



VLIV NOVĚ VZNIKLÉ JEZERNÍ PLOCHY NA TEPLITU VZDUCHU

INFLUENCE OF NEW WATER AREA ON AIR TEMPERATURE

Kristýna Bartůňková, Zbyněk Sokol, Lukáš Pop

Abstract

We use the COSMO NWP model to estimate the influence of newly originated water area (lake) on local air temperature and air humidity. The impact of the lake was simulated for flat terrain, different meteorological conditions and different lake sizes. COSMO NWP model was used with very high horizontal resolution 333 m. On the basis of results given from the model COSMO we developed a simple physical model ALAKE. Easily accessible input data for the model are lake size, air temperature and humidity in 2m above the surface, the temperature of the mixing layer of the lake, wind speed and direction in 10 m above the surface and, optionally, the surface skin temperature.

The application of ALAKE is planned in Podkrusnohorské Valley in the Czech Republic.

Keywords

Microclimate, air temperature, lake, COSMO model, NWP model



1 ÚVOD

V regionu severních Čech, Podkrušnohorské pánvi, je v současné době v provozu velké množství uhelných lomů. Mnohé z nich končí svou činnost. Krajina, která zůstává po skončení těžby, je zničena a je nezbytné tuto krajinu rekultivovat.

Jedním ze způsobů rekultivace je hydrická rekultivace, která spočívá v zatopení jámy bývalého lomu vodou. Některé takové rekultivace byly již v oblasti severních Čech realizovány (jezero Milada-Chabařovice, jezero Most) a další jsou v plánu.

Protože vznik nové vodní plochy způsobuje změny v charakteristikách zemského povrchu (odlišné albedo pevného povrchu a vody, odlišná drsnost, jiné teplotní charakteristiky), je nasnadě, že změny se budou dotýkat také atmosféry.

Proto byla do projektu, který se zabývá vlivem jezera na různé složky životního prostředí (půdu, kvalitu ovzduší, biologické komponenty krajiny), zahrnuta také část věnující se vlivu jezera na mikroklima. Projekt vznikl za podpory Technologické agentury ČR pod názvem „Dopady na mikroklima, kvalitu ovzduší, ekosystémy vody a půdy v rámci hydrické rekultivace hnědouhelných lomů“.

Do analýzy jsou zahrnuty vlivy na teplotu a vlhkost vzduchu včetně výskytu mlhy. V předkládaném příspěvku se budeme věnovat vlivu jezera na teplotu vzduchu. Analýzy byly prováděny pomocí numerického předpovědního modelu COSMO s vysokým rozlišením.

2 ZÁJMOVÁ OBLAST

Výzkum byl aplikován na bývalém lomu Ležáky v severních Čechách, které dostalo název podle města, vedle kterého se nachází – Most. Mostecké jezero leží v nadmořské výšce 199 m n. m., jeho velikost je 311 hektarů a maximální hloubka dosahuje 75 m.

Stavební práce na bývalém lomu, v rámci kterých bylo zpevněno dno a břehy budoucího jezera, byly provedeny v roce 2002. Od roku 2002 do roku 2008 bylo pak jezero ponecháno, a jediným zdrojem vody mu byly srážky a voda z břehových pramenů. V roce 2008 začalo napouštění přivaděčem z řeky Ohře. V roce 2011 jezero bylo již téměř napuštěné a dosáhlo bezmála svojí konečné velikosti. Dopouštění s přestávkami ale pokračuje dodnes.



3 DATA

Pro analýzy byla využita především data z profesionální meteorologické observatoře Kopisty, která leží asi 1 km vzdušnou čarou od břehů jezera, v nadmořské výšce 240 m. Kromě základních meteorologických veličin, jako je teplota a vlhkost vzduchu, rychlost a směr větru, sluneční svit a podobně, je observatoř vybavena také 80 m vysokým meteorologickým stožářem.

Vedle zmíněné observatoře máme k dispozici data ze tří stanic, které byly zbudovány v roce 2011 v rámci našeho projektu. Dvě z nich, AK Most a CELIO, jsou klasické meteorologické stanice, které jsou umístěné blízko břehů jezera. Třetí stanice leží přímo na jezeře a kromě teploty a vlhkosti vzduchu, rychlosti a směru větru a intenzity slunečního záření, měří také teplotu vody v 16 vertikálních profilech do hloubky 20 m.

Poslední zdroj dat, která využíváme pro naše analýzy, jsou data vertikálních profilů teploty vzduchu, vlhkosti vzduchu, rychlosti větru apod. z objektivních analýz Evropského centra pro střednědobou předpověď (ECMWF).

4 METODIKA

Pro simulace vlivu jezera na mikroklima jsme použili německý numerický předpovědní model COSMO [1], propojený s půdním modelem a modelem jezera FLAKE [2]. Protože horizontální rozlišení 2,8 km, které se běžně v tomto modelu využívá pro předpovědi počasí, bylo pro naše účely příliš nízké, aplikovali jsme model s velmi vysokým horizontálním rozlišením 333 m. Na modelové oblasti (graf 1) 159 x 200 uzlových bodů, bylo použito celkem 70 vertikálních hladin. Vertikální rozložení přitom nebylo pravidelné, ale s výškou se snižovalo. Nejvyšší bylo v blízkosti zemského povrchu, kde na spodních 20 výškových metrech bylo 10 vertikálních hladin.

Jezero je v modelu zjednodušené a má obdélníkový tvar, jak je vidět na grafu 1. Pruh, který jezero protíná je oblastí, ve které jsme prováděly výpočty minimálního, maximálního a průměrného vlivu jezera na teplotu vzduchu.

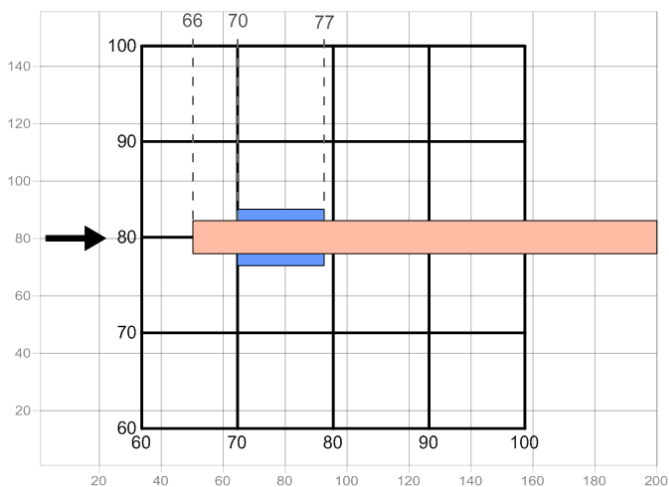
Modelové simulace probíhaly ve čtyřech variantách velikosti jezera – L8, L4, L3 a L2, přičemž L8 odpovídá velikostně přibližně jezeru Most, jehož rozměry jsou cca 2,7 x 1,6 km.

Před započítáním samotných výpočtů jsme museli určit řadu parametrů, z nichž nejobtížnější byl parametr turbulence. Po řadě zkušebních výpočtů, jejich analýze a

diskusi s jedním ze spoluautorů modelu COSMO, jsme se rozhodli pro použití parametru turbulence $itype_turb = 8$

Protože naším cílem je získat obecnější výsledky, které budou použitelné nejen pro jezero Most, ale také pro další, v budoucnu vzniklá, jezera, museli jsme některé parametry zobecnit a zjednodušit. Konstantními jsme proto určili parametry rovinného terénu (200 m), hloubku kořenů, půdní typ, vegetace (rozdílné pro letní a zimní půlrok) a drsnosti povrchu.

Samotné analýzy jsme prováděli odděleně pro teplý (duben, květen, červen, červenec, srpen a září) a chladný (říjen, listopad, prosinec, leden, únor a březen) půlrok. Všechny použité termíny začínaly v 00, 06, 12 a 18 hodin světového času. Celkem bylo zpracováno 113 integrací v teplém a 152 integrací v chladném půlroce.



Graf 1 Modelová oblast velikosti 159 x 200 uzlových bodů. Jezero je označeno modrým obdélníkem, šipka značí směr větru a pruh, který protíná jezero, značí oblast, ve které se prováděly výpočty minimálního, maximálního a průměrného vlivu jezera na teplotu vzduchu



5 VÝSLEDKY

5.1 Analýzy modelu COSMO

Při zpracování modelových výstupů jsme zjistili, že vliv jezera na teplotu vzduchu záleží především na:

$$\Delta = T_{ML} - T_{2m},$$

kde T_{ML} je teplota směšovací vrstvy vody v jezeře a T_{2m} je teplota vzduchu ve 2 m, a na rychlosti větru.

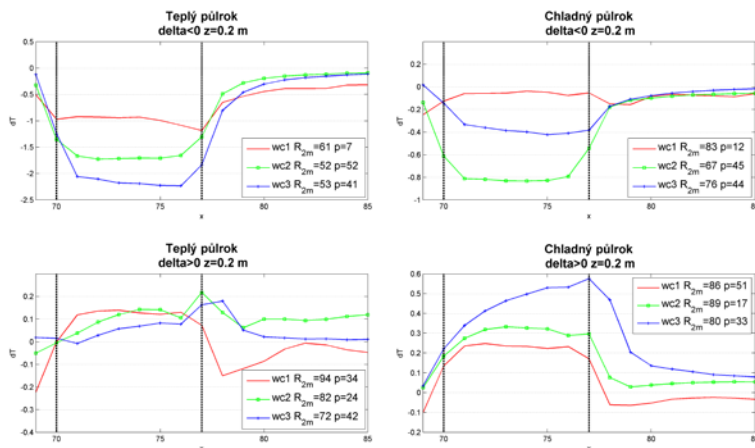
Největší vliv na teplotu vzduchu má jezero v teplém ročním období v situaci, kdy je teplota vody nižší než teplota vzduchu. Voda má na vzduch ochlazující účinek a tento účinek sílí se zvyšující se rychlostí větru. Tyto situace nastávají při teplém počasí, většinou v letních měsících, v době okolo poledne a během odpoledních hodin.

V případech, kdy je v teplém půlroce teplota vody vyšší než teplota vzduchu, je vliv jezera méně znatelný. Tyto případy pozorujeme většinou v nočních a ranních hodinách, někdy ale i po celý den.

V chladném půlroce v případech, kdy je teplota vzduchu nižší než teplota vody, dochází při bezvětří k nasávání chladnějšího okolního vzduchu nad jezero a vzduch je pak od vody oteplován jen velmi málo. Tyto situace nastávají asi v 70 % případů, nejčastěji v prosinci a lednu přes celý den.

Když je v chladném období teplejší vzduch než voda a rychlosti větru se pohybují v rozmezí 1 a 3 m/s, je vzduch v důsledku přítomnosti jezera ochlazován. Tehdy, kdy se rychlosti větru pohybují mimo uvedený interval, není vliv jezera na teplotu významný.

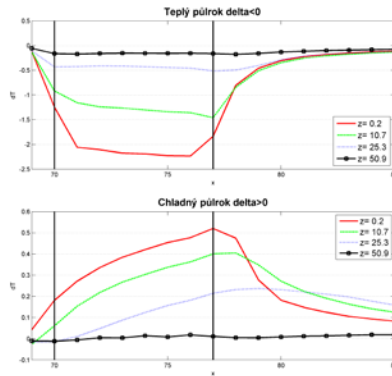
Vliv jezera na teplotu vzduchu (dT) v teplém i chladném období a v situacích, kdy je voda teplejší nebo chladnější než vzduch, jsou zobrazeny na grafu 2. Delta přitom znamená rozdíl mezi teplotou vody a vzduchu, x je pozice, w_1 , w_2 a w_3 jsou kategorie rychlostí větru, kde w_1 odpovídá bezvětří, w_2 průměrným rychlostem větru a w_3 nadprůměrným rychlostem větru. R_{2m} je průměrná relativní vlhkost a p je množství případů v %. Graf znázorňuje výsledek ve vertikální hladině 0,2 m.



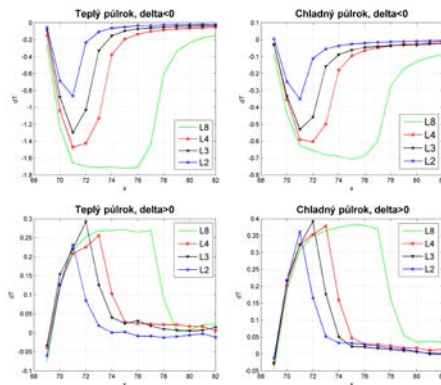
Graf 1 Průměrný dT jako funkce pozice x a rychlosti větru. Jezero leží v rozmezí $x = 70$ a $x = 77$ a je označeno vertikálními čarami. Data jsou rozdělena do 12 částí podle ročního období, rozdílu T_{ML} a T_{2m} (Δ) a rychlosti větru ($w1$, $w2$, $w3$ jsou třídy rychlosti větru od nejnižší rychlosti). R_{2m} je relativní vlhkost vzduchu v % a n udává počet případů v %.

Byla testována závislost na výšce nad zemským povrchem. Jak ukazuje graf 3, s výškou nad zemským povrchem klesá vliv jezera na teplotu vzduchu. Ve výšce 50 m a výše pak tento vliv není znatelný.

V rámci analýz bylo realizováno i porovnání vlivu různých velikostí jezera. Podle předpokladu se ukázalo, že čím větší jezero je, tím větší má vliv. Tato skutečnost je zobrazena na grafu 4.



Graf 3 Závislost vlivu jezera na teplotu vzduchu (dT) na výšce nad zemským povrchem z ve dvou případech s nadprůměrnými rychlostmi větru (i) v teplém půlroce při $\Delta > 0$ (nahore) a (ii) v chladném půlroce při $\Delta < 0$ (dole), při $z = 0,2, 10,7, 25,3$ a $50,0$ m.



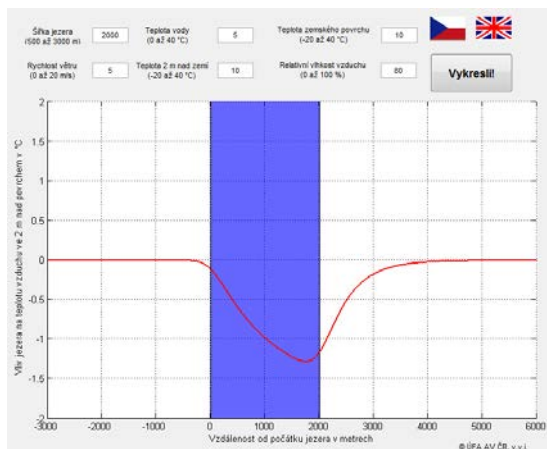
Graf 4 Průměrné hodnoty dT ve výšce $0,2$ m nad zemským povrchem pro čtyři velikosti jezera, které odpovídají 8, 4, 3 a 2 uzlovým bodům (L8, L4, L3, L2). Levý břeh jezera odpovídá $x = 69$. Průměrné hodnoty byly vypočteny pro teplý i chladný půlrok v závislosti na Δ

5.2 ALAKE

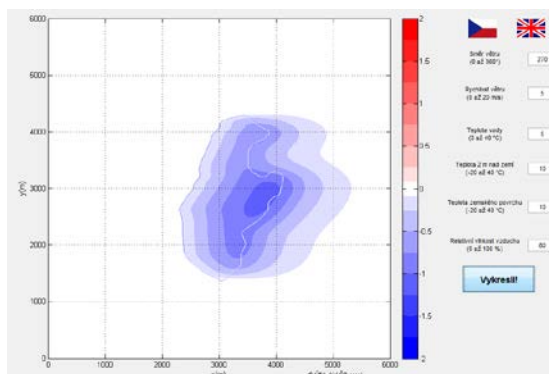
Na základě výpočtů modelu COSMO jsme sestrojili jednoduchý fyzikální model ALAKE. Tento model počítá vliv jezera na teplotu vzduchu ve 2 m v určitém bodě. Jako prediktory výpočtu byly určeny tyto parametry:

- Délka jezera ve směru větru (m)
- Teplota vzduchu ve 2 m (°C)
- Relativní vlhkost vzduchu ve 2 m (%)
- Rychlost větru v 10 m (m/s)
- Teplota zemského povrchu (°C)
- Směr větru (°)

Zároveň byl vytvořen i software, který vliv jezera na teplotu počítá. Software existuje ve dvou variantách. Ve variantě 1D (graf 5) není potřeba zadávat do vstupních parametrů směr větru, ve variantě 2D (graf 6) ano.



Graf 5 1D verze modelu ALAKE



Graf 6 2D verze modelu ALAKE

6 ZÁVĚR

Po zpracování simulací v modelu COSMO a jejich analýze lze konstatovat, že model v jeho nastavení je způsobilý k simulacím vlivu nově vzniklé vodní plochy na teplotu vzduchu na plochem terénu.

Na základě výpočtů COSMO modelu byl vyvinut model ALAKE a stejnojmenný software, který počítá po zadání vstupních parametrů vliv na teplotu vzduchu ve 2 m nad zemským povrchem. Model je vhodný jako pomocný nástroj při rozhodování o revitalizacích severočeských lomů. Podrobnější výsledky byly publikovány [3].

Literatura

- [1] BALDAUF, M., SEIFERT, A., FÖRSTNER, J., MAJEWSKI, D., RASCHENDORFER, M., REINHARDT, T. Operational convective-scale numerical weather prediction with the COSMO model - description and sensitivities. *Mon. Weather Rev.* 2011.
- [2] MIRONOV, D., HEISE, E., KOURZENEVA, E., RITTER, B., SCHNEIDER, N., TERZHEVIK, A. Implementation of the lake parametrisation scheme FLAKE into the numerical weather prediction model COSMO. 2010. *Boreal Environ. Res.* 15, s 218 – 230.
- [3] BARTUŇKOVÁ, K., SOKOL, Z., POP, L. Simulations of the influence of lake area on local temperature with the COSMO NWP model. 2014. *Atmospheric Res.* 147 – 148, s 51 – 67.