

Meteorologické faktory, obrábanie a ich vplyv na vlastnosti pôdy

Meteorological factors, tillage and its effect to properties of soil

D. KOTOROVÁ and J. JAKUBOVÁ

Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu – VÚRV, Ústav agroekológie Michalovce, Slovenská republika
(e-mail: kotorova@minet.sk)

Abstract During 1998 – 2006 years heavy soils of the East-Slovakian Lowland effect of meteorological conditions and soil tillage on hydrophysical soil properties were observed. Research was realized in experimental locality in Milhostov. Experimental locality is situated in central part of the East-Slovakian Lowland and has continental climate. Two methods of soil tillage (conventional tillage and direct sowing without ploughing) were examined. From hydrophysical and physical soil properties were determined as follows: bulk density (ρ_d , $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$), porosity (P , %), maximum capillary capacity (Θ_{MKK} , %), non-capillary capacity (Θ_{NK} , %), available water capacity (Θ_p , %). Average air temperatures [$^{\circ}\text{C}$] and sums of precipitation [mm] were used.

At both soil tillage methods dependences of air temperature during vegetation period and bulk density, porosity, maximum capillary capacity and available water capacity were middle. Effect of annual air temperature and sum of precipitation on observed soil parameters wasn't significant.

Key words: *air temperature, precipitation, soil tillage, physical properties*

Úvod

Vplyv počasia na vlastnosti pôdy je prvotne podmienený základnými vlastnosťami a funkciami pôdneho prostredia, schopnosťou pôdy prijať, zadržať a odovzdať potrebné množstvo vody a tepla pre optimálny rast a vývin poľných plodín. K faktorom ovplyvňujúcim rast a vývin poľnohospodárskych plodín patrí slnečné žiarenie, teplota vzduchu, zrážky, zloženie a pohyb atmosféry i pôda. Teplota vzduchu ovplyvňuje celkový vývin rastlín a jej aktuálne hodnoty bezprostredne pôsobia na rýchlosť biochemických reakcií, a tým aj na rast rastliny a tvorbu hospodársky cenného produktu. Zrážky vplyvajú na vývin poľnohospodárskych kultúr pestovaných v podmienkach bez závlahy. Významným faktorom ovplyvňujúcim rastlinnú produkciu je v mnohých prípadoch nerovnomerné časové rozdelenie zrážok a extrémny priebeh teplôt.

Aby sa zabezpečil trvalo udržateľný rozvoj, ľudstvo sa musí v mnohých oblastiach zamerať na riešenie problematiky globálnej klimatickej zmeny. Jej dopady na produkčný proces poľných plodín sa môžu prejavovať zmenami teplotných pomerov, fenologických podmienok, zmenami globálnej radiácie v procese fotosyntézy, koncentráciou oxidu uhličitého a následne tvorbou úrody, teda zmenou produkčného potenciálu pestovaných plodín. Klimatická zmena sa odrazí aj zmenami nielen vo vlhkosťných pomeroch pôdneho profilu, ale aj fyzikálnych a hydrofyzikálnych vlastností pôd. V súvislosti so zmenami pôdnymi vlastnosťami sa predpokladá, že najskôr môže dôjsť k určitým zmenám pri pôdach najmenej odolných voči zmenám klímy, teda aj na

extrémne ťažkých pôdach so zhoršenou štruktúrou, slabšou infiltráčnou rýchlosťou a menej kvalitným humusovým horizontom.

K základným prvkom pestovateľských sústav patrí obrábanie pôdy, ktoré nadobúda čoraz väčší význam vo vzťahu k výrobnjej oblasti, k pôdnemu typu, k druhu pôdy, či pôdnej úrodnosti. V súvislosti so zhoršovaním základných fyzikálnych vlastností pôdneho prostredia vystupuje do popredia zmena zaužívaných agrotechnických postupov a aplikácia nových technológií, ktoré šetria pôdne prostredie. Pri týchto postupoch sa vynechávajú niektoré operácie, agrotechnické zásahy sa spájajú do menšieho počtu operácií, niektoré zásahy sa nahradia inými, využíva sa plytká alebo špeciálna príprava pôdy, pásové obrábanie pôdy, sejba do nepripravenej pôdy a pod.

Cieľom tejto práce bolo použitím štatistických metód zistiť vzájomný vzťah medzi zrážkami a teplotou vzduchu avybranými vlastnosťami ťažkých pôd na Východoslovenskej nížine.

Materiál a metódy

Zmeny fyzikálnych a hydrofyzikálnych vlastností boli sledované v podmienkach fluvizeme glejovej, ktorá sa nachádza v Milhostove na experimentálnom pracovisku SCPV – VÚRV, Ústav agroekológie Michalovce.

Fluvizem glejová (FM_G) je charakterizovaná ako pôda ťažká až veľmi ťažká, ílovito-hlinitá, s priemerným obsahom ílovitých častíc nad 53 %. Ornica sa vyznačuje

hrudkovitou štruktúrou s vysokou pútačou schopnosťou. Je ťažko priepustná v celom profile a v dôsledku vysokého zastúpenia ílovitej frakcie sa pomerne ťažko obrába.

Experimentálne pracovisko SCPV sa nachádza v centrálnej časti Východoslovenskej nížiny (VSN) v nadmorskej výške 101 m a vyznačuje sa kontinentálnym rázom podnebia. Priemerné teploty vzduchu a sumy zrážok boli získané z monitorovacej stanice SHMÚ nachádzajúcej sa priamo v Milhostove. Údaje z rokov 1998 – 2006 boli porovnávané na dlhodobý priemer (DP) rokov 1951 – 1980, ako to pre priemerné mesačné teploty uvádzajú Petrovič – Šoltis (1984) a na dlhodobý normál (DN) pre úhrny zrážok podľa Horeckej – Valoviča (1991).

Pôdne vzorky pre zistenie fyzikálnych vlastností boli odoberané z hĺbky 0,3 m z variantu s klasickou agrotechnikou spojenou s orbou (KA) a z variantu s priamou sejbou bez orby (PS) v prirodzených podmienkach bez závlahy. Počas trvania pokusu boli sledované faktory počasia (priemerná teplota vzduchu, suma zrážok) počas vegetácie (apríl – september) a celého roka (január až december). Fyzikálne a hydrofyzikálne charakteristiky pôdy – objemová hmotnosť (ρ_d , kg.m⁻³), pórovitosť (P, %), maximálna kapilárna kapacita (Θ_{KMK} , %), nekapilárna pórovitosť (Θ_{NK} , %), využitelná vodná kapacita (Θ_p , %) – boli stanovené metodickými postupmi podľa Kobzu et al. (1999).

Pri štatistickom testovaní údajov bola použitá metóda regresnej lineárnej analýzy z balíka STATGRAPHICS.

Výsledky a diskusia

V posledných desaťročiach sa čoraz viac dostáva do popredia problematika globálnej klimatickej zmeny, ktorousa chápe komplex zmien klímy vyvolaný antropogénne podmieneným zosilnením skleníkového efektu atmosféry, pričom sa tu nezahrňujú prirodzené zmeny a premenlivosť klímy, pokiaľ ich možno odlišiť (Lapin, 2004). Zmeny v priebehu základných poveternostných faktoroch počas roka sú v poslednom období výraznejšie a čoraz častejšie sa

vyskytujú extrémne situácie. V tejto súvislosti sa významný vplyv počasia na priebeh produkčného procesu pripisuje práve zmenám klímy.

V súvislosti s predpokladanou klimatickou zmenou v úvahách a diskusiách o budúcej podobe rastlinnej výroby dominuje jej vplyv na tvorbu úrody. Vplyv poveternostných faktorov (množstvo a rozdelenie zrážok, teplota vzduchu) sa z dlhodobého hľadiska prejavuje aj na zmene niektorých vlastností pôd, predovšetkým na obsah vodu v pôdnom profile.

Pre Východoslovenskú nížinu je charakteristický práve extrémny priebeh počasia s nerovnomerným rozdelením zrážok a zvýšením teplôt vzduchu. Priebeh počasia počas vegetačného obdobia i roka pokusného obdobia 1998 – 2006 na experimentálnej lokalite v Milhostove charakterizovaný priemernými teplotami vzduchu a zrážkovými úhrnmi je uvedený v tabuľkách 1 – 2.

V Milhostove (tabuľka 1.) sa priemerná teplota vzduchu vegetačného obdobia pohybovala od 16,1 °C do 17,6 °C, čo zodpovedalo 98,1 – 110,0 % DP a jednotlivé vegetačné obdobia sledovaných rokov boli normálne. Počas vegetácie došlo k zvýšeniu priemernej teploty vzduchu o 0,1 až 1,6 °C v porovnaní s dlhodobým priemerom. Priemerná teplota vzduchu počas celého roka v sledovanom období sa nachádzala v intervale od 9,2 °C do 10,4 °C, čo zodpovedalo 97,8 – 116,9 % dlhodobého priemeru a zvýšenie teploty oproti dlhodobému priemeru bolo o 0,3 až 1,5 °C.

Ak hodnotíme celé pokusné obdobie deviatich rokov, z pohľadu priemernej teploty vzduchu vegetačného obdobia apríl až september bolo zaznamenané zvýšenie teploty vzduchu oproti dlhodobému priemeru o 0,1 až 1,5 °C.

Nerovnomerné rozdelenie zrážok a privalové dažde sú pre záujmovú oblasť typické. Údaje prezentované v tabuľke 2. poukazujú na charakteristickú črtu Východoslovenskej nížiny, ktorá spočíva aj v nevyrovnanom rozdelení zrážkových úhrnov počas vegetácie i celého roka.

Tabuľka 1 Porovnanie dlhodobého priemeru (DP) a priemerných teplôt vzduchu [°C] s ich priebehom v rokoch 1998 – 2006

mesiac	DP	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	x
I.	-3,3	1,3	-1,7	-3,8	-0,1	-2,3	-3,2	-3,7	-1,6	-4,7	-2,2
II.	-1,0	1,2	-1,9	0,7	1,0	2,7	-3,5	-0,8	-3,4	-2,6	-0,7
III.	3,5	2,8	5,1	4,4	6,0	5,8	3,0	5,0	2,3	2,3	4,1
IV.	9,7	12,0	11,9	13,8	10,0	10,6	9,5	10,7	11,0	11,3	11,2
V.	14,6	14,7	14,7	17,2	16,4	17,8	18,5	13,7	15,5	14,8	15,9
VI.	18,2	19,1	19,9	19,1	17,1	19,3	20,3	18,2	18,1	18,8	18,9
VII.	19,6	19,8	22,0	18,9	20,8	22,7	21,3	20,3	20,5	22,5	21,0
VIII.	19,0	18,9	19,4	21,0	21,0	20,8	21,7	19,6	19,2	18,8	20,0
IX.	14,8	14,7	17,5	13,6	13,6	14,5	14,5	14,0	15,8	16,3	14,9
X.	9,1	9,9	9,8	11,6	11,7	8,3	7,0	10,5	10,0	10,3	9,9
XI.	4,0	2,0	3,0	6,6	2,4	5,2	5,5	4,6	3,1	5,4	4,2
XII.	-0,7	-5,3	-1,0	1,8	-4,7	-3,3	-0,7	0,2	-0,5	2,2	-1,3
Ø I. – XII.	8,9	9,3	9,9	10,4	9,6	10,2	9,5	9,4	9,2	9,6	9,7
Ø IV. – IX.	16,0	16,5	17,6	17,3	16,5	17,6	17,6	16,1	16,7	17,1	17,0

kde: DP – dlhodobý priemer 1951 – 1980

Tabuľka 2 Porovnanie dlhodobého normálu (DN) a zrážkových úhrnov [mm] s ich priebehom v rokoch 1998 – 2006

mesiac	DN	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	x
I.	32	14	14	14	45	10	23	26	15	13	19
II.	28	6	42	26	9	11	17	50	42	41	27
III.	27	12	27	51	76	16	13	21	7	48	30
IV.	39	74	57	34	34	28	19	35	65	49	44
V.	53	99	35	34	31	90	32	84	105	83	66
VI.	78	90	34	66	83	64	57	73	61	96	69
VII.	76	143	51	172	167	56	90	148	52	18	100
VIII.	63	67	68	14	38	93	34	70	159	151	77
IX.	41	63	15	100	86	70	82	48	42	5	57
X.	39	89	18	1	23	87	69	41	17	23	41
XI.	43	56	53	38	51	31	31	35	13	16	36
XII.	41	28	41	52	8	36	22	15	57	13	30
Σ I. – XII.	559	740	455	599	651	592	490	645	635	556	596
Σ IV. – IX.	348	536	260	418	439	401	315	458	484	402	413

kde: DN – dlhodobý normál 1951 – 1980

Tabuľka 3 Fyzikálne a hydrofyzikálne charakteristiky fluvizeme glejovej

rok	príprava pôdy	ρ_d [kg.m ⁻³]	P [%]	Θ_{MKK} [%]	Θ_{NK} [%]	Θ_p [%]
1998	KA	1 514	42,28	37,87	4,41	17,20
	PS	1 524	41,90	37,45	4,56	16,78
1999	KA	1 515	42,24	37,53	4,71	16,86
	PS	1 525	41,86	37,62	4,24	16,95
2000	KA	1 377	47,50	40,75	6,75	20,08
	PS	1 417	45,98	41,62	4,36	20,95
2001	KA	1 599	39,04	33,95	5,09	13,28
	PS	1 609	38,66	30,09	8,57	9,42
2002	KA	1 576	39,92	34,74	5,18	14,07
	PS	1 572	40,07	33,76	6,31	13,09
2003	KA	1 569	40,18	31,86	8,32	11,19
	PS	1 568	40,22	27,74	12,48	7,07
2004	KA	1 259	52,00	45,66	6,34	24,99
	PS	1 296	50,59	46,55	4,04	25,88
2005	KA	1 453	44,61	35,83	8,78	15,16
	PS	1 497	42,93	36,73	6,20	16,06
2006	KA	1 475	43,77	40,50	3,27	19,83
	PS	1 423	45,75	41,40	4,34	20,73
∅	KA	1 482	43,50	37,63	5,87	16,96
	PS	1 492	43,11	37,00	6,12	16,33

Z hodnotených rokov bol na zrážky najchudobnejším rok 1999 – úhrnne 455 mm a najbohatším bol rok 1998 – celkovo 740 mm, čo predstavovalo 81,4 %, resp. 132,4 % dlhodobého normálu rokov 1951 – 1980. Podobne aj vegetačné obdobia rokov 1999 a 1998 predstavovali najnižšie a najvyššie sumy zrážok – rok 1999: 260 mm, t.j. 74,7 % DN; rok 1998: 536 mm, t.j. 149,7 % DN. Vegetačné obdobia sledovaných rokov z pohľadu sumy zrážok možno hodnotiť ako veľmi suché (rok 1999), normálne (rok 2003), vlhké (roky 2000, 2002, 2006), veľmi vlhké (roky 2001, 2004, 2005) až extrémne vlhké (rok 1998). V priemere deväť vegetačných období rokov 1998 – 2006 možno hodnotiť ako vlhké, keď zrážky dosahovali 118,7 % dlhodobého normálu.

V súvislosti s globálnou klimatickou zmenou sa predpokladá zmena zásoby vody v pôde. Bielek – Šurina (2002) usudzuje, že z hľadiska vývoja pôdnych jednotiek

pozorované zmeny klímy sú nevýznamné, ale vlastnosti pôd sa menia. Fyzikálne parametre pôdy z hľadiska textúrnej skladby by sa výrazne meniť nemali, ale zmenia sa podmienky zvetrávania, čo bude mať určitý vplyv na pôdny druh, ako aj na ostatné fyzikálne parametre. Tieto zmeny avšak budú viditeľné minimálne za storočie.

Usudzuje sa tiež, že mierna zóna v porovnaní s ostatnými pásmami Zeme prekoná zrejme najmenšie zmeny v pôdach, dokonca aj v slabo pufrovaných (Hardy, 2003), ale ich účinok bude pomerne dlhodobý. Najprv budú viditeľné v povrchovej vrstve pôdy, pretože táto je najviac citlivá na vlhkosť a teplotu.

System hospodárenia na pôde spolu s priebehom meteorologických prvkov ovplyvňuje zmeny vlastností pôdy, pričom najdôležitejšiu úlohu zohráva spôsob jej

Tabuľka 4 Korelačné koeficienty (r) pre sledované parametre

parameter	ρ_d		P		Θ_{MKK}		Θ_{NK}		Θ_P	
	KA	PS	KA	PS	KA	PS	KA	PS	KA	PS
$T_{veg.}$	0,470	0,414	-0,469	-0,414	-0,472	-0,396	0,023	0,274	-0,472	-0,396
T_{rok}	0,057	0,055	-0,057	-0,055	0,025	0,048	-0,188	-0,179	0,026	0,048
$Z_{veg.}$	-0,279	-0,222	0,279	0,222	0,273	0,282	-0,005	-0,289	0,273	0,282
Z_{rok}	-0,203	-0,130	0,203	0,130	0,236	0,217	-0,081	-0,273	0,236	0,217

obrábania. V súvislosti s globálnou klimatickou zmenou sa predpokladá zmena zníženia množstva zrážok, ich nerovnomerného rozdelenia a následne aj zmena vlhovej zabezpečenia pôdy vodou. Pri zmiernení účinku predpokladaných zmien na pôdu zohrajú dôležitú úlohu tzv. pôdoochranné technológie, ktoré eliminujú orbu, prípadne sú úplne bez orby.

Spôsob obrábania pôdy má významný vplyv aj na zmeny fyzikálnych vlastností. Zvolená agrotechnika sa výraznejšie prejavuje hlavne na pôdach, ktoré sa vyznačujú niektorými nepriaznivými parametrami, napr. na pôdach ťažkých s vysokým obsahom ílovitých častíc. Sledované fyzikálne a hydrofyzikálne parametre fluvizeme glejovej sú uvedené v tabuľke 3.

Objemová hmotnosť reaguje na spôsob obrábania pôdy najcitlivejšie. V sledovanom deväťročnom období sa na variante s klasickou agrotechnikou nachádzala v intervale 1 259 – 1 599 kg.m⁻³ a na variante s priamou sejbou dosahovala hodnoty 1 296 – 1 609 kg.m⁻³. V priemere za celé sledované obdobie bola vyššia objemová hmotnosť ($\Delta = 10 \text{ kg.m}^{-3}$) na variante s priamou sejbou, aj keď v rokoch 2002 a 2006 boli vyššie hodnoty na klasickej agrotechnike. Hodnoty pórovitosti sa na oboch variantoch nachádzali v intervale 38,66 – 52,00 % a korešpondovali s objemovou hmotnosťou. Pri nižšej objemovej hmotnosti na variante s klasickou agrotechnikou bola na tomto variante pórovitosť v priemere o 0,39 % vyššia v porovnaní s priamou sejbou.

S obsahom vody v pôdnom profile súvisia hydrofyzikálne parametre pôdy, ku ktorým sa zvykne zaraďovať maximálna kapilárna kapacita, nekapilárna pórovitosť a využiteľná vodná kapacita. Na oboch variantoch prípravy pôdy sa maximálna kapilárna kapacita nachádzala v intervale 27,74 – 46,55 % a jej hodnoty zodpovedali údajom známym pre fluvizeme glejové. V priemere nevýznamne vyššia bola kapilárna kapacita pri klasickej agrotechnike. Pri dlhodobom správnom využívaní pôdoochranných technológií, teda aj priamej sejby bez orby, môže dôjsť k vyrovnaniu pôdnych vlastností s klasickou agrotechnikou. To sa potvrdilo pri nekapilárnej pórovitosti, keď na variante s priamou sejbou bolo v priemere viac nekapilárnych pórov, než na klasickej agrotechnike s orbou (tabuľka 3). Využiteľná vodná kapacita na oboch variantoch obrábania nachádzajúca sa v intervale 7,07 – 25,88 % súvisí jednak s vysokým bodom vädnutia charakteristickým pre ťažké fluvizeme glejové, jednak s výraznou heterogenitou pôdneho profilu.

Balíkom STATGRAPHICS sme zisťovali štatistický

vplyv teploty a zrážok počas roka a vegetácie na fyzikálne vlastnosti pôdy podľa spôsobu obrábania pôdy. Použili sme štatistickú metódu lineárnej regresnej analýzy, kde nezávisle premenné boli teplota a zrážky počas vegetácie a roka. Závisle premennými boli fyzikálne vlastnosti pôdy objemová hmotnosť, pórovitosť, maximálna kapilárna kapacita, nekapilárna pórovitosť a využiteľná vodná kapacita. Do štatistického testovania boli zaradené údaje za obdobie rokov 1998 – 2006.

Medzi teplotou vzduchu počas vegetácie pri obrábaní klasickou agrotechnikou i pri priamej sejbe bez orby a objemovou hmotnosťou bola štatisticky významná lineárna závislosť (KA: $r = 0,470$; PS: $r = 0,414$). Pri oboch spôsoboch obrábania pôdy bola medzi teplotou a pórovitosťou zistená degresívna lineárna závislosť (KA: $r = -0,469$; PS: $r = -0,414$), čo znamená, že rastom teploty počas vegetácie klesajú hodnoty pórovitosti. Taká istá lineárna závislosť sa zistila medzi teplotou vzduchu a maximálnou kapilárnou kapacitou (KA: $r = -0,472$; PS: $r = -0,396$). Medzi priemernou teplotou vzduchu počas vegetácie a nekapilárnou pórovitosťou nebola zistená štatisticky významná lineárna korelácia. Medzi využiteľnou vodnou kapacitou a teplotou vzduchu počas vegetácie bola degresívna lineárna závislosť pri klasickej agrotechnike ($r = -0,472$) a pri priamej sejbe stredná štatisticky významná degresívna lineárna závislosť ($r = -0,396$). Štatistické skúmanie vplyvu teploty počas roka na všetky sledované fyzikálne a hydrofyzikálne vlastnosti pri oboch spôsoboch obrábania pôdy bolo bez štatisticky významnej závislosti.

Zrážky počas vegetácie štatisticky významne vplývali na jednotlivé fyzikálne vlastnosti fluvizeme glejovej, ale spôsoby obrábania pôdy vykazovali len strednú štatisticky významnú lineárnu závislosť. Pri klasickej agrotechnike bola medzi zrážkami počas vegetácie a objemovou hmotnosťou stredná štatisticky významná degresívna lineárna závislosť, čiže pri raste zrážok počas vegetácie klesali hodnoty objemovej hmotnosti. Pri klasickej agrotechnike sa vplyv zrážok počas vegetácie na pórovitosť fluvizeme glejovej prejavil strednou štatisticky významnou progresívnou lineárnou závislosťou, teda hodnoty pórovitosti sa zvyšovali s rastom zrážok. Vplyv zrážok počas vegetácie na maximálnu kapilárnu kapacitu bol pri oboch spôsoboch obrábania pôdy stredný. Zrážky počas vegetácie a nekapilárna pórovitosť nevykazovali žiadnu štatisticky významnú lineárnu závislosť. Na využiteľnú vodnú kapacitu zrážky počas vegetácie mali stredný štatisticky významný

vplyv pri klasickej agrotechnike aj priamej sejbe bez orby. Tak ako teplota počas roka, tak aj zrážky počas roka nemali štatisticky významný lineárny vplyv na sledované vlastnosti fluvizeme glejovej. Výnimkou bola nekapilárna pórovitosť, pri ktorej bola pri priamej sejbe zistená stredná degresívna lineárna závislosť na zrážkach.

Záver

Na základe známych scenárov klimatickej zmeny a poznatkov o doterajšom vývoji pôd možno predpokladať, že vývoj pôd bude pomalý a v dlhom časovom horizonte a pôdne jednotky sa podstatne meniť nebudú. Bude sa však meniť vodný režim pôd, čo sa prejaví v zásobenosti pôdneho profilu vodou a určitých zmenách pôdnych vlastností.

Možno predpokladať, že zmeny fyzikálnych a hydrofyzikálnych vlastností budú výraznejšie na menej kvalitných pôdach, napr. aj na pôdach ťažkých.

Napriek tomu, že významný vplyv meteorologických faktorov v oblasti Východoslovenskej nížiny na sledované zmeny vlastností fluvizeme glejovej zistený nebol, je dôležité uvažovať s vplyvom výraznejšej variability parametrov počasia na pôdu a jej vlastnosti. Prognózovaný negatívny dopad klimatickej zmeny na pôdu je možné do určitej miery eliminovať pravidelným monitorovaním pôdnych vlastností a ich vyhodnocovaním.

Literatúra

BIELEK, P. – ŠURINA, B. 2000. Možné dopady prognózovania zmeny klímy na pôdny kryt SR. In: Očakávané zmeny klímy a ich možný dopad na vodný režim, poľné a lesné hospodárstvo. Nitra : SAPV, 2002, s. 21-28. ISBN 80-968665-3-2

DEMETEROVÁ, B. 2002. Hospodárenie s vodnými zdrojmi. Košice : SHMÚ, 2002.

HARDY, J. T. 2003. Climate Changes. Causes, Effects and Solutions. John Wiley & Sons Ltd. The Atrium, Chichester, West Sussex, England, 2003. 247 pp.

HORECKÁ, V. – VALOVIČ, Š. 1991. Atmosférické zrážky. Klimatické pomery Slovenska. Vybrané charakteristiky. In : Zborník prác SHMÚ, 33/I. Bratislava : SHMÚ, 1991, s. 107-144.

KOBZA, J. et al.: Čiastkový monitorovací systém – pôda: Závazné metódy. 1. vyd. Bratislava : Výskumný ústav pôdoznanectva a ochrany pôdy, 1999. 138 s. ISBN 80-85361-55-8

LAPIN, M. 2004. Detection of changes in the regime of selected climatological elements at Hurbanovo. Contributions to Geophysics and Geodesy, Vol. 34/2, 2004, p. 169-193.

PETROVIČ, Š. – ŠOLTÍS, J. 1984. Teplotné pomery na Slovensku. In : Zborník prác SHMÚ, I. časť. Bratislava: 23, 1984, 218 s.