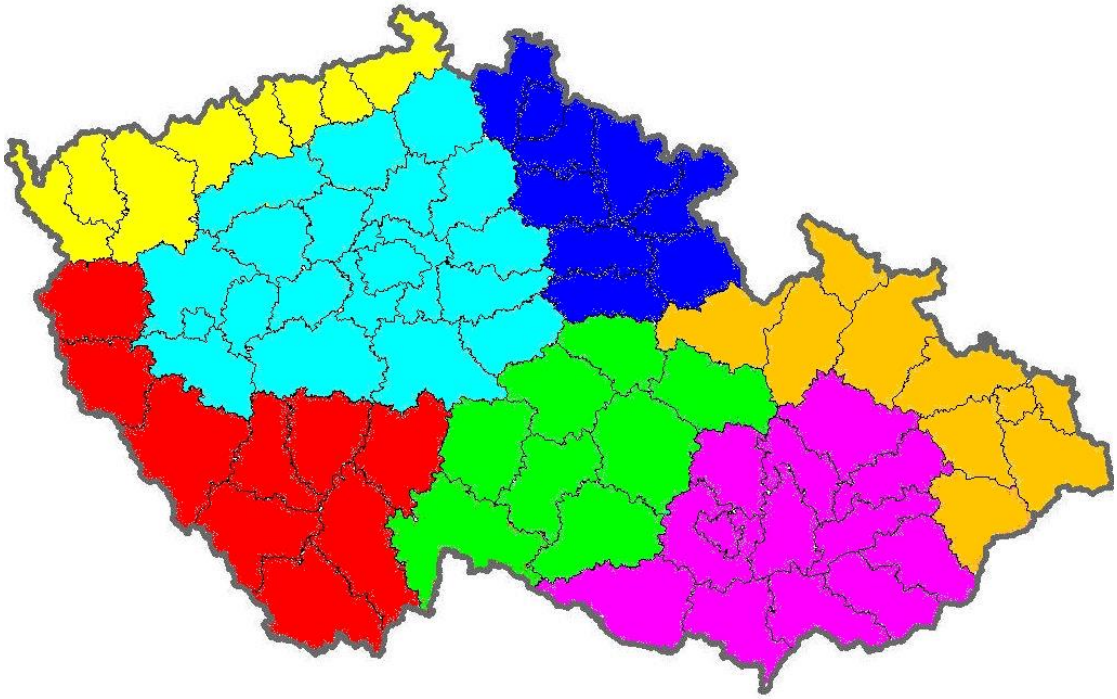
Key words: biometeorology; bioweather forecast; verification; biotropy

Úvod

Každá vydávaná předpověď by měla být verifikovaná, výjimkou není ani biometeorologická předpověď (BMP), kterou ČHMÚ vydává již od roku 1993 pro celé území České republiky podle metodiky, která během let doznala jen nepatrných změn (metodika je veřejně dostupná na www.biometeorologie.cz). Protože ale nemá BMP ČHMÚ ve své komplexnosti ve světě svým způsobem adekvátní obdobu, není ani možné převzít ze zahraničí nějakou ucelenou metodu verifikace BMP. Proto je tedy na místě zamyšlení nad tím, jakým způsobem je možné BMP (a její model) ověřovat.

Materiál a metody

Tento příspěvek je zamyšlením nad možnými alternativami verifikace BMP. Není tedy cílem předložit v tomto okamžiku výsledky, některé již byly publikovány v příspěvcích na konferenci v Úpici v předchozích letech (*Novák, 2012*; *Novák, 2013*).

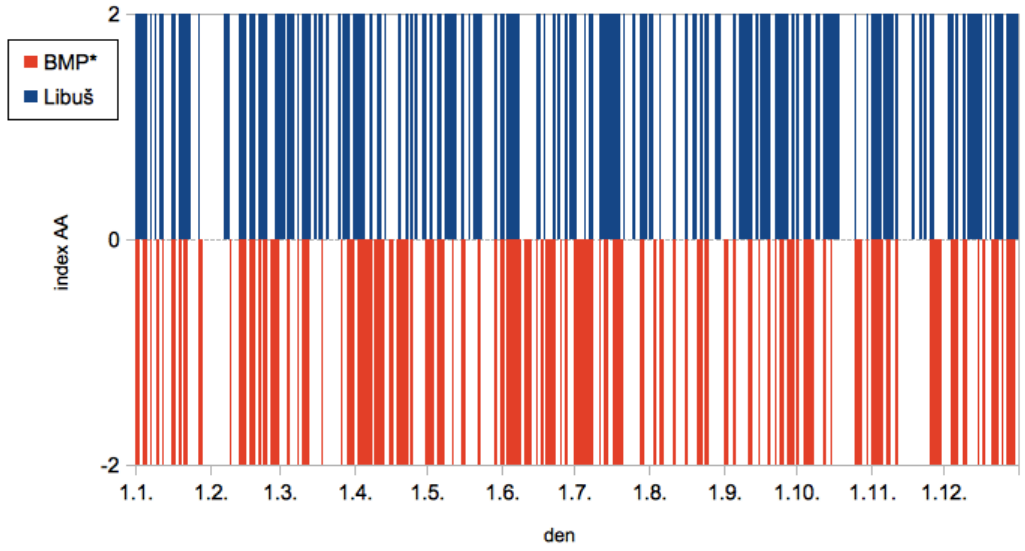


Obr. 1: Rozdělení území České republiky na 7 oblastí, pro které je BMP ČHMÚ vydávána.

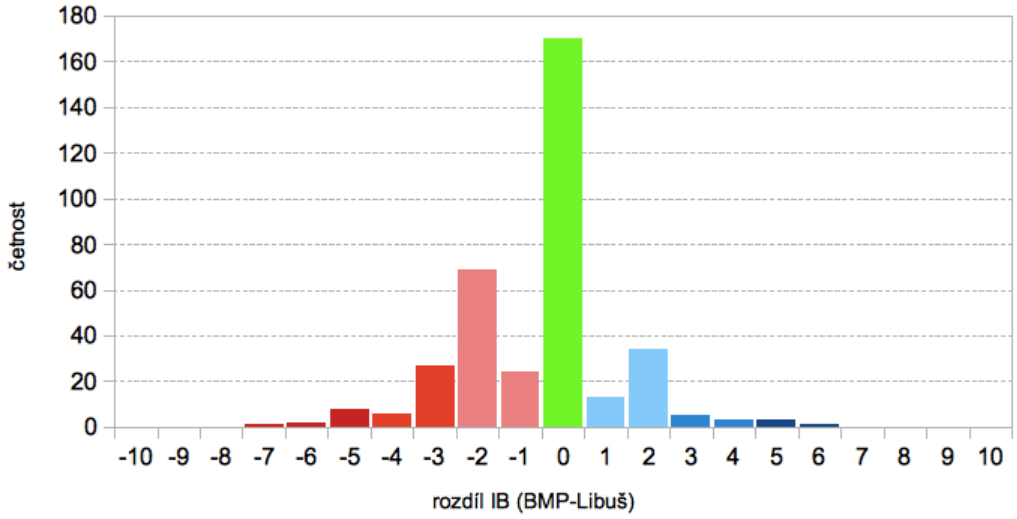
V první řadě je třeba hned na začátku stanovit, která složka BMP má být v konkrétním případě verifikovaná. Zda se jedná o prvotní meteorologické vstupy, tedy správnost (úspěšnost) meteorologických vstupů při samotné tvorbě BMP. Tato problematika byla řešena například právě v *Novák, 2013*. Druhou možností je verifikace biometeorologické zátěže nad medicínskými daty, tedy řešení validity samotného modelu BMP.
Současně je třeba stanovit, zda budeme zpracovávat data v definované oblasti (ideálně alespoň jedné ze sedmi oblastí, pro které je BMP vydávána – *obr. 1*) nebo pro konkrétní místo. Tato volba totiž značně ovlivní zpracování meteorologických dat (a zároveň i přesnost vyjádření skutečné spočítané zátěže). Plošná data vyvolávají totiž nutnost výběru mezi extrémními hodnotami meteorologických charakteristik (maximálními, resp. minimálními hodnotami zaznamenanými v dané oblasti) nebo hodnotami na dané oblasti průměrovanými. Odpověď na toto dilema ale není triviální, rozhodovat je třeba individuálně pro každou z kvantifikovaných charakteristik (např. teploty vzduchu, vlhkost vzduchu...). Zcela jiný přístup vyžaduje vyhodnocení kvalitativních charakteristik (výskyt bouřek, nárazů větru...). Zde je třeba respektovat kritéria provozovaného modelu III-C, tedy fakt, zda je stanovena nějaká mez, například aspoň 50% území (například u výskytu bouřek). Volba metody (plošné vs. bodové) je tedy pro verifikační metody klíčová, a to nejen v případě hodnocení úspěšnosti meteorologických vstupů do BMP. Pokud totiž budeme verifikovat samotnou konstrukci modelu BMP, bude určujícím faktorem soubor zdravotnických dat, která jsou k dispozici. Kritériem přitom bude nejen druh zdravotnických dat (a tím i míra jejich ovlivnění například týdenním cyklem provozu ordinací apod.), ale také množství zdravotnických záznamů. V případě bodového hodnocení můžeme narazit na problém příliš malého statistického vzorku zdravotnických dat, což je zejména případ menších sídel či výběrových specializovaných ordinací (to se projevilo např. v *Novák, Cimický, Hájková, 2009*).

Výsledky

Jako první upřeme pozornost na verifikaci meteorologické části, tedy hodnocení úspěšnosti meteorologických vstupů do BMP. V případě bodového hodnocení je situace relativně jednoduchá. V případě, že je meteorologická stanice s dostatečně dlouhou pozorovací a měřící řadou přímo v hodnocené lokalitě, je většina charakteristik přímo k dispozici bez potřeby nějakých přepočtů apod. Přesto není ani tady situace zcela jednoduchá, zbývá totiž vyřešit vstupy, které nejsou běžně měřené nebo pozorované na stanicích v rámci staniční sítě. Jedná se konkrétně o výskyt teplotní inverze v mezní vrstvě atmosféry (tedy zhruba do výšky 1500 m), ale také o přechod atmosférických front přes dané místo (*obr. 2*). Zatímco atmosférické fronty (čas jejich přechodu) lze stanovit s pomocí analýz synoptických map doplněných o naměřené hodnoty některých prvků (zejména tlaku vzduchu, který ale není měřený na všech stanicích – jen na letištních, případně profesionálních synoptických stanicích, tj. přibližně 30 stanicích na území České republiky – ale také výraznější změny větru), existence teplotní inverze není z dat stanice jednoduše identifikovatelná. Využít lze data z aerologických stanic. Ty však jsou na našem území jen dvě (stanice ČHMÚ v Praze na Libuši, která provádí měření třikrát denně, a to v 0, 6 a 12 hodin UTC, a stanice Armády České republiky v Prostějově, kde se měří dvakrát denně, a to v 0 a 12 hodin UTC). Proto je třeba využít i některé další pomocné údaje, například vertikální pseudogradienty rekonstruované z blízkých stanic s různou nadmořskou výškou. Například v *Novák, 2013* najdeme příklady bodového hodnocení hodnocení pro Prahu na základě dat ze stanice Praha – Libuš.

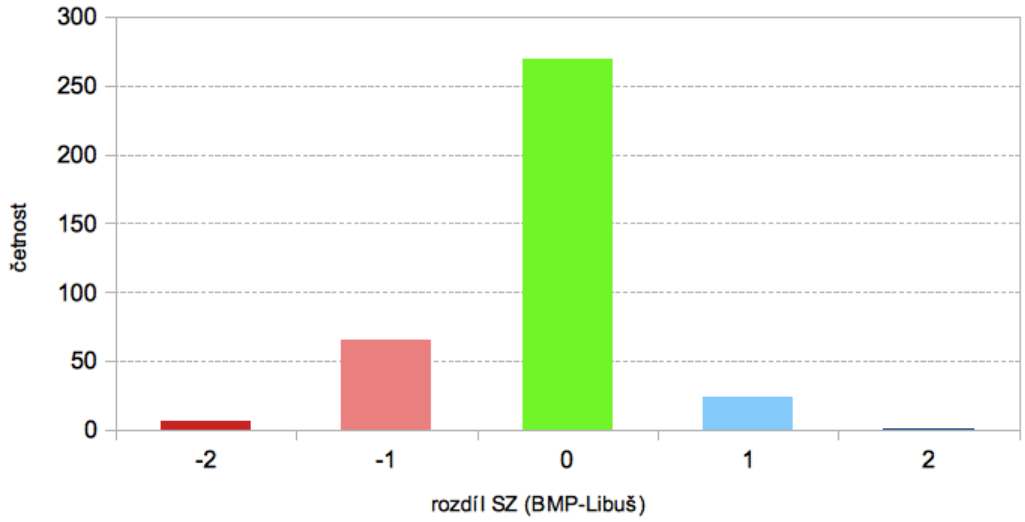


Obr.2: Grafické srovnání statistiky přechodů atmosférických front pro Prahu a jejich předpovědi v BMP (Novák, 2013).



Obr. 3: Četnosti odchylek předpovězeného a vyhodnoceného indexu biotropie pro Prahu – Libuš (Novák, 2013).

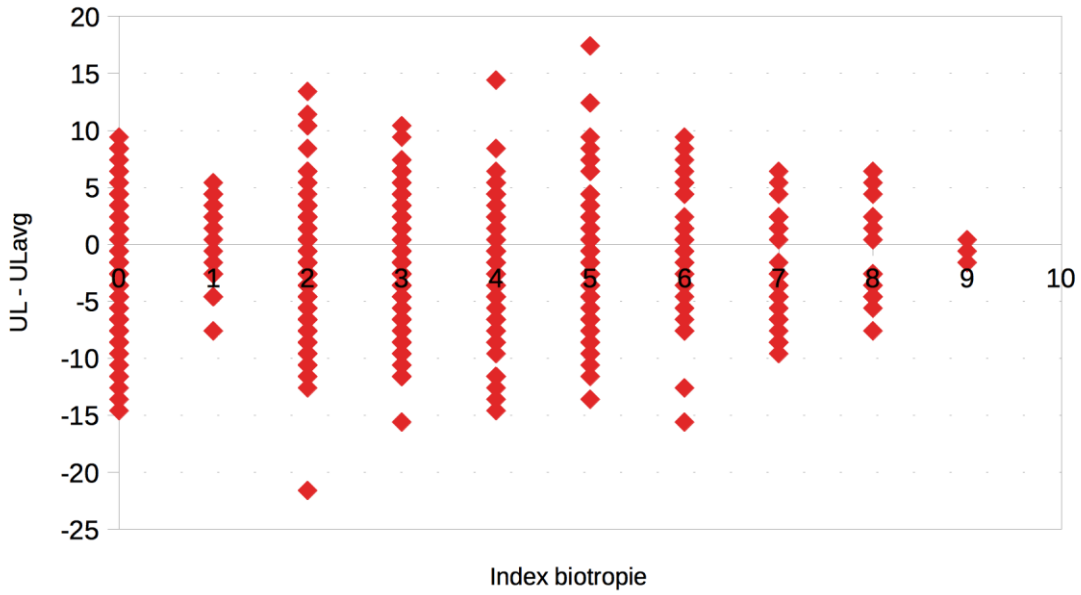
Obr. 2-4 jsou ukázkou praktického bodového hodnocení (vybrané výstupy z *Novák, 2013*). Na *obr. 3* je mj. zřetelná vyšší četnost odchylek rozdílu IB_{BMP} a $IB_{Libuš}$ s hodnotami *+2* a *-2* ve srovnání s hodnotami *+1* a *-1*. Tato skutečnost je dána poměrně malým souladem mezi předpovězenými a vyhodnocenými přechody atmosférických front přes Prahu (*obr. 2*). Přechod atmosférické fronty má v BMP váhu 2, v indexu biotropie se tedy jedná právě o onen dvoubodový skok.



Obr. 4: Četnosti odchylek předpovězeného a vyhodnoceného stupně zátěže pro Prahu – Libuš (Novák, 2013).

V případě plošného hodnocení úspěšnosti předpovědi meteorologických vstupů do BMP je postup závislý na volbě oblasti. Pokud zvolíme oblast shodnou s jednou z dílčích oblastí samotné BMP (*obr. 1*), je situace jednodušší, ale také ne bez komplikací. Nejprve je totiž třeba provést diskusi výběru stanic v hodnocené oblasti, a to v závislosti na charakteristice terénu oblasti a rozložení stanic (jejich nadmořských výšek) tak, aby použitý výběr reprezentoval danou oblast (aby nedominoval jen úzký výběr nadmořských výšek nebo účelu stanice). Obecně je třeba použít stanice pouze v nadmořských výškách do 600 m n.m. Ze stanic finálního výběru pak je možné hodnotit teplotní, vlhkostní a/nebo větrné charakteristiky, stejně tak lze vyhodnotit i plošnou charakteristiku výskytu jevu zařazeného do BMP (nárazy větru, ale hlavně výskyt bouřek). U bouřek ale nemusí být hodnocení podle záznamů ze stanic, protože většina jich patří do kategorie AKS (automatická klimatická stanice), kde je pozorovatelem dobrovolník. Ten není povinen být na místě nepřetržitě po celých 24 hodin, a časová řada výskytu bouřek tak není stejně validní jako např. řada teplotní. Ani na profesionálních stanicích už dnes není (většinou) v noci lidská obsluha, takže ani zde není přehled úplný. Tento nedostatek jde odstranit rekonstrukcí časové řady s použitím informací ze sítě systému detekce blesků.

Druhou samostatnou kapitolou je hodnocení samotného modelu BMP (tedy vlastně jeho medicínské části). První rozhodnutí, které je třeba učinit před samotným hodnocením, je typ použitých informací o biometeorologické zátěži. Jednou variantou je použití dat z vydaných BMP, která jsou však ovlivněna nejen koncepcí modelu BMP, ale také přesností/nepřesností předpovídaných meteorologických vstupů. Druhou možností je použití vyhodnocené zátěže vypočítané z reálně naměřených, případně pozorovaných meteorologických charakteristik do modelu vstupujících.
Dalším prvkem v rozhodovacím procesu je výběr mezi bodovým nebo plošným charakterem hodnocení modelu. Podobně jako v případě hodnocení úspěšnosti meteorologické předpovědi (předpovědi vstupů) by bylo přesnější hodnocení bodové (tedy přesněji na území tak malém, že je pro něj reprezentativní jediná meteorologická stanice přímo v daném území). Narážíme ale nejen na hustotu meteorologických stanic, ale v tomto případě i na těžko splnitelný požadavek dostatečného rozsahu zdravotnických dat z tohoto území. V případě hodnocení plošného (na větší oblasti) pak snadněji splníme nároky na rozsah zdravotnických dat, ale je třeba počítat s variabilitou skutečné zátěže v rámci studované oblasti, danou například rozdíly v extrémních teplotách, ale také výskytu/nevýskytu bouřek, které mají lokální charakter, nebo také trvání teplotních inverzí mezi údolními a vyvýšenými partiemi v oblasti. Proto je vhodné volit v případě potřeby plochy s nevýraznými výškovými rozdíly. Příkladem výstupu bodového hodnocení je obr. 5 s vazbou odchylky počtu výjezdů ZZS na indexu biotropie podle modelu IIIc BMP (na základě bodového hodnocení města Ústí nad Labem).



Obr. 5: Příklad hodnocení indexu biotropie (předpovězených hodnot) a odchylky denního počtu výjezdů Zdravotnické záchranné služby Ústeckého kraje (ZZS Úkr), střediska v Ústí nad Labem (Novák, 2014).

Diskuse a závěry

Z výše uvedeného jasně vyplývá, že neexistuje jednoznačné pravidlo, jakou metodu hodnocení biometeorologické zátěže, případně konstrukce modelu biometeorologické předpovědi používat. Volba metody je závislá jak na hustotě meteorologické sítě (s dostatečnou šíří měření a pozorování, nelze se vázat na jedinou automatizovanou stanici, která neposkytuje dostatečné portfolio charakteristik), tak na dostatečně bohaté zdravotnické databázi. Zapomínat nelze ani na dostatečně dlouhou časovou řadu meteorologických i zdravotnických dat tak, aby nahodilé fluktuace neovlivnily výrazně výsledné hodnocení.

Literatura

Novák, M., 2012. *Porovnání vybraných meteorologických a biometeorologických charakteristik s medicínskými daty.* In: Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí, Úpice, 15.-17. května 2012, ISBN 978-80-86303-35-2, ss. 130-134.
Novák M., 2013. *Porovnání předpovídané zátěže se zátěží skutečnou (podle modelu III-C BMP ČHMÚ).* In: Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí, Úpice, 14.-16. května 2013, ISBN 978-80-86303-38-3, ss. 78-83.
Novák M., Cimický J., Hájková L. 2009. *Relationships between subjective sensations of patients with selected psychiatric diagnosis and weather.* Bioklimatologická konference s mezinárodní účastí "Sunstainable development and bioclimate", 5. – 8. 10. 2009, Stará Lesná, ISBN 978-80900450-1-9, ss. 209-210.
Novák M., 2014. *Porovnání denních výjezdů Zdravotnické záchranné služby Ústeckého kraje a vybraných meteorologických charakteristik.* In: Člověk ve svém pozemském a kosmickém prostředí, Úpice, 13.-15. května 2014, ISBN 978-80-86303-41-3, ss. 57-65.