

EROZE PŮDY V PODMÍNKÁCH KLIMATICKÉ ZMĚNY

Jana Dufková, František Toman

Summary

By comparison with the average volume of rainfall between 1901-1950 and 1961-2000 there are registered the lower volumes of rainfall in the second period in all the chosen regions of Czech Republic. This responds with the trend of global warming followed by the decreasing of total rainfall. On the other hand, the increasing trend of the torrential rain occurrence is registered in the time period of 1961-2000 and from this the increasing danger of erosion processes formation follows. Three climatological indexes that describe the humidity character of landscape are calculated for the long-term period of 1961-2000. The results show the decreasing trend in the course of individual years of the mentioned time period - all the indexes show the decreasing of the humidity character of the landscape and decreasing of the soil moisture. Basing on these results it can be deduced that the expected climate change will influence some factors affecting the erosion processes. It is very probable that this change will increase the intensity of wind erosion.

Úvod

Klimatičtí činitelé nepůsobí v přírodě vždy jen příznivě, v některých případech mohou zapříčinit značné škody až katastrofy. Většina těchto jevů působí nepříznivě proto, že je nedovedeme ovládat. Prvotní příčinou eroze půdy jsou klimatické jevy.

Pro účely ochrany půdy před erozí je nutné znát výskyt, rozdělení a intenzitu srážek. Pro procesy vodní eroze jsou rozhodující zejména srážky přívalové, které se v našich podmínkách vyskytují od května do konce září. Pro ohrožení půd větrnou erozí hrají pak významnou roli srážky zimní a srážky v jarních měsících, které rozhodují o vlhkosti půdy a tím ovlivňují její erodovatelnost větrem.

Cílem práce proto bylo získání podkladů o rozdělení srážek v jednotlivých měsících v delším časovém období a pomocí klimatologických indexů pak zhodnocení vlhkostního rázu studovaného území, příp. jeho změny během období 1961-2000.

Materiál a metody

Vlhkostní charakteristiky byly vypočteny pro čtyři meteorologické stanice Českého hydrometeorologického ústavu (ČHMÚ). Jedná se o stanice Telč-Kostelní Mýslavá, Velké Meziříčí, Znojmo-Kuchařovice a Brno-Tuřany (obr.1, tab. 1).

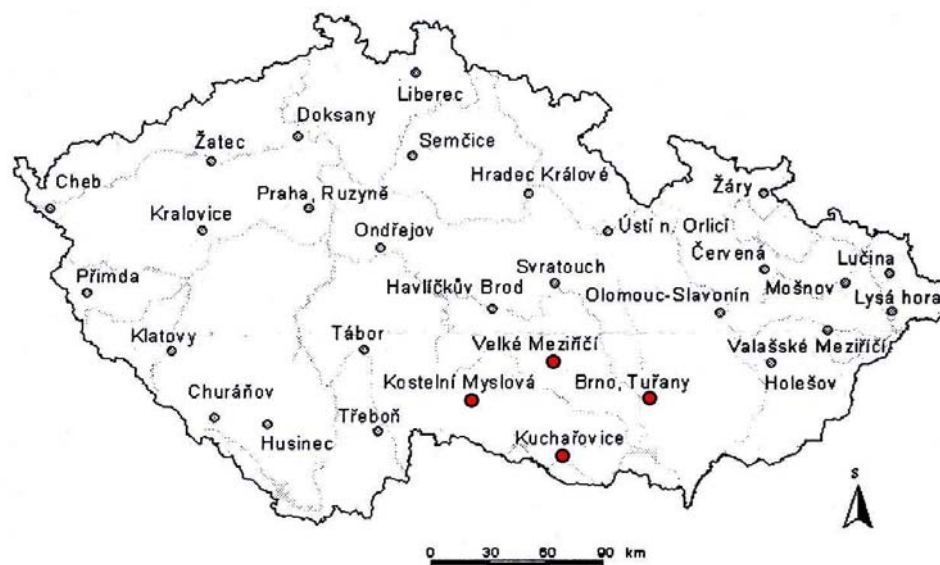
Veškeré analýzy srážkových údajů vybraných stanic, týkající se vodní eroze, byly zpracovány pro období 1901-1950 a 1961-2000. K výpočtu klimatologických indexů bylo použito hodnot vybraných meteorologických prvků, pocházejících z měření na výše uvedených meteorologických stanicích ČHMÚ, a to z období 1961-2000.

K vlastnímu výpočtu bylo třeba znát průměrný roční a měsíční srážkový úhrn v mm, výskyt přívalových dešťů s intenzitou nad 20 mm za hodinu a vydatností nad 10 mm, průměrnou roční teplotu vzduchu ve °C, průměrnou teplotu celého vegetačního období v °C a průměrnou rychlost větru ve 14 hodin v m.s⁻¹ v celém vegetačním období.

Kontakt

Ing. Jana Dufková, janadufkova@email.cz, tel. 545 136 071

Prof. Ing. František Toman, CSc., tomanf@mendelu.cz, tel. 545 133 088



Obr. 1 Vybrané meteorologické stanice ČHMÚ.

Tab. 1 Charakteristika vybraných meteorologických stanic.

Indikativ meteo. stanice	Název meteo. stanice	Zeměpisná		Nadmořská výška
		šířka	délka	
		s. š.	v. d.	m n. m.
636	Telč-Kostelní Myslová	49° 09' 36"	15° 26' 21"	569
687	Velké Meziříčí	49° 21' 14"	16° 00' 31"	452
698	Znojmo-Kuchařovice	48° 53' 00"	16° 05' 00"	334
723	Brno-Tuřany	49° 09' 35"	16° 41' 44"	241

Vodní eroze

Předmětem výzkumu byly analýzy srážkových údajů ze čtyř vybraných profesionálních meteorologických stanic, Telč-Kostelní Myslová, Velké Meziříčí, Znojmo-Kuchařovice a Brno-Tuřany, za období 1961-2000. Byla vytvořena databáze těchto údajů a provedeno základní statistické vyhodnocení. U jednotlivých stanic byly stanoveny trendy ročních a měsíčních úhrnů srážek a trendy srážek v období největšího výskytu přivalových dešťů (květen až září). Na základě rozborů ombrografických záznamů byla zjištěna četnost výskytu erozně nebezpečných dešťů a provedeno vyhodnocení výskytu těchto dešťů s intenzitou nad 20 mm za hodinu a vydatností nad 10 mm. Tyto a další výpočty statistických charakteristik byly provedeny pomocí statis-

tických programů (Kadlec a Toman, 2002).

Větrná eroze

Větrná eroze se vyskytuje především v území, kde je počasí charakterizováno nízkými a proměnlivými srážkami, proměnlivou a vysokou rychlostí větru, častým výskytem sucha, rychlými a extrémními změnami teploty a vysokým výparem, tzn. v aridních oblastech. Její výskyt byl zaznamenán převážně tam, kde je půda bez rostlinstva, nebo kde je rostlinná pokrývka slabě vyvinuta. Vodní eroze se naopak vyskytuje v typicky humidních oblastech. Oba typy eroze se pak víceméně setkávají v oblastech semi-aridních, kde se vyskytují ve zřetelných formách.

Nejobecnější charakteristika podnebí se provádí pomocí tzv. indexů. Klimatologickým indexem rozumíme veličinu vypočtenou pomocí empirických vzorců zohledňujících vazby několika ekologických činitelů např. srážek, evapotranspirace, záření, teploty a vlhkosti vzduchu, síly a směru větru, délky vegetačního období aj. Na základě dostupnosti dat potřebných k výpočtu charakteristik vyjadřujících vlhkostní ráz krajiny, byly vybrány tři klimatologické indexy, index zavlažení, dešťový faktor a vláhová jistota. Jejich hodnoty vypočítané pro tři meteorologické stanice, Telč-Kostelní Myslová, Znojmo-Kuchařovice a Brno-Tuřany, za období 1961-2000 byly následně porovnány a statisticky vyhodnoceny (Dufková a Toman, 2003).

Končekův index zavlažení

Končekův index zavlažení je klimatologický index využívaný hlavně k třídění a k rajonizaci podnebí, a to makroklimatu a mezoklimatu. Vzorec udávající index

zavlažení pro celé vegetační období (duben až září) má tvar (1) (Konček, 1955):

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

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

Δr = 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,

v = průměrná rychlost větru ve 14 hod za vegetační období v m.s⁻¹.

V uvedeném vzorci je tedy brán zřetel i na vydatnost zimních srážek, které mají na začátku vegetačního období velký vliv na vlhkost půdy.

Při posuzování číselných hodnot se za suché klimatické oblasti považují ty se záporným indexem zavlažení (tab. 2). Je třeba dodat, že stupeň zavlažení vyplývající z indexu zavlažení platí pro standardní půdní poměry v standardním reliéfu.

Tab. 2 Rozdělení na oblasti podle:

Končekova indexu zavlažení I_z ,

Langova dešťového faktoru f ,

Minářovy vláhové jistoty J .

I_z	podoblast
<-20	suchá
-20-0	mírně suchá
0-60	mírně vlhká
60-120	vlhká
>120	velmi vlhká

f	oblast
<40	aridní
40-60	semiaridní
60-100	humidní
>100	perhumidní

J	oblast
-4-0	nejsušší
1-7	silně suchá
8-14	středně suchá
15-21	s vyrovnanou bilancí
22-28	mírně vlhká
29-35	středně vlhká
35	silně vlhká

Langův dešťový faktor

Langův dešťový faktor vyjadřuje podmínky přirozeného zavlažení krajiny, a to vztahem mezi atmosférickými srážkami a teplotou vzduchu (2) (Sobíšek, 1993):

$$f = \frac{R}{t}, \quad (2)$$

kde f = dešťový faktor,

R = průměrný roční úhrn srážek v mm,

t = průměrná roční teplota vzduchu v °C.

V České republice byl úspěšně využit Langův dešťový faktor vypočtený z dat vegetačního období k charakteristice klimatického sucha v jednotlivých letech (Sobíšek, 1993). Nevýhodou této metody je, že nebere ohled na rozdělení sráž-

žek a teploty v průběhu roku, což může vést k tomu, že při používání ročních hodnot dostaneme stejné dešťové faktory, i když klimatický režim je zásadně odlišný (Konček, 1955).

Hodnoty Langova dešťového faktoru a na základě nich rozdělení území do oblastí je znázorněno v tabulce 2. Pro území bývalého Československa byla stanovena hranice pro suchou oblast $f \leq 70$ (Svoboda a Žalud, 1997).

Minářova vláhová jistota

Minářova vláhová jistota charakterizuje vláhové poměry daného místa. Vychází z Minářova koeficientu J , jenž se určuje ze vztahu (3) (Sobíšek, 1993):

$$J = \frac{R - 30(t + 7)}{t}, \quad (3)$$

kde R = průměrný roční úhrn srážek v mm,

t = průměrná roční teplota vzduchu ve $^{\circ}\text{C}$.

Minářova vláhová jistota, vyjádřená poměrem průměrného množství srážek za určité období a průměrné teploty téhož období, udává množství srážek připadající na každý stupeň průměrné teploty daného období (Brablec, 1948).

Tabulka 2 udává jednotlivé hodnoty Minářovy vláhové jistoty a k nim přiřazené oblasti.

Výsledky a diskuse

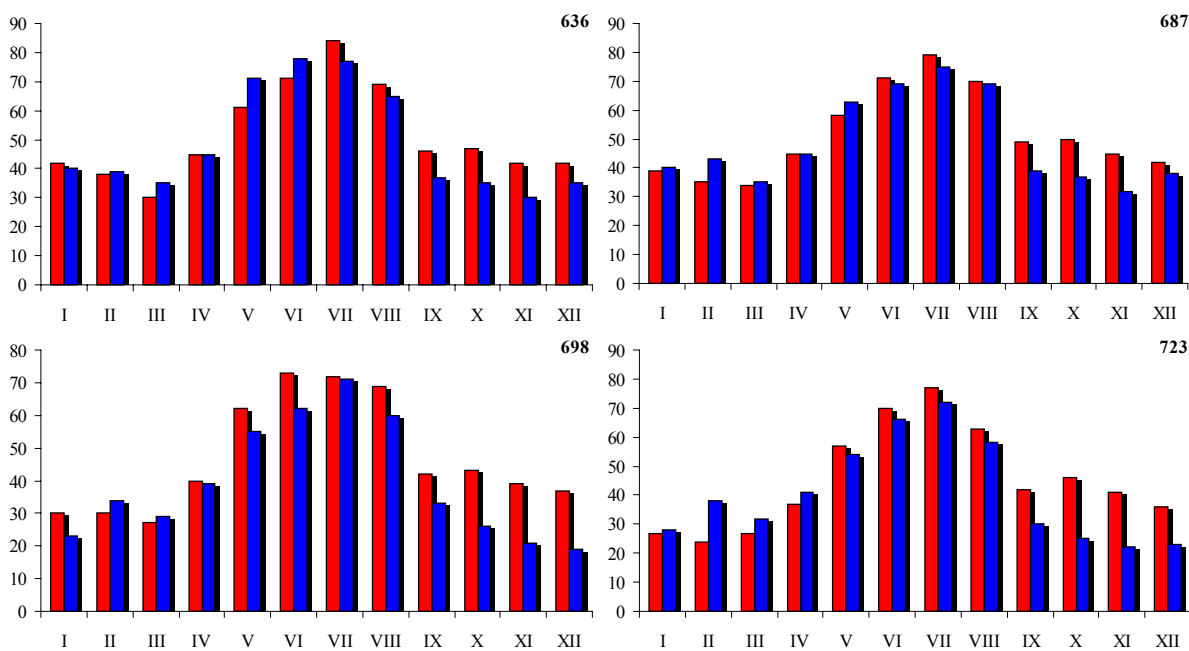
Výpočty a analýzy, které byly provedeny pro zjištění dopadu změny klimatu na půdní erozi, potvrzují předpoklad o snižování množství srážek. Různé scénáře

klimatické změny se zmiňují o snížení úhrnů srážek v tom smyslu, že potenciálně zůstane jejich množství na stejné úrovni, ale změní se rozdělení srážkových úhrnů během roku se zvýšeným výskytem přivalových dešťů. Všechny následky tak budou mít negativní dopad na půdu a předpokládá se, že oběma typy eroze bude postiženo mnohem více oblastí.

Vodní eroze

Posouzení historických srážkových řad bylo provedeno pro stanice Telč-Kostelní Myslová, Brno-Tuřany, Velké Meziříčí a Znojmo-Kuchařovice za období 1961-2000.

Porovnání průměrných hodnot ročních a měsíčních úhrnů srážek za období 1961-2000 s obdobím 1901-1950 je pro jednotlivé stanice uvedeno na obrázku 2. Srovnání vybraných období ukazuje na pokles ročního úhrnu srážek v hodnoceném období ve srovnání s dlouhodobým průměrem let 1901-1950. Tento pokles je u sledovaných stanic různý a pohybuje se v intervalu 30-91 mm ročně. Na rozdíl se výrazněji podílí srážky v období říjen až duben (26-61 mm). Stanice Telč-Kostelní Myslová a Velké Meziříčí mají rozdíl těchto hodnot nižší než stanice Brno-Tuřany a Znojmo-Kuchařovice. Nejvyšší rozdíl byl zjištěn u stanice Znojmo-Kuchařovice (91 mm), nejnižší u stanice Telč-Kostelní Myslová (30 mm). Největší poklesy měsíčních úhrnů srážek byly zaznamenány u všech stanic v měsících říjen, listopad a prosinec. Největší rozdíl byl zaznamenán u stanice Brno-Tuřany v měsíci říjnu (21 mm).



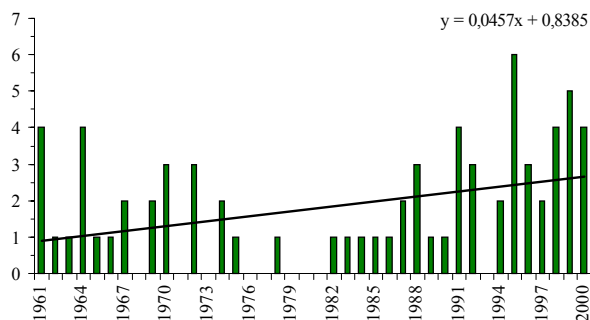
Obr. 2 Srovnání průměrných hodnot měsíčních úhrnů srážek v mm za období 1961-2000 (modře) s obdobím 1901–1950 (červeně) pro jednotlivé stanice (označeny indikativem).

Tab.3 Četnost výskytu erozně nebezpečných dešťů za období 1961-2000.

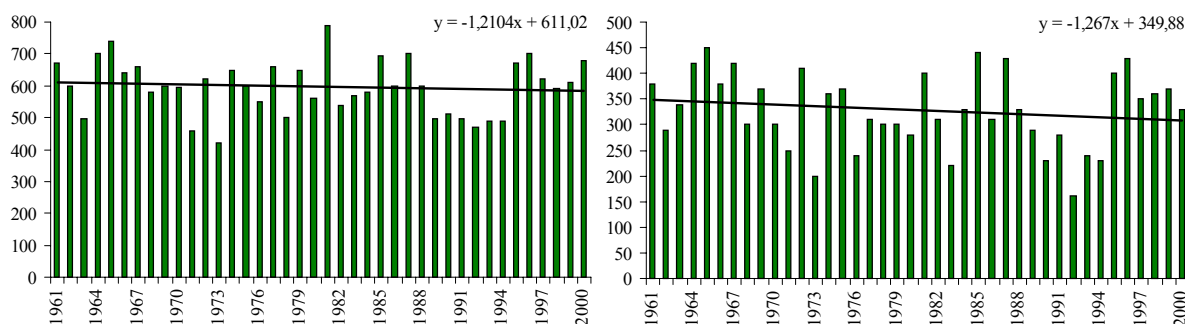
	Telč-Kostelní Myslová		Velké Meziříčí		Znojmo-Kuchařovice		Brno-Tuřany	
	počet	%	počet	%	počet	%	počet	%
květen	7,0	7,5	7,0	9,9	12,0	14,1	15,0	18,5
červen	27,0	29,0	22,0	31,0	27,0	31,8	23,0	28,4
červenec	29,0	31,2	21,0	29,6	22,0	25,9	22,0	27,2
srpen	23,0	24,7	15,0	21,1	21,0	24,7	11,0	13,6
září	7,0	7,5	6,0	8,5	3,0	3,5	10,0	12,3
celkem	93,0	100,0	71,0	100,0	85,0	100,0	81,0	100,0
průměrný výskyt za rok	2,3		1,8		2,1		2,0	

Pro stanovení četnosti výskytu erozně nebezpečných dešťů s intenzitou nad 20 mm za hodinu a vydatností nad 10 mm byly analyzovány ombrografické záznamy. Četnost jejich výskytu je uvedena v tab. 3. Obr. 3 ukazuje četnost výskytu erozně nebezpečných dešťů pro stanici Velké Meziříčí a jeho trend v hodnoceném období.

Trend ročních úhrnů srážek za období 1961-2000 u stanice Velké Meziříčí ukazuje obr. 4, trend úhrnů srážek v období výskytu erozně nebezpečných dešťů je znázorněn tamtéž. Z analýz je patrný vzestupný trend četnosti výskytu u všech sledovaných stanic (Kadlec a Toman, 2002).



Obr. 3 Četnost výskytu přivalových dešťů na stanici Velké Meziříčí.



Obr. 4 Trend ročních úhrnů srážek v mm za období 1961-2000 u stanice Velké Meziříčí a trend úhrnů srážek v mm v období výskytu erozně nebezpečných dešťů na téže stanici.

Větrná eroze

Porovnání tří klimatologických indexů bylo provedeno pro období 1961-2000 z dat ze tří meteorologických stanic, Telč-Kostelní Myslová, Znojmo-Kuchařovice a Brno-Tuřany. Analýzy byly zpracovány jak pro jednotlivé roky sledovaného období, tak pro vegetační období těchto let.

Končekův index zavlažení

Končekův index zavlažení, vypočítaný podle vzorce (1) jako průměr za vegetační období z časové řady 1961-2000, vykazuje u všech tří meteorologických stanic pokles své hodnoty vůči hodnotě tabulkové, podle níž jsou tyto stanice zařazeny do klimatických podoblastí. Spojnice trendu, proložená grafy na obr. 5 zachycuje trvalý směr a vývoj hodnot Končekova indexu zavlažení v průběhu vegetačního období let 1961-2000. Line-

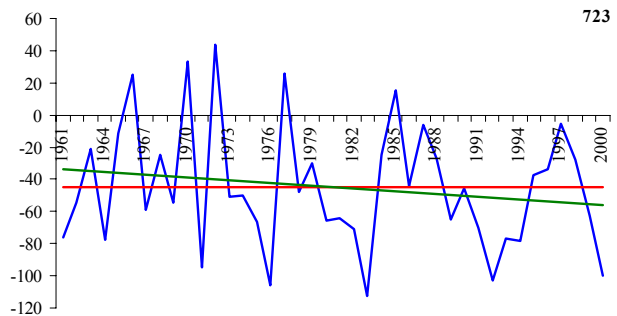
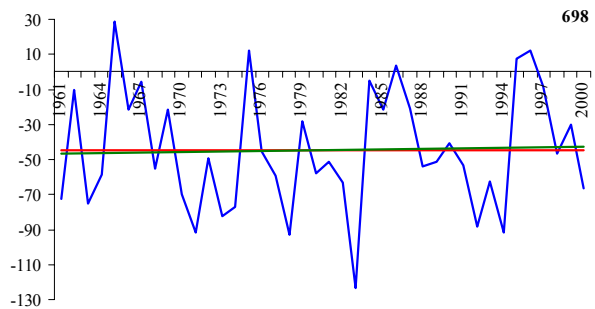
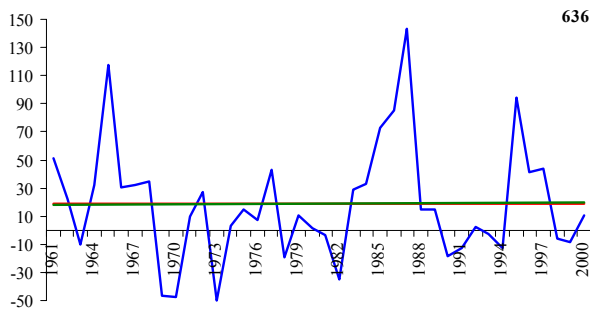
ární trend tady znázorňuje celkovou mírně klesající tendenci indexu zavlažení u všech třech meteorologických stanic ve sledovaném období.

Langův dešťový faktor

Langův dešťový faktor vypočtený podle vzorce (2) pro časové období 1961-2000 vykazuje u všech třech meteorologických stanic klesající trend, což obecně znamená snížení přirozeného zavlažení krajiny (obr. 6).

Minářova vláhová jistota

Při proložení hodnot Minářova koeficientu J za jednotlivé roky sledovaného období 1961-2000 trendovou přímkou zjišťujeme vzrůstající trend tohoto faktoru (obr. 7). Může za to především poslední desetiletí. Hodnoty vláhové jistoty jsou však i přes tento fakt nadále velice nízké.



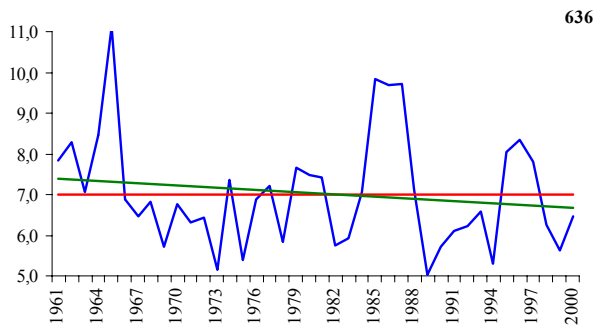
Obr. 5 Končekův index zavlažení (modře) pro tři vybrané meteorologické stanice za vegetační období 1961-2000. Červeně vyznačen průměr, zeleně lineární trend.

Závěr

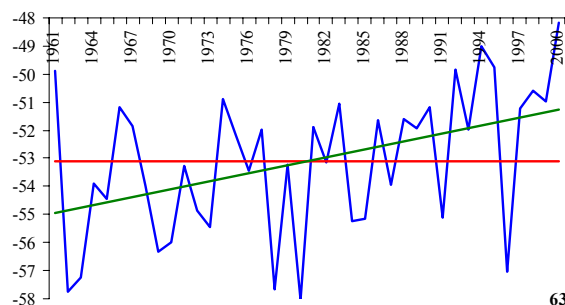
Na základě výsledků analýz ročních a měsíčních úhrnů srážek v období 1961-2000 byl zjištěn, ve srovnání s dlouhodobým průměrem let 1901-1950, pokles ročního úhrnu srážek, zvláště u stanic Brno-Tuřany a Znojmo-Kuchařovice, které jsou v oblastech teplejších a srážkově chudších. Na tomto snížení se nejvíce podílí pokles průměrných měsíčních srážek v říjnu, listopadu a prosinci. U stanic Telč-Kostelní Myslová a Velké Meziříčí není úbytek srážek tak výrazný. Pokles srážek v zimních měsících se nepochybně může projevit na vlhkosti půdy v předjarním období. Toto snížení vlhkosti půdy může přispět k jejich většímu ohrožení větrnou erozí. Výsledky analýz výskytu vyšších denních srážkových úhrnů a zejména výskytu erozně nebezpečných dešťů ukazují na rostoucí nebezpečí výskytu extrémních srážek a vzniku extrémních povrchových odtoků. Při hodnocení sezonality výskytu erozně nebezpečných dešťů byl zjištěn u stanic

Brno-Tuřany a Znojmo-Kuchařovice výrazný podíl jejich výskytu v měsíci květnu. Znamená to, že v teplejších oblastech jižní Moravy je nebezpečí vzniku eroze výraznější, než v oblastech chladnějších (Telč, Velké Meziříčí).

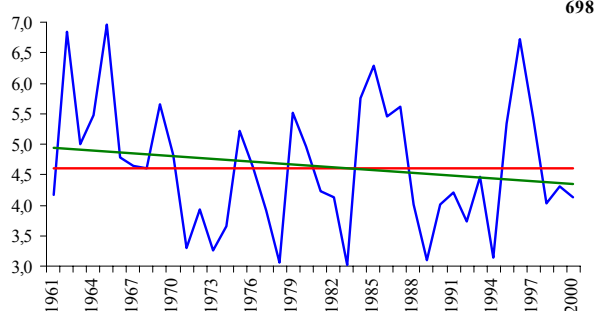
Na základě dostupnosti dat potřebných k výpočtu charakteristik vyjadřujících vlhkostní ráz krajiny, byly vybrány tři klimatologické indexy - Langův dešťový faktor, Minářova vláhová jistota a Končekův index zavlažení - jejichž hodnoty byly následně porovnány. Výsledná data za období 1961-2000 pro tři vybrané meteorologické stanice České republiky (Telč-Kostelní Myslová, Znojmo-Kuchařovice a Brno-Tuřany) ukazují na klesající trend zvolených klimatologických indexů ve sledovaném období, což obecně znamená snížení přirozeného zavlažení krajiny. Na základě těchto výsledků lze vyvodit závěr, že klimatická změna, snížením vlhkosti půdy, bude mít nepříznivý dopad na půdu a bude znamenat rozšíření větrné eroze.



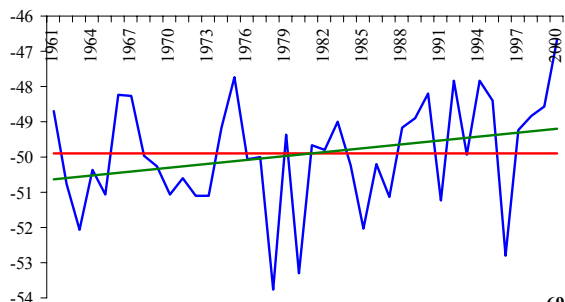
636



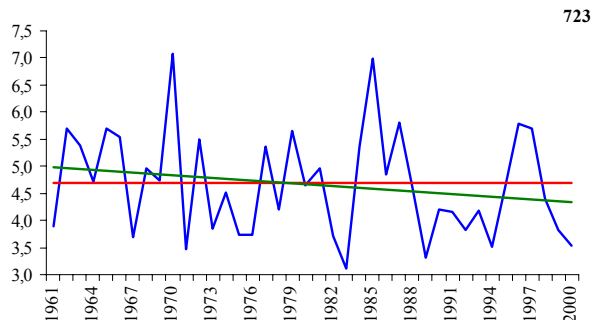
636



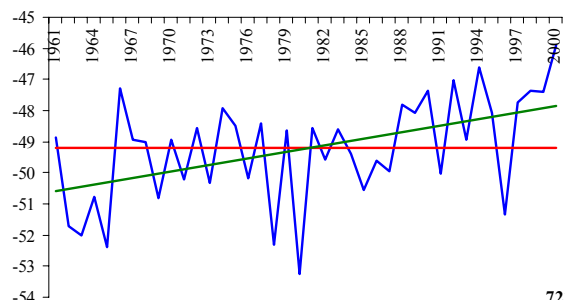
698



698



723



723

Obr. 6 Langův dešťový faktor (modře) pro tři vybrané meteorologické stanice za období 1961-2000. Červeně vyznačen průměr, zeleně lineární trend.

Obr. 7 Minářova vláhová jistota (modře) pro tři vybrané meteorologické stanice za vegetační období 1961-2000. Červeně vyznačen průměr, zeleně lineární trend.

Poděkování

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

Literatura

BRABLEC, J. Příspěvek k výzkumu a zjištění suchých oblastí ČSR. *Meteorologické zprávy*, 1948, roč. II, č. 5, s. 104.

DUFKOVÁ, J., TOMAN, F. The Influence of Climate Conditions on the Soil Erosion. In: Mezinárodní odborný seminář posluchačů postgraduálního doktorandského studia *MendelNET'03*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Agromická fakulta, 25.11.2003, s. 19. ISBN 80-7157-723-5.

KADLEC, M., TOMAN, F. Analýzy historických dešťových řad z hlediska ochrany půdy před erozí. In: X. posterový den s mezinárodní účastí Transport vody, chemikálií a energie v systému půda – rostlina – atmosféra. Bratislava : Ústav hydrologie Slovenskej akadémie vied, 28.11.2002, s. 201-208. ISBN 80-968480-9-7.

KONČEK, M. Index zavlaženia. *Meteorologické zprávy*, 1955, roč. VIII, č. 4, s. 96-99.

SOBÍŠEK, B. a kol. *Meteorologický slovník, výkladový a terminologický*. 1. vyd. Praha : vyd. Academia, 1993. 594 s. ISBN 80-85368-45-5.

SVOBODA, J., ŽALUD, Z. *Bioklimatologie, návody do cvičení*. Skriptum MZLU v Brně. 1. vyd. Brno . MZLU v Brně, 1997, 75 s. ISBN 80-7157-255-1.