

## ZMĚNY EROZNĚ KLIMATICKÉHO FAKTORU ZA POSLEDNÍCH 40 LET

Jana Dufková

---

### Summary

Wind erosion is caused by meteorological factors such as wind, precipitation and evaporation that influence the soil humidity. Erosive-climatological factor expresses wind and humidity conditions of particular landscape. This is an index of the influence of average soil surface humidity and average wind velocity on average soil erodibility by wind. On the basis of average wind velocity and Konček's humidity index, the values of the erosive-climatological factor for three chosen areas of Czech republic (Telč-Kostelní Myslová, Znojmo-Kuchařovice and Brno-Tuřany), where the processes of wind erosion could exist, were evaluated. Thus, the change of the factor's value during the period of 1961-2000 was studied. The linear trend for the region of Brno and Znojmo (dry areas) shows increasing threat of soils by wind erosion, the contrary situation is at the humid area (Telč). The results prove the influence of soil humidity on the erosive-climatological factor and hereby the influence on wind erosion spreadout.

---

### Úvod

V některých oblastech České republiky jsou způsobovány velké škody větrnou erozí a to nejen v zemědělství. Nebezpečí větrné eroze u nás vzrostlo především díky v minulosti vytvořeným velkým celkům orné půdy. Nejúčinnějším opatřením proti eroznímu účinku větru je vegetační kryt půdy, ten však není možné na orné půdě vždy zachovat. A právě v době, kdy jsou pozemky bez vegetace, stává se zemědělská půda obzvláště náchylná k větrné erozi.

Větrnou erozi ovlivňují zejména faktory meteorologické a půdní, které jsou zesilovány nebo tlumeny přímými zásahy člověka, tj. kultivací a volbou pěstovaných plodin. Přírodní faktory prostředí vyjadřují potenciální ohroženost půdy, označovanou také termínem erodovatelnost.

### Materiál a metody

Z meteorologických faktorů působících větrnou erozi jsou to především poměry větrné, srážky a výpar ovlivňující vlhkost

půdy. Chepil *et al.* (1962) zavedl pojem erozně klimatického faktoru C k určení větrných a vlhkostních podmínek v různých oblastech. Erozně klimatický faktor je pak užíván jako index vlivu průměrné vlhkosti půdního povrchu a průměrné rychlosti větru na průměrnou erodovatelnost půdy větrem.

#### *Končekův index zavlažení*

Erozně klimatický faktor C závisí jednak na rychlosti větru, jednak na efektivní vlhkosti povrchu půdy. Vzhledem k tomu, že nejsou k dispozici údaje o efektivní vlhkosti povrchu půdy, nahrazuje Chepil *et al.* (1962) tuto hodnotu buď Thornthwaitovým indexem vlhkosti  $I_T$  nebo indexem (P-E), jejichž hodnoty jsou pro řadu oblastí USA dány.

Pro Českou republiku nejsou k dispozici ani tyto údaje. Konček (1955) však vyvinul empirický vzorec, tzv. Končekův index zavlažení (1) ve tvaru:

$$I_z = \frac{R}{2} + \Delta r - 10t - (30 + v^2), \quad (1)$$

---

#### Kontakt

Ing. Jana Dufková, [janadufkova@email.cz](mailto:janadufkova@email.cz)

Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Ústav krajinné ekologie, Zemědělská 1, 613 00 Brno  
tel. 545 136 071

kde  $R$  = úhrn srážek za vegetační období (IV-IX) v mm,

$\Delta r$  = kladná odchylka množství srážek třech měsíců v zimním období (XII-II) od hodnoty 105 mm v mm (záporné hodnoty se neuvažují),

$t$  = průměrná teplota za vegetační období v °C a

$v$  = průměrná rychlost větru ve 14 hod za vegetační období v  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

Porovnání Končekova indexu zavlažení s Thornthwaitovým indexem vlhkosti ukázalo, že vztah je téměř lineární v poměru 1:3 (Konček, 1955). Přesné vyjádření tohoto vztahu je (2):

$$I_Z = 3,09I_T + 1,81, \quad (2)$$

kde  $I_Z$  = Končekův index zavlažení a

$I_T$  = Thornthwaitův index vlhkosti.

Končekův index zavlažení byl autorem zpracován pro celé bývalé Československo a jeho hodnoty jsou uvedeny buď tabelárně nebo formou izolinií v mapě republiky (Konček, 1957).

#### *Erozně klimatický faktor*

Ve vztahu pro erozně klimatický faktor  $C$  je tedy možné nahradit hodnotu Thornthwaitova indexu vlhkosti  $I_T$  hodnotou Končekova indexu  $I_Z$  s použitím převodního součinitele.

Chepil *et al.* (1962) uvádí vztah pro erozně klimatický faktor rovnicí (3):

$$C' = \frac{100 \times v^3}{1,9 \times (I_T + 60)^2}, \quad (3)$$

kde  $C'$  = erozně klimatický faktor (%),

$v$  = průměrná roční rychlost větru ve výšce 10 m nad povrchem půdy ( $\text{míle}\cdot\text{hod}^{-1}$ ) a

$I_T$  = Thornthwaitův index vlhkosti.

Konstanta 1,9 udává průměrnou hodnotu  $v^3(I_T+60)^{-2}$  pro Garden City v Kansasu. Pro tuto oblast byla prováděna terénní šetření pro vztahy potenciální ztráty půdy ve vztahu ke všem faktorům, ovlivňujícím tuto ztrátu.

Erozně klimatický faktor  $C'$ , určený z rovnice (3) udává tedy hodnotu ztráty půdy, která může nastat v dané oblasti jako procentuální podíl ze ztráty půdy v Garden City, za předpokladu, že ostatní faktory pro obě srovnávané oblasti jsou shodné.

Úpravu rovnice pro stanovení erozně klimatického faktoru v našich podmínkách provedl Vrána (1978) (4):

$$C' = 100 \times 56,1 \frac{v^3}{(I_Z + 183,58)^2}, \quad (4)$$

kde  $C'$  = erozně klimatický faktor (%),

$v$  = průměrná rychlost větru ve výšce 10 m nad povrchem půdy ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) a

$I_Z$  = Končekův index zavlažení.

Na základě rovnice (4) byly vypočteny hodnoty erozně klimatického faktoru  $C'$  pro oblasti České republiky, v nichž může dojít k procesům větrné eroze. Hodnoty Končekova indexu zavlažení  $I_Z$  byly získány interpolací z izolinií Končekova indexu zavlažení. Údaje o průměrných ročních rychlostech větru byly získány z vyhodnocených měření rychlostí větru na meteorologických stanicích (Vrána, 1978).

Vzhledem k tomu, že podle Chepila (1945) i dalších autorů začíná pohyb půdy při rychlosti větru 21-48  $\text{km}\cdot\text{hod}^{-1}$  (3) což odpovídá větru 5° Beaufortovy stupnice a rychlostem vyšším, byly pro výpočet erozně klimatického faktoru brány údaje o průměrných rychlostech a četnosti výskytu větrů rovných nebo vyšších než 5°Bf.

Mezi průměrnou roční rychlostí větrů vyšších než 5°Bf a jejich četností výskytu byla zjištěna těsná korelační závislost ve tvaru (5) (Vrána, 1978):

$$v = 0,177\check{c} + 2,222, \quad (5)$$

kde  $v$  = průměrná roční rychlost větru ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) a  
 $\check{c}$  = četnost výskytu větrů  $\geq 5^\circ\text{Bf}$  (%).

Hodnoty klimatického faktoru, vypočtené z rovnice (4), byly vyneseny do mapy ČR a interpolací vykresleny izolinie erozně klimatického faktoru  $C'$  (obr. 1) (Vrána, 1978).

Erozně klimatický faktor  $C'$  udává procentuální snížení hodnoty potenciální ztráty půdy oproti této ztrátě v Garden City a v rovnici pro výpočet intenzity větrné eroze je použit klimatický faktor  $C$  v bezrozměrném tvaru (6):

$$C = 0,01C', \quad (6)$$

Hodnoty erozně klimatického faktoru  $C$  pro jednotlivé stanice ČR jsou uvedeny v tab. 1.

**Obr. 1** Mapa erozně klimatického faktoru  $C'$  (Vrána, 1978)

Mapa ohroženosti oblastí větrnou erozí pro Českou republiku byla sestavena na základě erozně klimatického faktoru  $C$  a mapy půdních druhů (obr. 2). Za hraniční hodnoty klimatického faktoru byly zvoleny hodnoty  $C=20$  a  $40$  a izočáry těchto hodnot byly zakresleny do mapy ČR. Různé druhy půd jsou i různě náchylné k větrné erozi, a proto podle závislosti erodovatelnosti půdy na procentickém obsahu částic  $<0,01$  mm odvozené Pasákem (1966), byly oblasti

ohrožené větrnou erozí v České republice rozděleny do 6-ti stupňů (tab. 2). Nejhroženější oblastí, vymezenou erozně klimatickým indexem vyšším než  $40$  a lehkými půdami, je oblast Dolnomoravského úvalu a dolního toku řeky Dyje. Vlivem přepadových větrů fénového typu je také silně postihována větrnou erozí moravská oblast pod Bílými Karpatami přiléhající k Dolnomoravskému úvalu (Pasák a Janeček, 1971).

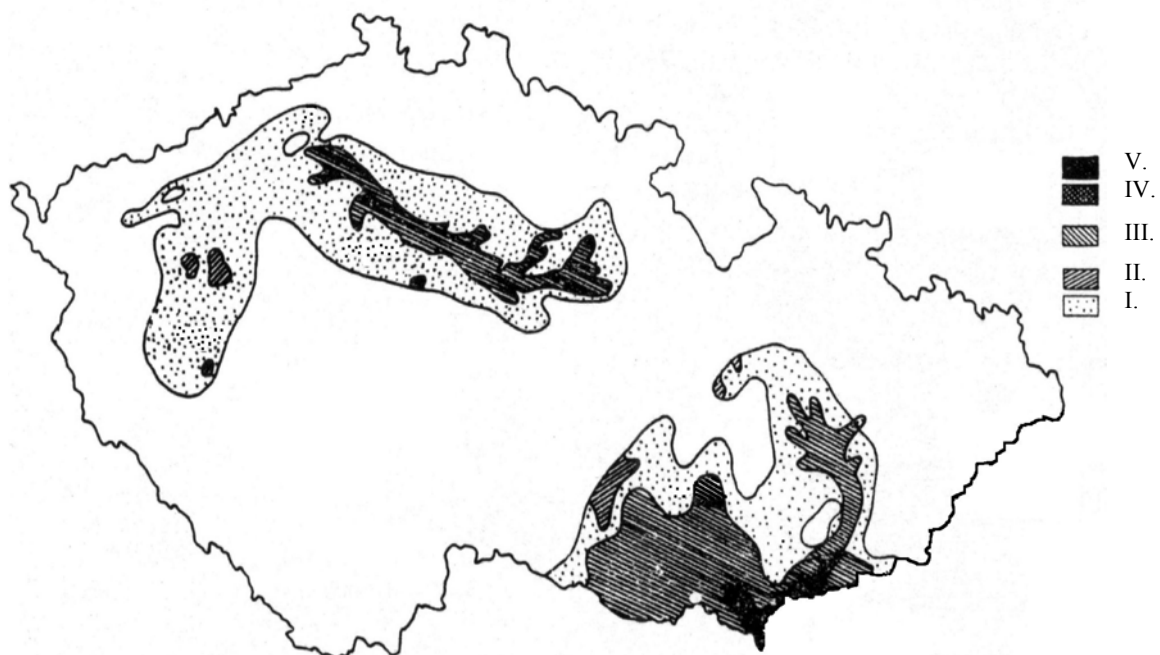
**Tab. 1** Hodnoty erozně klimatického faktoru C

Stanice	Faktor C	Stanice	Faktor C
Brno	0,12	Mariánské lázně	0,05
Bystřice nad Pernšt.	0,11	Mělník	0,05
Bystřice pod Host.	0,05	Milešovka	0,05
Bzenec	0,06	Mutěnice	0,06
Čáslav	0,08	Náměšť nad Oslavou	0,04
Dolní Roveň	0,04	Nezabudice	0,05
Hostomice	0,02	Olomouc	0,03
Hranice	0,07	Ondřejov	0,05
Jaroměř	0,07	Plzeň	0,04
Jevíčko	0,07	Podbořany	0,05
Karlovy Vary	0,07	Pouchov	0,08
Klobouky	0,11	Praha	0,05
Kroměříž	0,07	Prostějov	0,06
Lednice	0,08	Slaný	0,05
Lopeník	0,08	Teplice	0,07
Luhačovice	0,07	V. Meziříčí	0,06
Luže, Košumberk	0,08	Znojmo	0,08

#### Vstupní data

Ve třech vybraných oblastech České republiky (obr. 3) byla v období let 1961-2000 sledována změna hodnot erozně klimatického faktoru C. Data, potřebná pro výpočet tohoto faktoru dle Vrány (1978), tedy úhrn srážek za vegetační období a za tři měsíce zimního období v mm, průměrná teplota za vegetační období v °C a průměrná rychlost větru ve

14 hod za vegetační období v  $m.s^{-1}$  - pro výpočet Končeka indexu zavlažení, a dále průměrná rychlost větru ve výšce 10 m nad povrchem půdy v  $m.s^{-1}$ , pochází ze tří meteorologických stanic jižní Moravy - Telč-Kostelní Myslová, Znojmo-Kuchařovice a Brno-Tuřany (tab. 3). Pro tyto stanice byl z mapy půdních druhů Atlasu podnebí ČSSR (1958) stanoven i procentuální obsah jílovitých částic v půdě (tab. 4).



**Obr. 2** Mapa ohroženosti oblastí ČR větrnou erozí (Pasák a Janeček, 1971)

**Tab. 2** Ohroženost oblastí větrnou erozí

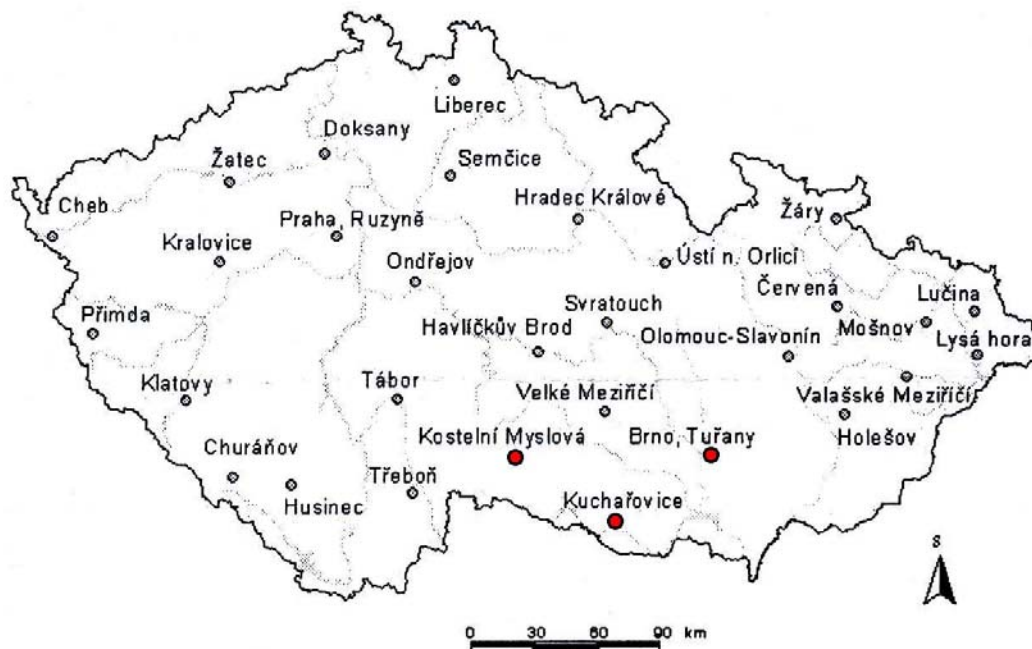
Stupeň ohrožení	C	% obsah částic I. zrn. kategorie
I. bez ohrožení	<20	>30
II. velmi slabé	20-40	>30
III. slabé	20-40	20-30
IV. střední	20-40	0-20
	>40	>30
V. silné	>40	20-30
VI. velmi silné	>40	0-20

**Tab. 3** Klimatická charakteristika vybraných meteorologických stanic

Indikativ meteo. stanice	Název meteo. stanice	Zeměpisná		Nadmořská	Klimatická		
		šířka	délka	výška	oblast	podoblast	
		s. š.	v. d.	m n. m.		I <sub>z</sub>	
636	Kostelní Myslová	49° 09' 36"	15° 26' 21"	569	mírně teplá	vlhká	60 - 120
698	Kuchařovice	48° 53' 00"	16° 05' 00"	334	teplá	suchá	< -20
723	Tuřany	49° 09' 35"	16° 41' 44"	241	teplá	mírně suchá	-20 - 0

**Tab. 4** Procentuální obsah I. kategorie půdních zrn (<0,01 mm)

Indikativ meteo. stanice	Název	% obsah částic I. zrn. kategorie
636	Kostelní Myslová	30-45
698	Kuchařovice	10-20
723	Tuřany	30-45



**Obr. 3** Vybrané meteorologické stanice ČR

## Výsledky a diskuse

### *Končekův index zavlažení*

Pro výpočet erozně klimatického faktoru je nejdříve nutné vypočítat Končekův index zavlažení, který charakterizuje vlhkostní ráz krajiny. Jeho hodnota, stanovená podle vzorce (1), jako průměr za vegetační období z časové řady 1961-1990, vykazuje u všech třech meteorologických stanic pokles své hodnoty vůči hodnotě tabulkové, podle níž jsou tyto stanice zařazeny do klimatických podoblastí (Dufková a Toman, 2003). Při dopočítání indexu do roku 2000 se lineární trend, proložený grafy na obrázku 4 od normálového období 1961-1990 příliš neliší, u stanic Kostelní Myslová, Kuchařovice je téměř nulový, u stanice Tuřany pak klesající.

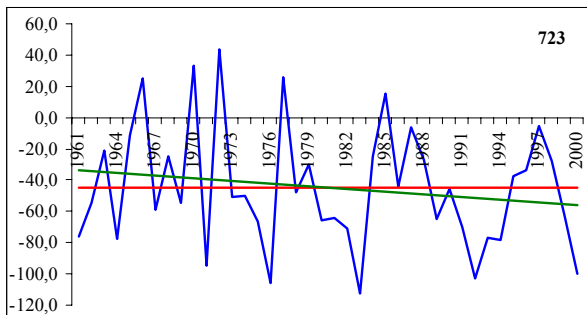
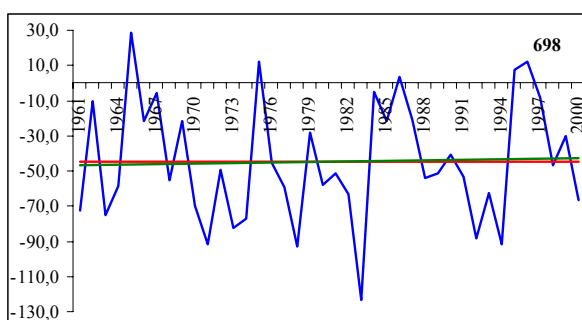
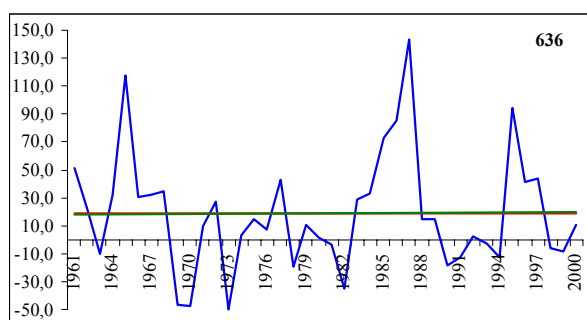
### *Erozně klimatický faktor*

Hodnoty erozně klimatického faktoru vypočítané pro jednotlivé stanice podle vzorce (4) na základě průměrné roční rychlosti větru a Končekova indexu zavlažení sledují, pomocí lineárního trendu

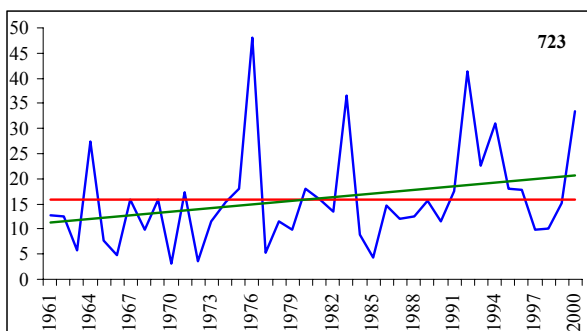
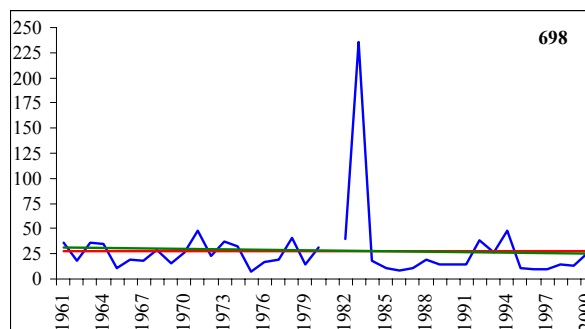
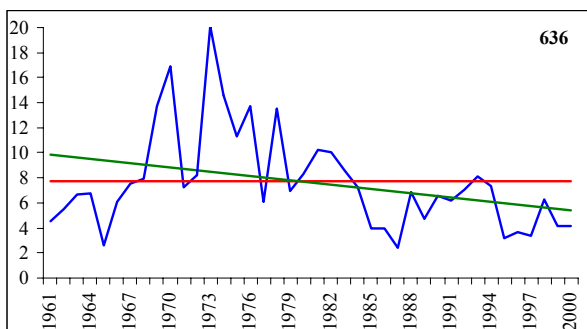
proloženého grafy na obr. 5, změnu faktoru během období 1961-2000. U stanic 698 - Kuchařovice a 723 - Tuřany má lineární trend klimatického faktoru vzrůstající tendenci, tedy teoreticky se v této oblasti během posledních 40 let zvýšilo potenciální ohrožení půdy větrnou erozí. Výrazné je toto především u stanice Tuřany - stanice suché s klesajícím trendem hodnot indexu zavlažení.

Také spojnice trendu proložená grafem u stanice 636 - Kostelní Myslová, zachycuje trvalý směr a vývoj hodnot erozně klimatického faktoru v průběhu období 1961-2000. Lineární trend tady znázorňuje celkovou klesající tendenci klimatického faktoru ve sledovaném období.

Oblast jižní Moravy patří k nejsušším v České republice, nicméně její západní část již spadá do klimaticky chladnější a vlhčí oblasti Českomoravské Vysočiny. Z tohoto hlediska lze posuzované stanice rozdělit na stanice spadající do teplejší a sušší oblasti (Kuchařovice a Tuřany) a stanice spadající do oblasti chladnější a vlhčí (Kostelní Myslová). Proto jsou také hodnoty erozně klimatického faktoru nižší u stanice Kostelní Myslová, než je tomu u ostatních dvou stanic.



**Obr. 4** Končekův index zavlažení (modře) vybraných stanic za vegetační období 1961-2000. Průměr  $I_z$  značen červeně, lineární trend zeleně.



**Obr. 5** Erozně klimatický faktor (modře) vybraných stanic za období 1961-2000. Průměr C značen červeně, lineární trend zeleně.

Ze statistického zhodnocení (tab. 5) dále plyne, že průměrné hodnoty klimatického faktoru víceméně kopírují mapy na obr. 1-2. Stanice Kostelní Myslová se svou průměrnou hodnotou klimatického faktoru 7,7 a obsahem jílovitých částic vyšším jak 30 % je tak, i díky vlhkému klimatu, větrnou erozí neohrožena, ostatní dvě stanice ze suché oblasti jižní Moravy jsou pak ohroženy, na základě průměrných hodnot, slabě až středně. Samozřejmě, záleží vždy především na kon-

krétních vlhkostních podmínkách v daném roce a na druhu půdy vyskytující se v dané oblasti. Podíváme-li se totiž na maximální hodnoty klimatického faktoru, zjistíme, že obě dvě stanice jsou v daném období ohroženy nejvyšším stupněm eroze. Z tohoto důvodu, více než průměrné hodnoty klimatického faktoru, je lepší brát do úvahy jeho trend, který tak lépe vypovídá o vývoji potenciální ohroženosti dané oblasti v průběhu několika let.

**Tab. 5** Statistické zhodnocení erozně klimatického faktoru za období 1961–2000

Indikativ meteo. stanice	636	698	723
<b>Průměr</b>	7,7	28,1	15,9
<b>Maximum</b>	20,1	235,1	48,0
<b>Minimum</b>	2,4	7,0	3,1
<b>Amplituda</b>	17,7	228,1	44,9
<b>Medián</b>	6,9	19,0	14,1
<b>Směrodatná odchylka</b>	3,9	35,5	10,0
<b>Koeficient asymetrie</b>	1,3	5,3	1,5
<b>Koeficient špičatosti</b>	1,6	30,7	2,3

## Závěr

Stanovení potenciální ohroženosti území větrnou erozí je složitější než u eroze vodní. V literatuře se uvádějí možné výpočty a stanovení, jejich nevýhodou však je, že zpravidla vycházejí z jednotlivých dílčích činitelů podílejících se na vzniku

větrné eroze. Jedním z takových činitelů, lépe řečeno vlivů procesu větrné eroze, je i klimatický faktor, který lze samostatně s pomocí tabulek či map použít k hodnocení potenciální ohroženosti půd větrnou erozí nebo, po dosazení do vzorce spolu s dalšími faktory, k výpočtu intenzity větrné eroze. Erozně klimatický

faktor je odvozen na základě hodnot rychlosti větru a vlhkosti území. K jeho zjištění je tedy třeba nejdříve stanovit vlhkostní charakteristiku daného území. K tomuto účelu bylo použito Končekova indexu zavlažení. Erozně klimatický faktor byl v této práci použit k hodnocení potenciální ohroženosti půd v oblasti jižní Moravy za období 1961-2000. Výsledky práce dokládají vliv vlhkosti půdy na

tento faktor a tím i na rozšíření větrné eroze.

Kategorizací oblastí ohrožených větrnou erozí se stanoví pouze průměrná potenciální ohroženost půd větrem dané oblasti. V detailním posuzování náchylnosti zejména zemědělských půd je nutno zjišťovat vždy aktuální erodovatelnost půd a teprve na tomto podkladě uvažovat o potřebných protierozních opatřeních.

### **Poděkování**

Výsledky této studie jsou součástí výzkumného záměru MSM 432100001, který řeší AF MZLU v Brně.

### **Literatura**

- DUFKOVÁ, J., TOMAN, F. Využití Končekova indexu zavlažení ke zjištění trendu výskytu klimatického sucha v oblasti Jižní Moravy. *Soil and Water*, 2003, č. 2, s. 35-45. ISSN 1213-8673.
- CHEPIL, W. S. The Transport Capacity of the Wind. *Soil Science*, 1945, č. 60, s. 475-480.
- CHEPIL, W. S., SIDDOWAY, F. H., ARMBRUST, D. V. Climatic Factor for Estimating Wind Erodibility of Farm Fields. *J. Soil and Water Conservation*, 1962, č. 1., s. 162-165.
- Kolektiv autorů Atlas podnebí ČSSR. Praha, 1958.
- KONČEK, M. Index zavlažení. *Meteorologické zprávy*, 1955, roč. 8, č. 4, s. 96-99.
- KONČEK, M.: Klimatické oblasti Československa. *Meteorologické zprávy*, 1957, roč. 10, č. 5, s. 113-119.
- PASÁK, V. *Struktura půdy a větrná eroze*. Vědecké práce VÚZZP Praha, 1966, s.73-82.
- PASÁK, V., JANEČEK, M. Vymezení oblastí náchylnosti k větrné erozi v ČSSR. *Rostlinná výroba*, 1971, roč. 17, č. 7, s. 763-767.
- VRÁNA, K. *Stanovení intenzity větrné eroze v podmínkách ČSSR*. Kandidátská disertační práce. Praha : ČVU v Praze, 1978.