

## TEPLOTNÍ A VLHKOSTNÍ POMĚRY V OKOLÍ VĚTROLAMU PŘI RŮZNÝCH RYCHLOSTECH VĚTRU

### Temperature and moisture conditions in the surrounding of windbreak under various wind speed

Mužíková B.<sup>1</sup>, Středa T.<sup>2</sup>, Toman F.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ústav aplikované a krajinné ekologie, <sup>2</sup>Ústav pěstování, šlechtění rostlin a rostlinolékařství

Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, Brno 61300

#### Abstrakt

Vliv větrolamů na rychlost větru byl mnohokrát ověřen a potvrzen, avšak význam těchto ochranných pásů dřevin bývá dáván také do souvislosti s pozitivním vlivem na mikroklima v okolí. Tento příspěvek je zaměřen na vyhodnocení možného vlivu větrolamu na teplotu a vlhkost vzduchu na závětrné straně poloproduvavého větrolamu. Vychází z ambulantních měření prováděných ve výšce 2 m nad povrchem půdy. Vyhodnocovaná data neukazují jednoznačný trend nárůstu nebo poklesu relativní vzdušné vlhkosti s přibývajícím vzdáleností od větrolamu. Naopak teplotní poměry na závětrné straně vykazují nárůst teploty (ve vzdálenostech 50 a 100 m od větrolamu) a její pokles se vzrůstající vzdáleností od větrolamu (150 a 200 m). Vliv na teplotní poměry však závisí na rychlosti větru. Při vyšších rychlostech větru jsou vzduchové masy za větrolamem promíchávány a teplotní rozdíly mezi různými vzdálenostmi za větrolamem jsou minimální. Při nižších rychlostech větru lze zaznamenat vliv větrolamu na teplotu vzduchu na závětrné straně. Avšak pro zásadnější závěry chybí kontinuální měření.

**Klíčová slova:** větrolam, teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, mikroklima

#### Abstract

The windbreak effect on wind speed has been proved and confirmed many times, but these shelter-belts used to be connected also with positive effect on microclimate in their surrounding. This paper focuses on evaluation of a possible effect of windbreak on air temperature and air moisture on the lee side. Measurement took place in 2 m above the soil surface. There is no trend of increase or decrease of air moisture with increasing distance from windbreak. But temperature conditions are effected by windbreak. Temperature increases on the lee side (50 and 100 m distance) and then decreases in further distances from windbreak (150 and 200 m). This applies only to low wind speed conditions. When the wind velocity is higher, air masses are mixed and differences of temperature in various distances are minimal. Under lower wind speed conditions the effect of windbreak on air temperature on the lee side is obvious. Nevertheless there is a lack of continuous data.

**Keywords:** windbreak, air temperature, air moisture, microclimate

## Úvod

Větrná eroze je sice jevem v podstatě přirozeným, který na Zemi probíhá od nepaměti a patří k důležitým faktorům vzniku reliéfu krajiny. Avšak s rozvojem lidského společenství, zejména s jeho zemědělskými aktivitami, začala být eroze považována za jev negativní, často však opomíjený. Škody páchá vítr odnášením nejkvalitnějších částí půdy z polí a následně akumulací těchto materiálů ve vodních tocích a nádržích. Zaseté plodiny jsou poškozovány abrazivními účinky zrněk písku unášených větrem nad povrchem půdy. Zanedbatelný není ani negativní vliv polétavého prachu na lidské zdraví.

Větrná eroze ohrožuje téměř 29 % zemědělské půdy v České republice, přičemž na Moravě se to týká asi 40 % a v Čechách 23 % zemědělské půdy (PASÁK, 1984). Existuje několik oblastí se zvýšenou ohrožeností větrnou erozí. K oblastem nejvíce ohroženým větrnou erozí patří jihovýchodní Morava. Tato skutečnost představuje jistou anomálii, protože v této oblasti se vyskytují převážně těžké půdy, které zpravidla nebývají náchylné k větrné erozi.

Za určitých povětrnostních podmínek a při nevhodném způsobu hospodaření však větrná eroze působí značné škody i na půdách těžkých. Na půdách s hlavní půdní jednotkou (HPJ) 06 (podle klasifikace bonitovaných půdně ekologických jednotek – BPEJ), což jsou černozemě pelické a černozemě černické pelické na velmi těžkých substrátech, těžké až velmi těžké s vylehčeným orničním horizontem, ojedinele šterkovité, s tendencí povrchového převlhčení v profilu; dále 07 (smonice modální a smonice modální karbonátové, černozemě pelické a černozemě černické pelické, vždy na velmi těžkých substrátech, celoprofilově velmi těžké, bezskeletovité, často povrchově periodicky převlhčované); a 20 (pelozemě modální, vyluhované a melanické, regozemě pelické, kambizemě pelické i pararendziny pelické, vždy na velmi těžkých substrátech, jílech, slínech, flyši, tercierních sedimentech a podobně, půdy s malou vodopropustností, převážně bez skeletu, ale i středně skeletovité, často i slabě oglejené) dochází především v zimním období vlivem střídavého zamrzání a rozmrzání povrchu půdy k výraznému rozpadu půdní struktury a půdy, které by zrnitostně v jiných oblastech patřily mezi neohrožené, jsou silně ohrožovány větrnou erozí.

K místům, kde se větrná eroze na těžkých půdách v ČR vyskytuje, patří oblast jihovýchodní Moravy pod Bílými Karpatami. Erozi zde způsobují jihovýchodní větry pseudofénového charakteru o značných rychlostech. Výjimečně se eolizačně uplatňují větry severozápadní (ŠVEHLÍK, 1985). Pseudofénový efekt Bílých Karpat je zesilován poklesem tlaku za pohořím, kdy se vzdušný proud přimkne k návětrné straně překážky a přejde do údolí jako prudký nárazovitý vítr, zesílený účinkem horských sedel. I když jsou zde půdy těžké, nastává jejich odvívání (PASÁK, 1984).

K větrné erozi dochází v době vegetačního klidu, kdy jsou pole bez rostlinného krytu, zejména na začátku roku a v časném jaru. Největší počet dnů s větrnou erozí během roku se tak vyskytuje v březnu (až 30 %), lednu (23 %), únoru a v dubnu (20 %). V květnu již bývají pole z velké části chráněna vegetací. V zimě dochází k deflaci při vánicích, kdy jsou spolu se zmrzlým sněhem strhávány i půdní částice (to se týká např. okolí Bánova). Sněhové závěje bývají často promíšeny nebo pokryty vrstvami ornice (ŠVEHLÍK, 1985).

Větrolamy a jejich působení se neomezují jen na snižování rychlosti větru. Především v suchých oblastech mají vliv na teplotu vzduchu. V okolí větrolamy je teplota o 1-3 °C vyšší než v nechráněném území. Vlhkost vzduchu se v důsledku snížené turbulence v prostoru mezi větrolamy déle uchovává a způsobuje v porovnání s nechráněným územím větší relativní a absolutní vlhkost. Zvýšení relativní vlhkosti činí 7-8 % (PODHRÁZSKÁ, DUFKOVÁ, 2005).

## Materiál a metody

Příspěvek vychází z ambulantních měření prováděných ve výšce 2 m nad povrchem půdy. Vybrána byla trojice měření, vždy v jiné části mimovegetačního období (v letech 2007, 2008

a 2009). Všechna měření byla prováděna u stejného větrolamu ve stejných vzdálenostech od větrolamu, tj. 50, 100, 150 a 200 m od větrolamu na závětrné straně (z předchozích let chybí z dané lokality data z mimovegetační sezóny nebo ze všech vzdáleností). Jako kontrolní srovnávací hodnoty jsou použita měření ve vzdálenosti 150 od větrolamu na návětrné straně. Při každém měření byla v 5vteřinovém kroku po dobu jedné hodiny měřena teplota vzduchu a vlhkost vzduchu.

Větrolam se nachází v katastru obce Suchá Loz (viz mapa na obr.1). Obec Suchá Loz leží na Uherskohradištsku, asi 7 km jihovýchodně od Uherského Brodu.



Obr.1 Poloha větrolamu u Suché Lozi (zdroj www.mapy.cz)

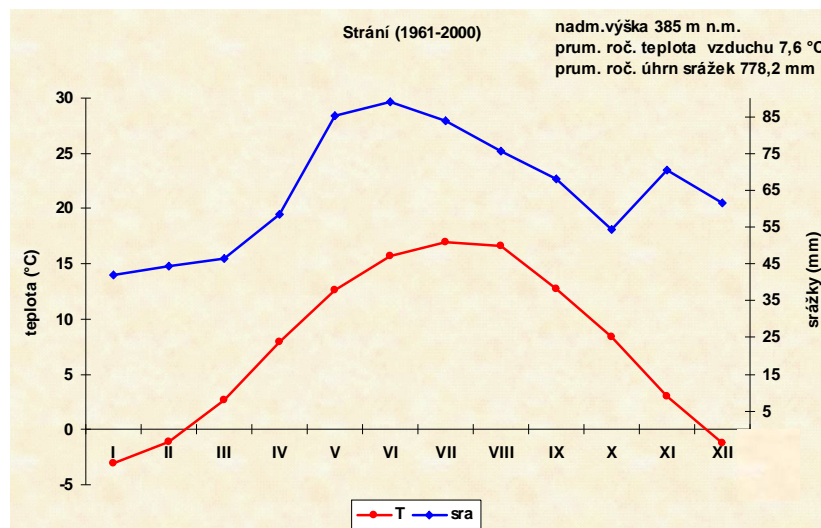
Řešené území geologicky patří k oblasti západních Karpat, převážně k flyšovému pásmu z období třetihor. Karpatské flyšové pásmo tvoří horniny stáří paleogenního a z nepatrné části i svrchnomezozoického. Dále je oblast tvořena neogenními i čtvrtohorními sedimenty pleistocenními a holocenními. Nejčastějším matečným substrátem je spraš s vyšším obsahem prachových částic, s četnými pseudomyceliemi uhličitanu vápenatého. Na spraších se vyvinuly hnědozemě a černozemě. Převažují půdy těžké jílovité, hlinitojílovité a jílovitohlinité. Většinou jsou tyto půdy vápnité a hluboké.

Pro charakteristiku klimatických podmínek byla zvolena stanice Strání, která se nachází pouze 7 km jižně od Suché Lozi. Tab.1 znázorňuje průměrné teploty vzduchu v jednotlivých měsících a v roce na stanici Strání (průměrné hodnoty pro období 1961-2000) včetně výskytu extrémních měsíčních a ročních průměrných teplot (zdrojem dat ČHMÚ).

Tab.1 Průměrné měsíční teploty vzduchu (°C) za období 1961 - 2000

Statistika	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
Průměr	-3.1	-1.1	2.7	7.9	12.6	15.7	16.9	16.6	12.7	8.3	3.0	-1.2	7.6
Maximum	2.0	4.4	6.2	11.1	14.9	18.1	19.9	21.6	15.7	12.4	7.4	2.4	9.1
Rok výskytu	1983	1966	1974	2000	1993	1964	1994,95	1992	1999	1966	2000	1979	1994
Minimum	-9.3	-7.5	-2.9	4.8	9.5	13.0	14.7	14.2	9.8	4.5	-1.5	-5.7	6.1
Rok výskytu	1963	1986	1987	1980	1991	1985	1979	1976	1996	1974	1988	1963	1980
Rozdíl max-min	11.3	11.9	9.1	6.3	5.4	5.1	5.2	7.4	5.9	7.9	8.9	8.1	3.0
Chyba stř. hodn.	0.4	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.1
Medián	-2.5	-1.5	3.1	7.9	12.9	15.9	16.8	16.7	12.8	8.2	3.4	-1.3	7.6
Modus	-1.8	-2.5	-0.2	6.3	10.8	16.5	17.2	14.7	13.1	7.0	3.4	-2.2	8.4
Směr. odchylka	2.8	2.9	2.4	1.5	1.4	1.1	1.4	1.3	1.4	1.6	2.0	2.0	0.7
Špičatost	-0.1	-0.3	-0.7	-0.4	-0.3	0.1	-0.7	3.8	-0.4	0.4	-0.2	-0.2	-0.6
Šikmost	-0.4	-0.2	-0.3	0.1	-0.5	-0.4	0.4	1.1	0.0	0.3	-0.1	-0.3	0.0

Klimadiagram na Obr. 2 představuje grafické znázornění průběhu průměrných měsíčních teplot vzduchu a průměrných měsíčních srážkových úhrnů za období 1961–2000 na stanici Strání. Období, kdy se křivka průběhu srážek dostává pod teplotní křivku, se označuje jako období sucha. V této oblasti by se tedy sucho nemělo vyskytovat.



Obr. 2 Klimadiagram pro stanici Strání (1961-2000)

Vybraný větrolam má orientaci Z – V, jeho šířka je 4 m a výška cca 22 m. Je tvořen dvěma etážemi, přičemž horní úroveň tvoří dvě řady vyspělých jedinců topolu kanadského (*Populus x canadensis*). Jeho koruny jsou převážně zapojené. Ve spodní etáži se vyskytují mladší jedinci dubu letního (*Quercus robur*) a lípy malolisté (*Tilia cordata*) s vtroušenými jedinci jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*). V keřovém patru jsou zastoupeni jedinci brslenu evropského (*Euonymus europaeus*), svídy krvavé (*Swida sanguinea*), růže šípkové (*Rosa canina*) a hlohu jednosemenného (*Crataegus monogyna*). Ojedinele se vyskytují skupinky plně zapojených jedinců trnky obecné (*Prunus spinosa*).

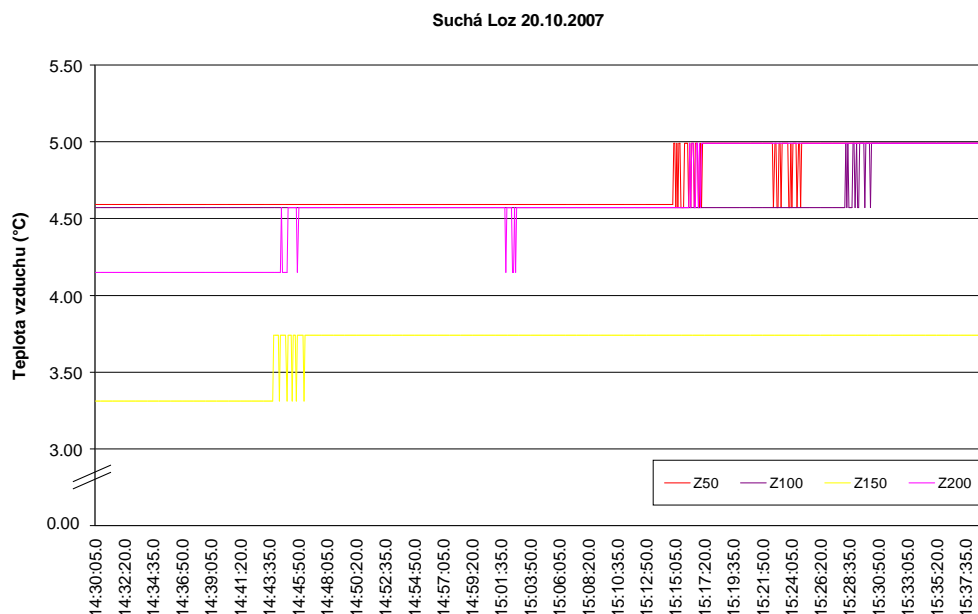


Obr. 3 a 4 Vybraný větrolam u Suché Lozi (foto archiv autorů)

### Výsledky a diskuze

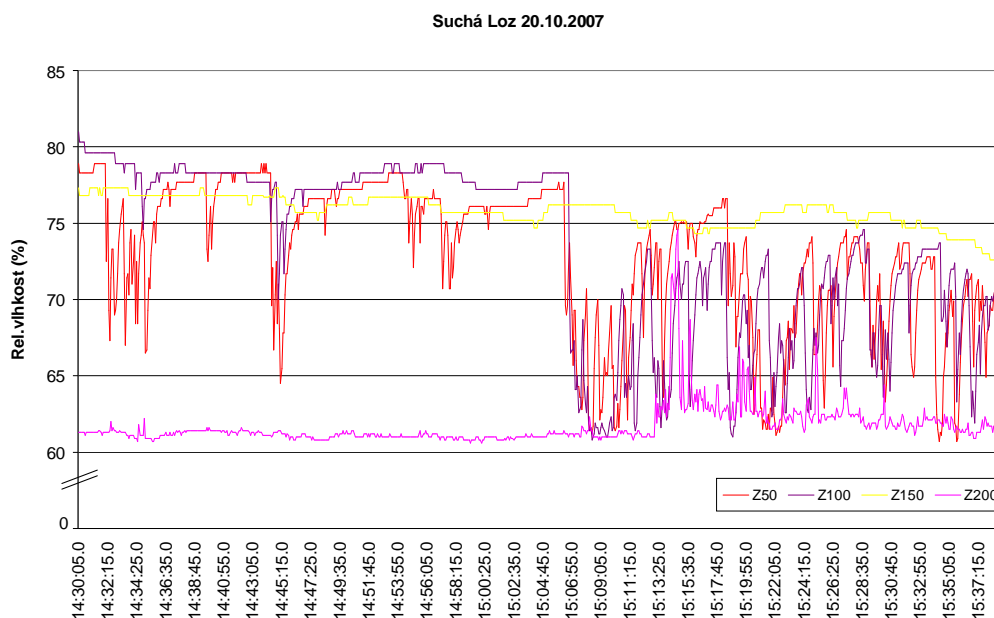
Na obr 5-10 je graficky znázorněn průběh teplot vzduchu a vlhkosti vzduchu na měřených v jednotlivých vzdálenostech od větrolamu.

Při prvním vyhodnocovaném měření 20.10.2007 (viz obr.5 a 6) byla průměrná teplota vzduchu (150 od větrolamu na návětrné straně) 4,6 °C a průměrná relativní vlhkost (RH) vzduchu 61,7 %. Průměrná teplota ve vzdálenosti 50 m za větrolamem činila 4,7 °C, což byla nejvyšší průměrná hodnota ze všech vzdáleností. Druhá nejvyšší průměrná teplota byla zjištěna ve vzdálenosti 100 m za větrolamem (ve směru proudění vzduchu), a to 4,63 °C. nejnižší průměrná teplota byla dosažena ve vzdálenosti 150 m.



Obr.5 Teplota vzduchu v jednotlivých vzdálenostech od větrolamu dne 20.10.2007

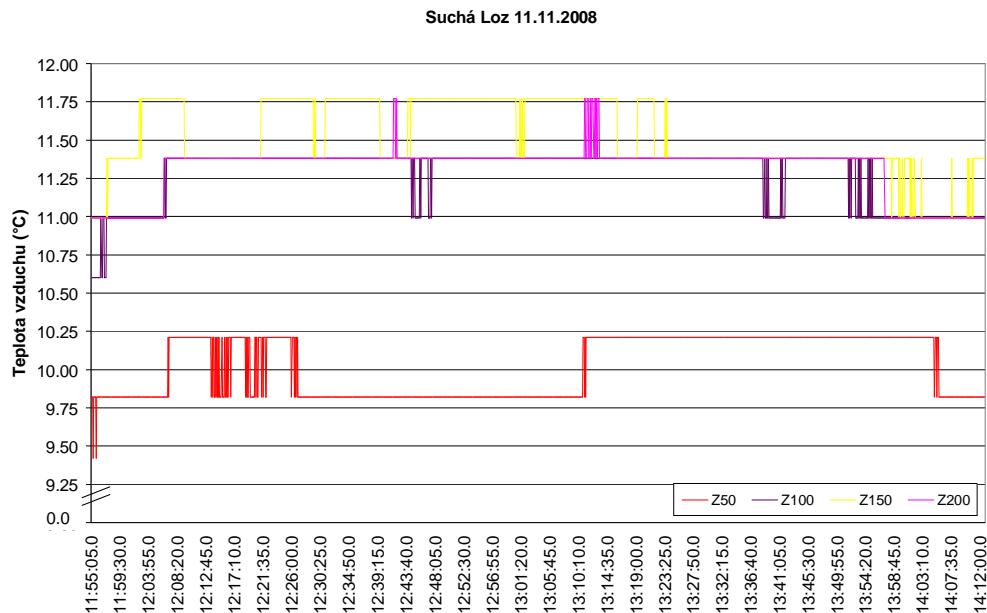
Nejvyšší průměrná relativní vlhkost vzduchu byla při prvním vyhodnocovaném měření 20.10.2007 (viz obr. ) zjištěna ve vzdálenosti 150 m (75,8 %), nejnižší ve vzdálenosti 200 m (61,7 %). Zajímavý je pokles RH, ke kterému došlo přibližně v polovině doby měření, kdy patrně došlo k promíchávání vzduchových mas. Pokud bereme v potaz pouze první polovinu měření (tj.bez velkého výkyvu), nejvyšší průměrná vlhkost vzduchu byla dosažena ve vzdálenosti 100 m. Rychlost větru se v té době pohybovala kolem 2,7 m/s.



Obr.6 Relativní vlhkost vzduchu v jednotlivých vzdálenostech od větrolamu dne 20.10.2007

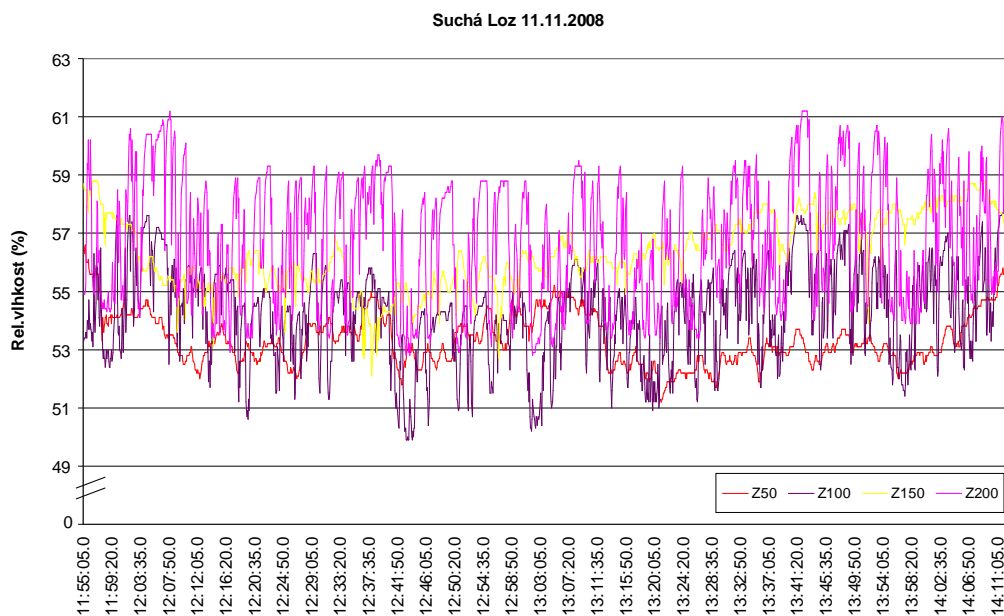
Při druhém měření 11.11.2008 (viz obr.) byla průměrná teplota vzduchu na návětrné straně 11,3 °C a průměrná relativní vlhkost vzduchu 56,7 %. nejvyšší teplota vzduchu byla zjištěna ve vzdálenosti 150 za větrolamem, a to 11,5 °C, nejnižší 50 m za větrolamem (10 °C). relativní vlhkost vzduchu poměrně výrazně kolísala během doby měření.



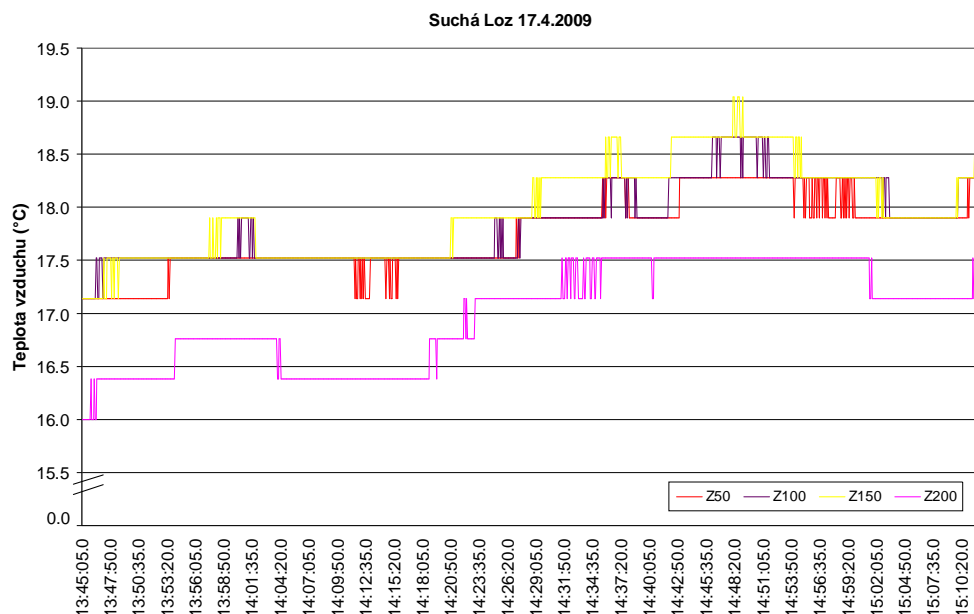


Obr.7 Teplota vzduchu v jednotlivých vzdálenostech od větrolamu dne 11.11.2008

Nejvyšší průměrná hodnota RH byla naměřena ve vzdálenosti 200 m za větrolamem, a to 56,7 %, naopak nejnižší průměrná RH činila 53,3 % (50 m za větrolamem). Průměrná rychlost větru na návětrné straně činila 4,2 m/s, vzduch za větrolamem byl patrně poměrně dost promícháván.

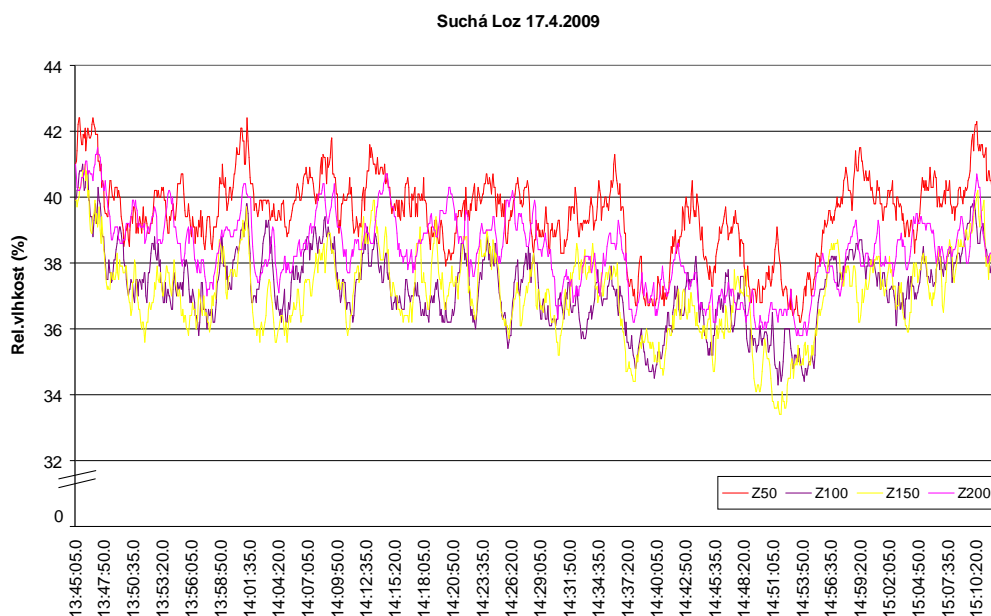


Obr.8 Relativní vlhkost vzduchu v jednotlivých vzdálenostech od větrolamu dne 11.11.2008



Obr.9 Teplota vzduchu v jednotlivých vzdálenostech od větrolamu dne 17.4.2009

Třetí vyhodnocované měření se uskutečnilo 17.4.2009. Průměrná teplota vzduchu na návětrné straně dosahovala 17,1 °C a průměrná RH vzduchu 39 %. Nejvyšší průměrná teplota vzduchu byla zjištěna ve vzdálenosti 150 m (17,9 °C), nepatrně nižší ve vzdálenostech 100 a 50 m a nejnižší ve vzdálenosti 200 m (17,0 °C). Nejvyšší RH byla naměřena ve vzdálenosti 50 m (39,5 %), nejnižší 37,0 % ve vzdálenosti 150 m za větrolamem vzhledem ke směru proudění vzduchu.



Obr.10 Relativní vlhkost vzduchu v jednotlivých vzdálenostech od větrolamu dne 17.4.2009

Zatímco vlivem větrolamů na rychlost větru se zabývá mnoho autorů, vliv na teplotní a vlhkovostní poměry není předmětem mnoha prací (jako např. Cleugh, 1998). Brown a Rosenberg (1970) zjistili zvýšení teploty o 1,8 °C a zvýšení vlhkosti vzduchu o 4 mbar na ploše chráněné větrolamem oproti nechráněné ploše. Ke zvýšení teploty za větrolamem skutečně dochází, mnohem problematičtější je však určení vzdálenosti od větrolamu, ve které

se toto zvýšení ještě projevuje. Při vyšších rychlostech větru, kdy jsou vzduchové masy více promíchávány může docházet k tomu, že teplota i vlhkost vzduchu jsou nižší 50 m od větrolamu než v místě 150 nebo 200 m od větrolamu.

### **Závěr**

Při prvním vyhodnocovaném měření 20.10.2007 byla nejvyšší průměrná teplota vzduchu naměřena ve vzdálenosti 50 m za větrolamem činila 4,7 °C. Nejnižší průměrná teplota byla dosažena ve vzdálenosti 150 m. Nejvyšší průměrná relativní vlhkost vzduchu byla při prvním vyhodnocovaném měření zjištěna ve vzdálenosti 150 m, nejnižší ve vzdálenosti 200 m. Přibližně v polovině doby měření došlo k poklesu RH ve dvou vyhodnocovaných vzdálenostech, kdy patrně došlo k promíchávání vzduchových mas. Není však vyloučena ani vada čidel. Pokud bereme v potaz pouze první polovinu měření (tj. bez velkého výkyvu), nejvyšší průměrná vlhkost vzduchu byla dosažena ve vzdálenosti 100 m.

Při druhém měření 11.11.2008 byla nejvyšší teplota vzduchu zjištěna ve vzdálenosti 150 m za větrolamem, nejnižší 50 m za větrolamem. relativní vlhkost vzduchu poměrně výrazně kolísala během doby měření. Nejvyšší průměrná hodnota RH byla naměřena ve vzdálenosti 200 m za větrolamem, naopak nejnižší průměrná RH byla naměřena 50 m za větrolamem. Průměrná rychlost větru na návětrné straně činila 4,2 m/s, vzduch za větrolamem byl patrně poměrně dost promícháván.

Třetí vyhodnocované měření se uskutečnilo 17.4.2009. Nejvyšší průměrná teplota vzduchu byla zjištěna ve vzdálenosti 150 m, nepatrně nižší ve vzdálenostech 100 a 50 m a nejnižší ve vzdálenosti 200 m. Nejvyšší RH byla naměřena ve vzdálenosti 50 m, nejnižší ve vzdálenosti 150 m za větrolamem vzhledem ke směru proudění vzduchu.

K mírnému zvýšení teploty i vlhkosti vzduchu za větrolamem skutečně dochází, mnohem problematičtější je však určení vzdálenosti od větrolamu, ve které se toto zvýšení ještě projevuje. Při vyšších rychlostech větru, kdy jsou vzduchové masy více promíchávány může docházet k tomu, že teplota i vlhkost vzduchu jsou nižší 50 m od větrolamu než v místě 150 nebo 200 m od větrolamu. Pro detailnější závěry je však potřeba vyhodnotit větší množství měření.

### **Dedikace**

Výsledky této práce jsou součástí řešení projektu NAZV č. QH82099 „Kriteria rozvoje větrné eroze na těžkých půdách a možnosti jejího omezení biotechnickými opatřeními“.

### **Použitá literatura**

BROWN K.W., ROSENBERG N.J., 1970: Shelter-effects on microclimate, growth and water use by irrigated sugar beets in the great plains. In: Agricultural Meteorology, Volume 9: 241-263

CLEUGH H.A., 1998: Effects of windbreaks on airflow, microclimates and crop yields. In: Agroforestry Systems 41: 55–84.

PASÁK, V. A KOL., 1984: Ochrana půdy před erozí. SZN Praha. 164 s.

PODHRÁZSKÁ J., DUFKOVÁ J., 2005: Protierozní ochrana půdy. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. ISBN 80-7157-856-8. s.67

ŠVEHLÍK, R., 1985: Větrná eroze půdy na jihovýchodní Moravě. Zabraňujeme škodám. Svazek 20. Praha: SZN. 80 s.

### **Kontaktní adresa 1. autora:**

Ing. Bronislava Mužíková, Ústav aplikované a krajinné ekologie, Mendelova univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00, bronislava.muzikova@uake.cz