

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
FAKULTA ZÁHRADNÍCTVA A KRAJINNÉHO INŽINIERSTVA
Katedra biometeorológie a hydrológie**

**Vplyv využívania pôdy na pohyb vody
a živín v pôdnom profile**

Autoreferát dizertačnej práce
na získanie akademického titulu *philosophiae doctor*
v študijnom odbore 6.1.11 KRAJINÁRTVO

Ing. Iveta Tóthová

Nitra, 2008

Dizertačná práca bola vypracovaná v dennej forme doktorandského štúdia na Katedre biometeorológie a hydrológie Fakulty záhradníctva a krajinného inžinierstva Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

Doktorandka: **Ing. Iveta Tóthová**

Katedra biometeorológie a hydrológie
Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vedúci dizertačnej práce:

prof. Ing. Jaroslav Antal, DrSc.

Katedra biometeorológie a hydrológie
Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Oponenti: **RNDr. Július ŠŤATOR, DrSc.**

Ústav hydrológie
Slovenská akadémia vied v Bratislave

RNDr. Jozef TAKÁČ, PhD.

Výskumný ústav pôdoznalectva a ochrany pôdy v Bratislave

doc. Ing. Peter HALAJ, CSc.

Katedra krajinného inžinierstva
Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Autoreferát bol rozoslaný dňa

Stanovisko k dizertácii vypracovala Katedra biometeorológie a hydrológie Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

Obhajoba doktorandskej dizertácie sa koná dňa 28.11.2008 o 9.00 h pred komisiou pre obhajobu dizertačných prác vedného odboru 6.1.11 Krajinárstvo na Fakulte záhradníctva a krajinného inžinierstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre.

Miesto konania: Katedra biometeorológie a hydrológie
Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Hospodárska 7, 949 01 Nitra

Miestnosť: ZP-11

S dizertačnou prácou sa možno oboznámiť na dekanáte Fakulty záhradníctva a krajinného inžinierstva.

Predseda komisie pre obhajoby v študijnom odbore 6.1.11 Krajinárstvo

prof. Ing. Jozef Stred'anský, DrSc.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

ABSTRAKT

V priebehu rokov 1997 – 2002 bola na výskumno-experimentálnej báze Výskumného ústavu rastlinnej výroby v Piešťanoch - Borovciach sledovaná zmena obsahu anorganických foriem dusíka, ako aj vplyv hnojenia a dvoch osevných postupov na obsah vody v pôde. V týchto pokusoch boli použité dva spôsoby hnojenia (maštalný hnoj a N,P,K+slama) a dva osevné postupy (biologický a obilninársky). Pre dosiahnutie cieľa dizertačnej práce boli tiež použité dva matematické modely (model Global a model DSSAT4), pomocou ktorých sa modelovala pôdna vlhkosť. Obsah anorganických foriem dusíka v pôdnom profile sa sledoval, podobne ako pôdna vlhkosť do hĺbky 3 m a spracoval graficky v prostredí MS Excel.

Z hodnotenia sledovaných foriem dusíka v pôde vyplýva, že amónny dusík v pôde nepodliehal výrazným zmenám. Hodnoty sa pohybovali v rozpätí od 0,04 do 10,9 mg.kg⁻¹. Obsah dusičnanového dusíka bol v porovnaní s amónnym dusíkom premenlivejší. Hodnoty sa pohybujú v rozpätí od 0,1 do 86 mg.kg⁻¹. Najvyšší obsah celkového dusíka bol v pôde v hĺbke 5 cm obrábanou klasickou obrou na jeseň v roku 2000, kedy sa na tomto území pestovala pšenica letná f. ozimná hnojená maštalným hnojom. Z hľadiska znečistenia zdrojov podzemných vôd sa z analyzovaných štyroch variantov ako najmenej vhodný variant prejavil obilninársky osevný postup hnojený maštalným hnojom, pri ktorom v hlbších vrstvách bol obsah dusičnanov najvyšší v porovnaní s ostatnými variantmi.

Z hodnotenia vlhkosti pôd matematickým modelovaním vyplýva, že množstvo pôdnej vody závisí od transpirácie pestovaných plodín v daných osevných postupoch. V práci sa k nameraným hodnotám priemernej pôdnej vlhkosti v pôdnom profile do hĺbky 1 m približovali modelované hodnoty modelmi Global a DSSATv4 na 75,3 % až 100,4 %, pričom lepšia zhoda medzi vypočítanými a nameranými hodnotami bola pri modeli Global. Vyššia zásoba pôdnej vlhky v skúmanom pôdnom profile bola zistená výpočtom i meraním (Dodok, 2001) v obilninárskom osevnom postupe.

Kľúčové slová: matematické modelovanie, pôdna vlhkosť, dusičnanový dusík, využívanie pôdy

ABSTRACT

Change of anorganic nitrogen forms content, as well as influence of tillage and crop rotation on soil water content was measured on research-experimental basis in the Research Institute of Plant Production Piešťany-Borovce during the years 1997-2002. There were used

two kinds of tillage in these experiments (manure and NPK+straw) and two crop rotations (biological and cereal). Two mathematical models (model Global and model DSSATv4) were used to achieve the objective of dissertation thesis by modeling of soil water content. Anorganic nitrogen forms content in soil profile, as well as soil water content was followed down to the depth of 3 m and graphically figured in MS Excel.

From the estimating of monitored nitrogen forms is clear that ammonium nitrogen in soil was not significantly changeable. The values were moving in range from 0.04 to 10.9 mg.kg⁻¹. Nitrate nitrogen content was more variable as compared with ammonium nitrogen. The values varied between 0.1 and 86 mg.kg⁻¹. The highest amount of total nitrogen was in the depth of 5 cm in soil cultivated by classic tillage in the autumn of 2000, when wheat fertilized by manure was grown. Because of underground water sources pollution, the least suitable variant was the one of cereal crop rotation fertilized by manure, for nitrogen content in deeper layers was highest in comparison with the other variants.

Estimating of the soil water by mathematical modeling shows that the amount of soil water depends on the transpiration of grown crops in concrete crop rotation. Values modeled by Global and DSSATv4 approached measured values of average soil water content in soil profile to the depth of 1 m up to 75.3 % - 100.4 %, while the better coincidence between the values was by the model Global. Higher soil water content in soil profile was estimate by calculating and measuring (Dodok, 2001) in cereal crop rotation.

Key words: *mathematical modeling, soil moisture, nitrate nitrogen, soil management*

POUŽITÉ OZNAČENIE

Amč, Bt, Bt/C, Cc – pôdne horizonty černoze,

atď. – skratka a tak ďalej,

cm, m, mm – dĺžkové jednotky,

ČM – černoze,

H₂CO₃, NaHCO₃, CaCO₃, CO₂ - chemické vzorce,

kg, t, t.ha⁻¹, kg.ha⁻¹ – jednotky vyjadrujúce váhové množstvo, resp. množstvo na určitú plochu,

MH – maštalný hnoj

MS EXCEL a GS Grapher – počítačové programy,

N, N_{an} = N-NO⁻³ + N-NH⁺⁴ formy dusíka anorganického,

NPK – hnojivo obsahujúce prvky (dusík, fosfor, draslík),

N_t, P_t, K_t, Ca_t, Mg_t – živiny v pôde,

P - pórovitosť [%obj.],

PRAT systém – systém pôda – rastlina – atmosféra,

resp. – skratka respektíve,

SWATRE, CROPR, SWACROP, PLANTMOD, HYDRUS-ET, GLOBAL, MOVOREP,

PROGN, LOCAL, DSSATv4 – matematické modely v systéme PRAT,

t.j. – skratka to znamená,

VRP – vodný režim pôd,

Θ_{PVK} , Θ_{BZD} , Θ_V , Θ_P – hydrofyzikálne vlastnosti pôdy (poľná vodná kapacita, bod zníženej dostupnosti, bod vädnutia, voda prístupná pre rastliny) [%obj.],

ρ_d - redukovaná objemová hmotnosť [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$],

ρ_w – hustota vody [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$].

OBSAH

ABSTRAKT	3
ABSTRACT	3
POUŽITÉ OZNAČENIE	4
ÚVOD	5
1 PREHLAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY	6
2 CIEĽ PRÁCE	8
3 MATERIÁL A METÓDY	8
4 VÝSLEDKY	11
5 ZÁVERY	17
6 VÝBER Z POUŽITEJ LITERATÚRY	19
7 ZOZNAM PUBLIKOVANÝCH PRÁC AUTORA SÚVISIACICH S RIEŠENOU PROBLEMATIKOU A OHLASY NA PUBLIKOVANÉ PRÁCE	20

ÚVOD

Poľnohospodárska ale aj ostatná pôda je z hľadiska udržateľného rozvoja krajiny a zachovania jej kvality pre budúce generácie jedným z najvzácnejších útvarov našej planéty. Preto je nevyhnutné pozorovať jej vlastnosti a využívať ju čo najvhodnejšie.

Dlhodobým pozorovaním vodného a živinového režimu pôd sa vedcom podarilo nájsť vhodné riešenie a priblížiť reálny pohyb vody a živín v pôde rôznymi matematickými

modelmi. Simulované a monitorované hodnoty je možné porovnávať, a hľadať tak čo najlepšie výsledky pre aplikáciu modelov v praxi.

Veľké množstvo zásob vody na Slovensku sa nachádza práve v pôde, ide o tzv. pôdnu vodu. Pôda spolu s vodou, vzduchom a živinami predstavuje úrodný viacložkový systém, ktorý rastliny potrebujú pre svoj rast, vývin a zrelosť. Človek dokáže hnojením, obrábaním, či rôznymi oševnými postupmi meniť a prispôsobovať obsah vody a živín v pôde a tým ovplyvňovať jej produkčnú schopnosť.

V tejto práci bolo rozpracované práve využívanie poľnohospodárskej pôdy a zmeny obsahu vody a dusíka vplyvom rôznych oševných postupov a hnojenia v pôdnom profile.

1 PREHĽAD O SÚČASNOM STAVE RIEŠENEJ PROBLEMATIKY

Pôda predstavuje viacložkový systém, ktorý zvyčajne pozostáva z tuhej, tekutej a plynnej fázy. Medzi jednotlivými fázami je úzky vzťah a navzájom na seba pôsobia.

Z hľadiska pestovania poľnohospodárskych plodín má najväčší význam tá časť podpovrchovej vody, ktorá sa nachádza v dosahu koreňovej sústavy pestovaných poľnohospodárskych plodín a ktorá sa nachádza v kvapalnom skupenstve. Túto časť podpovrchovej vody označujeme termínom pôdna voda (Antal, 2003).

Pre normálny rast a vývin rastlina potrebuje desať základných prvkov, ktoré nazývame biogénne – nevyhnutné pre život. Sú to kyslík, vodík, uhlík, dusík, fosfor, draslík, vápnik, horčík, síra, železo. Keby vo výžive niektorý z týchto prvkov chýbal, rastlina by žila len dovedy, pokiaľ by jej stačili zásobné látky. Po ich vyčerpaní by zahynula (Kováčik, 2000).

Dusík je jeden z najdôležitejších prvkov vo výžive rastlín. Rastliny ho prijímajú vo forme amoniaku alebo kyseliny dusičnej. Rastliny majú veľkú spotrebu dusíka, preto ich treba pravidelne zásobovať dusíkom v dávkach úmerným ostatným dodávaným živinám. Nadbytok dusíka sa prejavuje rôzne, napríklad plody bývajú málo vyfarbené, sú bez vône a zle sa uskladňujú. Stromy bývajú nápadne dlho zelené a zle sa pripravujú na zimný odpočinok. Na jeseň sa dusíkaté látky premiestňujú z listov do drevnatých častí, v ktorých sa ukladajú zásoby na jar. Nedostatok dusíka v pôde sa prejavuje zakrpateným vzrastom, svetlozelenou farbou listov a ich predčasným opadávaním (Kováčik, 2000).

Obrábanie pôdy je základným a nezastupiteľným prvkom v pestovateľských sústavách a významne sa podieľa na produkcii organickej hmoty pestovaných poľnohospodárskych plodín a kultúr. Mechanické obrábanie pôdy má pri pestovaní poľnohospodárskych plodín význam ako regulačné opatrenie so širokou škálou možností regulovať pôdnu úrodnosť

a pôdne prostredie, najmä objemovú hmotnosť, termodynamické podmienky v pôde, v súlade s požiadavkami pestovaných rastlín, regulovať zaburinenosť polí a celý rad ďalších prvkov výrobného územia a krajinného priestoru. Obrábaním pôdy človek ovplyvňuje jej základné fyzikálne, hydrofyzikálne, fyzikálno-chemické a biologické vlastnosti (Demo et al., 1995).

Osevný postup je systém striedania plodín na určitej ploche a za určitý čas. Striedanie plodín je cieľavedomé regulačné opatrenie usmerňujúce obsah pôdnej organickej hmoty, regulujúce škodlivé činitele, pôdne prostredie, najmä obsah vody a štruktúru pôdy a koreňovú mikroflóru (Kováč et al., 1997).

Najvýznamnejšími živinami sú dusík, fosfor a draslík. Ich prísun do pôdy sa môže diať rôznymi cestami, z ktorých hlavný význam má hnojenie. Hnojenie ovplyvňuje predovšetkým objemovú hmotnosť pôdy a pórovitosť. Výraznému zvýšeniu pórovitosti a zníženiu objemovej hmotnosti pôdy došlo vplyvom hnojenia maštaľným hnojom ($35 - 40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) v kombinácii s vápnením ($4 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ CaCO}_3$). Zlepšili sa základné fyzikálne vlastnosti luvizemí a pseudoglejov. Podobný účinok na fyzikálne vlastnosti kyslej hnedej pôdy mala aplikácia maštaľného hnoja ($25 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) a slamy ($3,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$) vo flyšovej oblasti Slovenska (Fulajtár, 1986).

V súčasnom období existuje množstvo modelov, ktoré aproximujú procesy prebiehajúce v systéme pôda – rastlina – atmosféra (PRAT). Rozdiely vo výstupoch z matematických modelov závisia jednak od rôznych prístupov k samotnému riešeniu problému a tiež od odlišného zadefinovania počiatkových a okrajových podmienok a vstupných údajov. Nevyhnutnými vstupmi do týchto modelov sú údaje popisujúce vlastnosti pôdy, medzi ktoré patrí aj vlhkosťná retenčná krivka – t.j. vzťah medzi vlhkosťným potenciálom a vlhkosťou pôdy (Štekauerová, Nagy, 2003).

Vo svete existujú stovky matematických simulačných modelov, ktoré môžeme buď úplne alebo aspoň čiastočne považovať za modely vodného režimu pôdy. Tieto sa dajú zaradiť do dvoch výrazných kategórií:

- modely pre simuláciu výlučne pohybu vody v pôdnom profile
- a modely, ktoré simulujú aj prenos chemických látok, resp. tepla.

V tejto práci bol použitý model GLOBAL a model DSSATv4. Model GLOBAL je simulačný matematický model prenosu vody v izotermickej pôde. Používa sa ako nástroj pre diagnózu a prognózu vodného režimu pôdneho profilu s rastlinným krytom. Model je založený na predpoklade prenosu vody len vo vertikálnom smere, horizontálne toky vody sú zanedbateľné. Predpokladá sa tiež, že koncentrácia rozpustených látok vo vode neovplyvňuje prenos vody v pôde (Majerčák, 2002).

Model DSSATv4 (The Decision Support System for Agrotechnology Transfer) je používaný už viac ako 15 rokov vo viac ako 100 krajinách po celom svete. Ide o program kombinujúci dáta a programy týkajúce sa úrod, pôd, počasia atď. Ako balík zahrňujúci vplyv pôdy, fenotyp plodiny, počasia, DSSAT dovoľuje používateľovi simulovať podmienky, ktoré by agronómovi trvali celú jeho kariéru. DSSAT taktiež poskytuje kontrolu platnosti výstupov modelu úrod, porovnáva simulované výstupy s pozorovanými výsledkami. (Uehara and Tsuji, 1998).

2 CIEĽ PRÁCE

Hlavným cieľom práce je pokus o využitie matematických modelov pre analýzu vplyvu využívania pôdy na pohyb vody a dusíka v pôdnom profile najmä z hľadiska ochrany zdrojov podzemných vôd dusičnanmi.

Pre splnenie tohto cieľa je potrebná aj analýza dostupných matematických modelov a na jej základe výber najvhodnejších modelov pre splnenie hlavného cieľa dizertačnej práce.

Pre výber najvhodnejších modelov sa využije aj porovnanie simulovaných hodnôt s nameranými hodnotami v poľných experimentoch v lokalite Borovce.

Pod pojmom využívanie pôdy sa v tejto práci rozumie vplyv osevných postupov a vplyv hnojenia na pohyb vody a dusíka v pôdnom profile.

3 MATERIÁL A METÓDY

V tejto práci sa sledovali pri konvenčnom obrábaní (klasická orba - C1) dva typy osevných postupov (obilnársky a biologický) a dve techniky hnojenia – ekologické hnojenie (len maštalným hnojom) a integrované hnojenie (hnojenie slamou + NKP). Pre modelovanie boli použité modely DSSATv4 a model Global. V práci bol model Global označovaný ako M1 a model DSSATv4 ako M2. Skúmané územie sa nachádza v lokalite Borovce, okres Piešťany.

Borovce sa nachádzajú v severnej časti Trnavskej pahorkatiny 160 m n. morom 7 km od Piešťan, klimatické charakteristiky boli spracované pre meteorologickú stanicu Piešťany.

Podľa agroklmatickej rajonizácie Slovenska (Kurpelová et al., 1975) Borovce patria do makrooblasti teplej, oblasti veľmi teplej, podoblasti veľmi suchej a okrsku prevažne miernej zimy.

Charakteristika zrážkových úhrnov v období rokov 1997 až 2002 je znázornená na obr.3.2-3.7. Najviac atmosférických zrážok spadlo v letnom období pravdepodobne v dôsledku privalových dažďov v daných rokoch. Namerané hodnoty úhrnu zrážok sa pohybovali v rozpätí od 75 mm do 200 mm. Najmenej atmosférických zrážok spadlo v roku 1998 vo februári, táto hodnota predstavovala výšku 2 mm, ide o mimoriadne suchý mesiac. Ďalší mimoriadne suchý mesiac bol august 1997, kedy výška atmosférických zrážok nadobudla hodnotu 9 mm. Posledné tri roky sledovaného obdobia nemajú výrazné výkyvy hodnôt oproti klimatickému normálu, majú plynulejší priebeh ako roky 1997-1999, kedy sa v tomto období vyskytovali extrémnejšie hodnoty maximálnych a minimálnych zrážkových úhrnov.

Skúmaná lokalita sa nachádza v černozekej oblasti Trnavskej pahorkatiny. Analýzou pedologickej sondy vykopanej dňa 7.4.1999 v lokalite Borovce sa zistilo, že sa jedná o varietu černoze luvizemná (Zaujec, 2000).

Výskumný ústav rastlinnej výroby v Piešťanoch na experimentálnej výskumnej ploche v lokalite Borovce založil v roku 1990 dva rozdielne 6-honové oseedné postupy, a to tzv. biologický oseedný postup (variant A1) a tzv. obilninársky oseedný postup (variant A2)- tabuľka 3.14 (Kováč, 1997).

Na každom z týchto oseedných postupov boli použité dva varianty hnojenia: ekologické hnojenie (hnojenie len maštalným hnojom 40 t.ha⁻¹; variant B1), a tzv. integrované hnojenie (hnojenie slamou + NPK; variant B2) (Dodok, 2001).

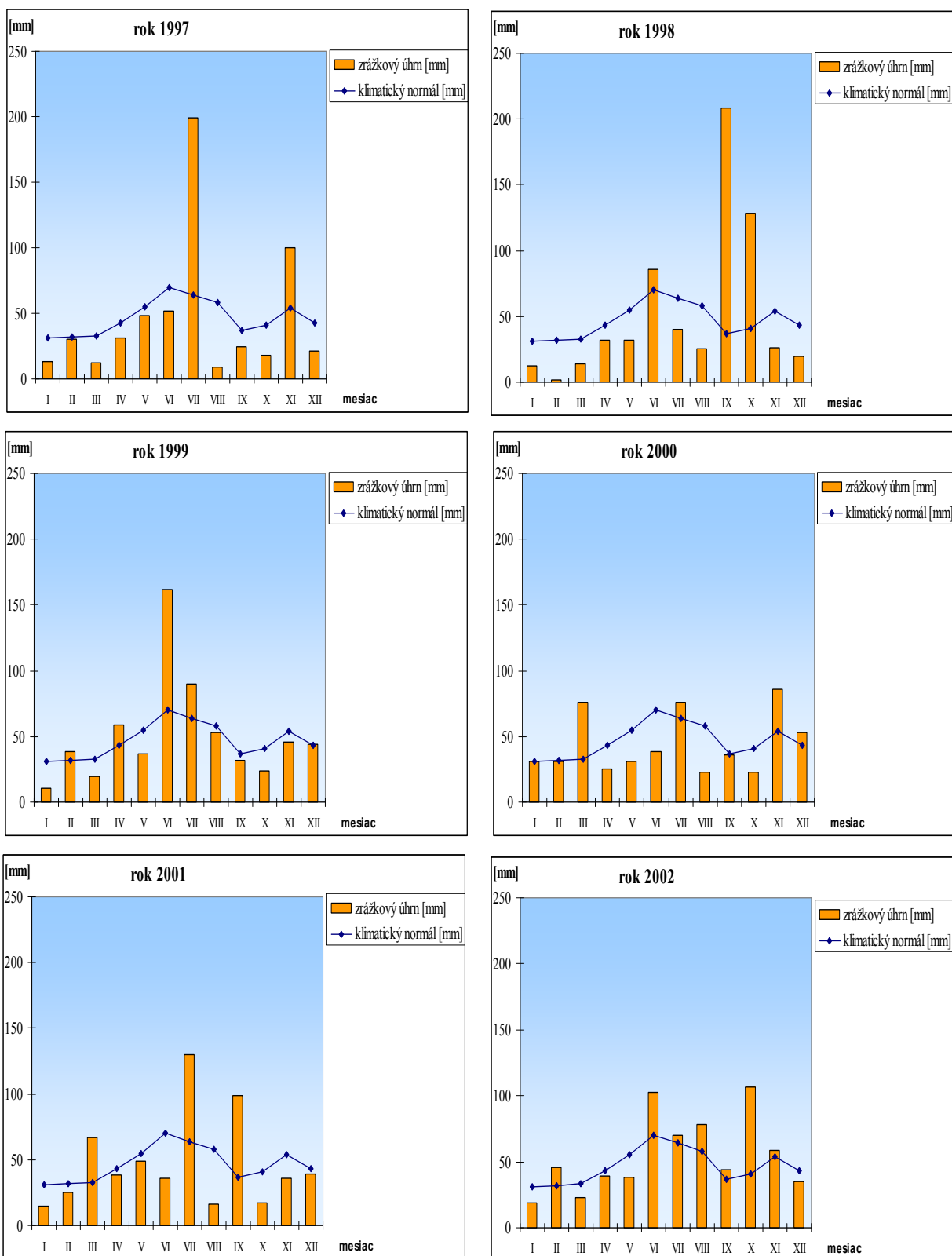
Tab. 3.1 Vstupy živín do pôdy z priemyselných hnojív v rokoch 1998-2002

Oseedný postup									
A1					A2				
Plodina	Variant (A1B2)	Živina (kg.ha ⁻¹)			Plodina	Variant (A2B2)	Živina (kg.ha ⁻¹)		
		N	P	K			N	P	K
LSI.	NPK+VP	20	33	124	KZ	NPK+VP	120 + 50*	37	130
LSII.	NPK+VP	0	0	0	JJ	NPK+VP	60 + 50*	29	92
PO	NPK+VP	80 + 50*	35	118	PO	NPK+VP	80 + 50*	35	118
RC	NPK+VP	80	35	166	JJ	NPK+VP	60 + 50*	29	92
JJ	NPK+VP	60 + 50*	29	92	HS	NPK+VP	13	33	102
KZ	NPK+VP	120 + 50*	37	130	PO	NPK+VP	80 + 50*	35	118

* - dusík aplikovaný pri zaorávaní slamy príslušnej plodiny

Poznámka: z priemyselných dusíkatých hnojív sa aplikoval LVA (liadok vápenato-amonný).

VP-vedľajší produkt



Obr.3.2-3.7 Mesačné zrážkové úhrny v jednotlivých rokoch sledovaného obdobia 1997-2002 v porovnaní s klimatickým normálom 1951-1980 v mm

Charakteristika pedologickej sondy z dňa 7.4.1999 v lokalite Borovce (Zaujec et al., 2000):

Tab. 3.10 Ukazovatele fyzikálnych a hydrofyzikálnych vlastností (Zaujec et al., 2000)

Hĺbka odberu vzorky (m)	Stav ukazovateľov v čase odberu				Stav ukazovateľov po nasýtení vodou, jej odtokaní a ustálení v pôde			
	t.m ⁻³		% obj.		% obj.			
	ρ_s	ρ_d	P	Θ	Θ_{PVK}	Θ_{BZD}	Θ_V	Θ_P
0,05-0,15	2,65	1,56	41,13	31,63	33,72	25,36	12,82	20,90
0,20-0,30	2,58	1,63	36,82	34,21	34,13	24,68	10,50	23,63
0,30-0,40	2,63	1,57	40,30	31,76	33,03	24,60	11,95	21,08
0,40-0,50	2,62	1,45	44,65	30,32	31,71	23,84	12,03	19,68
0,50-0,60	2,67	1,47	44,94	28,43	30,98	23,20	11,54	19,44
0,70-0,80	2,67	1,27	52,43	25,73	29,59	21,91	10,39	19,20
0,85-0,95	2,67	1,36	38,95	25,95	31,32	22,39	8,99	22,33

Kde:

ρ_s - merná hmotnosť pôdy, ρ_d - objemová hmotnosť suchej pôdy, P - pórovitosť, Θ - momentálna objemová vlhkosť pôdy, Θ_{PVK} - poľná vodná kapacita, Θ_{BZD} - bod zníženej dostupnosti, Θ_V - bod vädnutia, Θ_P - využiteľná vodná kapacita pôdy.

Tab. 3.14 Striedanie plodín v analyzovaných osevných postupoch (Kováč, 1997)

ROK	OSEVNÝ POSTUP	
	BIOLOGICKÝ (A1)	OBILNINÁRSKY (A2)
1997	Ozimná pšenica (<i>Triticum aestivum</i>)	Ozimná pšenica (<i>Triticum aestivum</i>)
1998	Cukrová repa (<i>Beta vulgaris</i>)	Jarný jačmeň (<i>Hordeum vulgare</i>)
1999	Jarný jačmeň (<i>Hordeum vulgare</i>)	Hrach siaty (<i>Pisum sativum</i>)
2000	Kukurica na zrno (<i>Zea mays</i>)	Ozimná pšenica (<i>Triticum aestivum</i>)
2001	Lucerna siata (<i>Medicago sativa</i>)	Kukurica na zrno (<i>Zea mays</i>)
2002	Lucerna siata (<i>Medicago sativa</i>)	Jarný jačmeň (<i>Hordeum vulgare</i>)

4 VÝSLEDKY

Výsledky vlastnej práce sú rozdelené do dvoch celkov. Prvý je zameraný na obsah vody v pôde, resp. pôdnu vlhkosť, ktorá bola modelovaná modelmi Global (M1) a DSSATv4 (M2). Ide o priemernú vlhkosť pôdy v hĺbke jeden meter. Vypočítaná vlhkosť bola porovnávaná s meranými hodnotami s využitím výsledkov z práce Dodok (2001). V tejto práci sa zohľadňoval len vplyv osevných postupov na pohyb vody v pôdnom profile.

Druhá časť výsledkov je zameraná na dusík v pôde. Tento prvok bolo nemožné modelovať danými modelmi, a tak sa v práci využívajú a zhodnocujú výsledky namerané na

katedre biometeorológie a hydrológie, Inštitúte ochrany biodiverzity a biologickej bezpečnosti a Výskumnom ústave rastlinnej výroby v Piešťanoch. V práci sa hodnotí vplyv hnojenia a osevných postupov na pohyb anorganického dusíka, konkrétne dusičnanového dusíka v pôdnom profile, a to do hĺbky až troch metrov, čo je v tejto práci jedinečné, hodnotí sa tiež prípadné znečistenie podzemných vôd dusičnanmi.

V roku 1997 sa na oboch honoch osevných postupoch pestovala ozimná pšenica (*Triticum aestivum*), ktorá sa zasiala na jeseň v roku 1996. Pre tento rok bol použitý na modelovanie pôdnej vlhkosti model Global. Na tomto území sa vytvorila až do polovice februára trvalá snehová pokrývka. Na začiatku modelovaného obdobia sa pravdepodobne v dôsledku snehovej pokrývky vlhkosť pôdy zvýšila na hodnotu takmer 30 % objemových. Úhrn zrážok v tomto období bol nízky, vlhkosť pôdy so zvyšovaním teploty vysoko nevystúpila. Veľký pokles vlhkosti pôdy sa zaznamenal od februára po jún, čo bolo pravdepodobne spôsobené odberom vlhkosti z pôdy koreňovým systémom pšenice letnej f. ozimnej (*Triticum aestivum*) a nižšou zrážkovou činnosťou. V máji a júni bol úhrn zrážok nízky a zvyšovanie teploty spôsobilo pokles vlhkosti pôdy na 15 % obj. Táto nízka vlhkosť sa prejavila pri odbere pôdnych vzoriek zo dňa 10.6.1997. V danom roku sa namerali najvyššie denné úhrny atmosférických zrážok v mesiacoch jún, júl, kedy aj pôdna vlhkosť nadobúdala najvyššie hodnoty. V júli boli zrážkové úhrny vysoké, čo spôsobilo, že vlhkosť pôdy výrazne stúpla na hodnoty 26 až 28 % objemových. Ďalšie suché obdobie bolo v auguste a v októbri, kedy už úroda pšenice bola pozbieraná, vlhkosť horej pôdy bez rastlín sa pohybovala od 18 do 19% objemových. Nastal opäť veľký vlahový deficit spôsobený vyšším výparom z pôdy, takže vlhkosť pôdy klesla až na 17,5 % obj. Vplyvom nízkych atmosférických zrážok sa pôdna vlhkosť pohybovala na nižšej úrovni v mesiacoch september, október. V novembri dané územie zasiahli výdatnejšie dažde, vlhkosť pôdy dosiahla hodnoty od 24 do 26 % objemových. Dňa 10.6.1997, 15.10.1997 a 28.10.1997 boli uskutočnené ďalšie merania pôdnej vlhkosti. Táto pôdna vlhkosť sa odlišuje od modelovanej pôdnej vlhkosti len o 0,5 až 2 % objemové. Použitý model Global (M1) dobre zohľadňuje priebeh atmosférických zrážok.

V roku 1998 boli na modelovanie pôdnej vlhkosti použité už obidva modely Global (M1) a DSSATv4 (M2). Na danom území sa pestovala cukrová repa (*Beta vulgaris*) a jačmeň jarný (*Hordeum vulgare*). V zimnom období na prelome rokov 1997/1998 bol úhrn atmosférických zrážok nízky, vlhkosť pôdy na jar predstavovala hodnoty len 15 až 20 % objemových. Táto nízka vlhkosť mohla byť spôsobená aj tým, že sa na danom území nevytvorila trvalá snehová pokrývka. V máji a apríli bolo relatívne teplo a sucho. V júni prevládali vyššie atmosférické zrážky, hodnota vlhkosti pôdy predstavovala 18-21 % obj., no

v júli aj v auguste táto hodnota opäť klesla. Najvyššia hodnota pôdnej vlhkosti v sledovanom období bola zaznamenaná v septembri 23 až 28 % obj.. Vlhkosť pôdy koncom roka 1998 bola relatívne vysoká (24 % obj.), až v marci dosahovala pri vyššej evapotranspirácii a nižších atmosférických zrážok nižšie hodnoty hlavne v povrchovej vrstve pôdneho profilu.

Meraná vlhkosť zo dňa 31.3.1998 na začiatku vegetačného obdobia sa takmer zhoduje s modelovanou vlhkosťou z tohto dňa. Meraná vlhkosť osevného postupu A1 sa s modelovanou hodnotou modelu M1 zhoduje na 91,62 %, kým meraná vlhkosť osevného postupu A2 sa s modelom M1 zhoduje na 94,29 % a s modelom M2 na 84,99 %. Od apríla do polovice júna bola modelovaná vlhkosť pod jačmeňom nižšia ako pod cukrovou repou, čo predstavovalo riziko znečistenia podzemných vôd, pretože na jeseň v roku 1997 bolo aplikovaných 40 ton maštalného hnoja (MH) na hektár pred sejbou cukrovej repy. Naopak vlhkosť pôdy od polovice júna do polovice októbra je vyššia tam, kde sa pestuje jačmeň jarný, tu sa na jar aplikovalo integrované hnojenie ((NPK + slama) variant B2). V septembri vlhkosť pôdy prudko stúpila pravdepodobne aj vplyvom zvýšených atmosférických zrážok a nižšou teplotou. Modelovaná hodnota pôdnej vlhkosti na jeseň pri variante A1 bola o 12,62 % vyššia ako meraná vlhkosť pôdy, čo bolo pravdepodobne spôsobené suchším a chladnejším počasím v tomto období, pričom model toto zohľadňuje až o niekoľko dní neskôr.

V roku 1999 sa pôdna vlhkosť modelovala dvoma modelmi, modelom Global aj modelom DSSATv4. Model Global modeloval vlhkosť počas celého roka, kým model DSSATv4 len počas vegetačného obdobia vybraných plodín. Na jar v roku 1999 bola vlhkosť pôdy vyššia, najmä pri variante A1 (biologický osevný postup). Vlahový deficit stúpol v máji vplyvom nižších atmosférických zrážok ako aj zvýšenej evapotranspirácii. V júni sa hodnoty pôdnej vlhkosti pohybovali okolo 18-25 % obj., vlhkosť pôdy síce oproti jarnému obdobiu klesla, ale na toto ročné obdobie bola pôdna vlhkosť pomerne vysoká. V období júl až október 1999 bola vlhkosť pôdy primeraná dlhodobému normálu, hodnoty sú nízke počas obilninárskeho osevného postupu. Pôdna vlhkosť v júni, júli a v auguste bola takmer nezmenená počas biologického osevného postupu. Merania sa uskutočnili 7.4.1999, 30.6.1999 a 20.10.1999. Najväčší rozdiel oproti modelovaným hodnotám malo meranie počas obilninárskeho osevného postupu na jar až 5 % obj., kedy model zaznamenal vyššiu pôdnu vlhkosť až neskôr. Na jeseň v roku 1999 sa v osevnom postupe A1 aplikovalo ekologické hnojenie B1 (40 t MH na ha), pričom vlhkosť na oboch honoch A1 aj A2 bola rovnaká, takže znečistenie podzemných vôd hrozilo v oboch prípadoch.

Pôdna vlhkosť bola výrazne vysoká, nad bodom zníženej dostupnosti. Táto vysoká vlhkosť vplyvom zvýšených atmosférických zrážok naďalej pretrvávala, kedy dosahovala

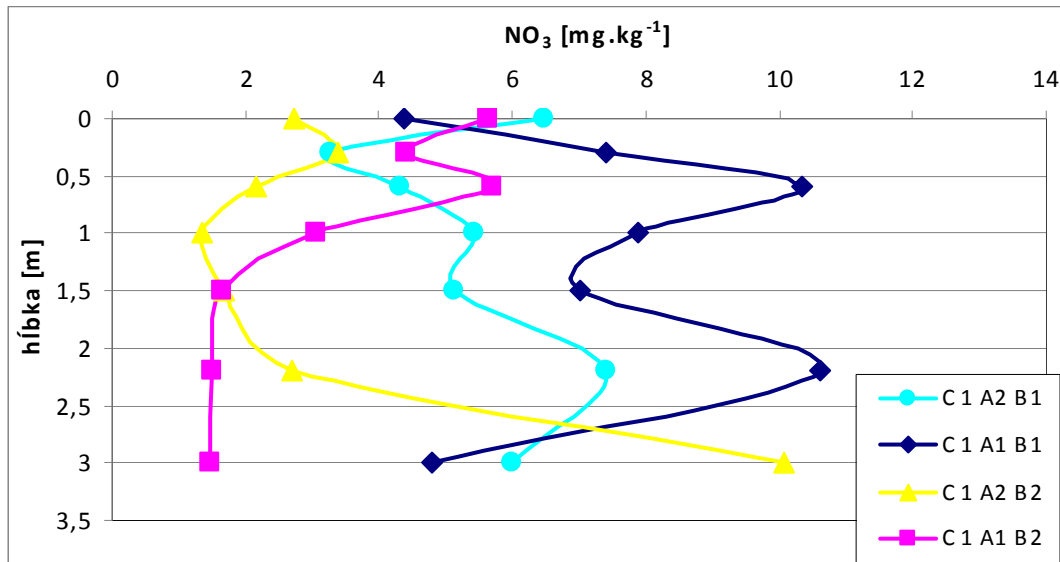
hodnotu okolo 26 % objemových. Začiatkom roku 2000 až do marca sa všetky modelované varianty pôdnej vlhkosti odlišovali od seba len nepatrne. V apríli sa teplota vzduchu a tým aj evapotranspirácia mimoriadne zvýšila, vlhkosť pôdy dosahovala hodnotu počas variantu A2 a modelu M1 iba 15 % objemových. Vlhkosť pôdy bola vyššia pri variante s biologickým osevným postupom ako pri variante s obilninárskym osevným postupom modelovaným modelom Global na jar. Model DSSATv4 mierne nadhodnocuje pôdnu vlhkosť v obilninárskom osevnom postupe oproti modelu Global, pravdepodobne to spôsobila nevhodná parametrizácia modelu. Začiatkom júla bol výraznejší pokles pôdnej vlhkosti pri obilninárskom osevnom postupe ako pri biologickom osevnom postupe. August 2000 bol z hľadiska atmosférických zrážok veľmi suchý, naopak november bol zas veľmi vlhký. Pôdna vlhkosť sa merala v dňoch 26.4.2000, 30.6.2000 a 17.10.2000. V sledovanom období sa merané hodnoty pôdnej vlhkosti iba nepatrne odlišovali od namodelovaných hodnôt modelom Global. Modelované hodnoty modelom DSSATv4 sa výrazne líšili od meraných hodnôt najmä pri variante A2. Na jeseň sa v osevnom postupe A2 aplikovalo ekologické hnojenie B1 (40 t MH na ha), čo pravdepodobne spôsobilo zvýšenie pôdnej vlhkosti pri tomto variante a opäť umožnilo znečistiť podzemné vody dusičnanmi.

V roku 2001 na konci chladného polroku v marci sa vlhkosť pôdy pohybovala dosť vysoko, nadobúdala hodnoty 22 až 24 % objemových. V období apríl, máj, jún bola pôdna vlhkosť vzhľadom na toto ročné obdobie primeraná, pohybovala sa okolo 20 % objemových. Zvýšené atmosférické zrážky v júli spôsobili, že sa vlhkosť pôdy mierne zvýšila. Potom vlhkosť pôdy vplyvom klimatických podmienok kolísala okolo hodnoty 18 % objemových. Zimné obdobie sa začalo suchšie a pretrvávalo až do januára 2002.

Prvého januára 2002 nadobúdala vlhkosť pôdy 20 % objemových, podobne to bolo aj v rokoch 1997 a 1999. Toto suchšie obdobie pretrvávalo do polovice januára. V roku 2002 sa striedalo vlhké počasie s počasím normálnym z hľadiska klimatického normálu. Hodnoty pôdnej vlhkosti sú vyššie ako obvykle počas celého roka. Hodnoty pôdnej vlhkosti kolíšu okolo 20 % objemových. V mesiacoch október až december sa pôdna vlhkosť zvýšila na 22 až 27 % objemových. Zaujímavým poznatkom je, že počas celého vegetačného obdobia bola vlhkosť pôdy pod lucernou siatou (*Medicago sativa*) nižšia ako pod jačmeňom jarným (*Hordeum vulgare*). Z vodohospodárskeho hľadiska, by bola vhodnejšou plodinou práve lucerna, keďže by tu bol nižší únik pôdnej vody do hĺbky viac ako 1 m. V roku 2002 už neboli k dispozícii merané dáta pôdnej vlhkosti.

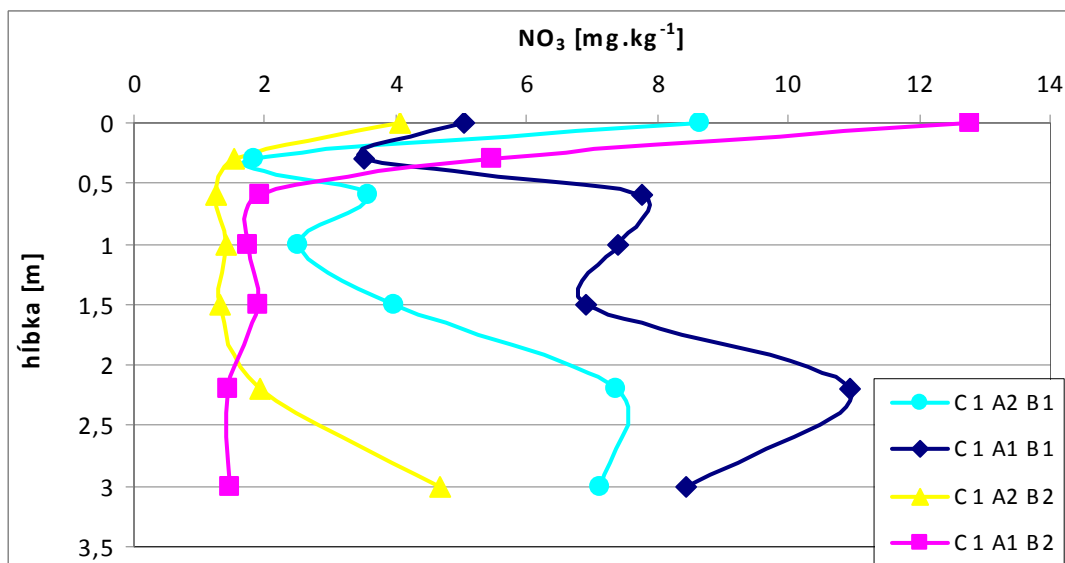
V druhej časti práci sa analyzovali dva osevné postupy, obilninársky A2 a biologický A1 s dvomi typmi hnojenia (B1 ekologické hnojenie a B2 integrované hnojenie) pri klasickej

orbe. Zistilo sa tak ako Kováč et al. (2004), že zapravenie slamy predplodiny + NPK v porovnaní s hnojením maštaľným hnojom sa z environmentálneho hľadiska ukázalo účelnejšie, nakoľko lepšie hospodáril s pôdnym dusíkom a súčasne chránilo životné prostredie (obr. 4.4).



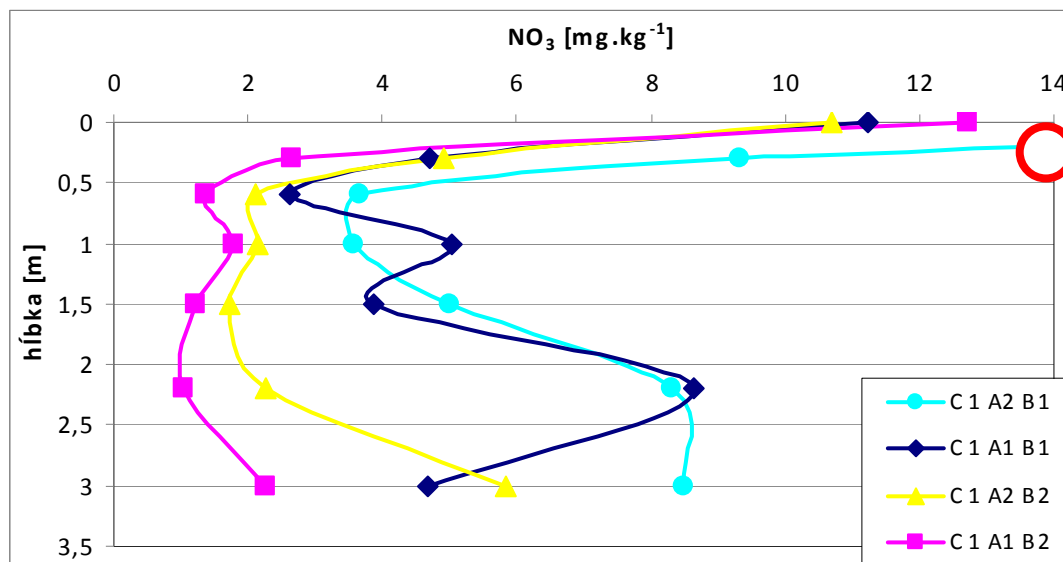
Obr. 4.1 Obsah N-NO₃ v pôdnom profile v jarnom období rokov 1997-2001, všetky varianty

Priemerný obsah NO₃ v pôdnom profile v jarnom období rokov 1997-2001 v hĺbke 3 m bol najvyšší v obilninárskom oševnom postupe hnojenom NPK+slamou, pravdepodobne preto, že toto hnojenie sa aplikovalo práve na jar (obr. 4.1).



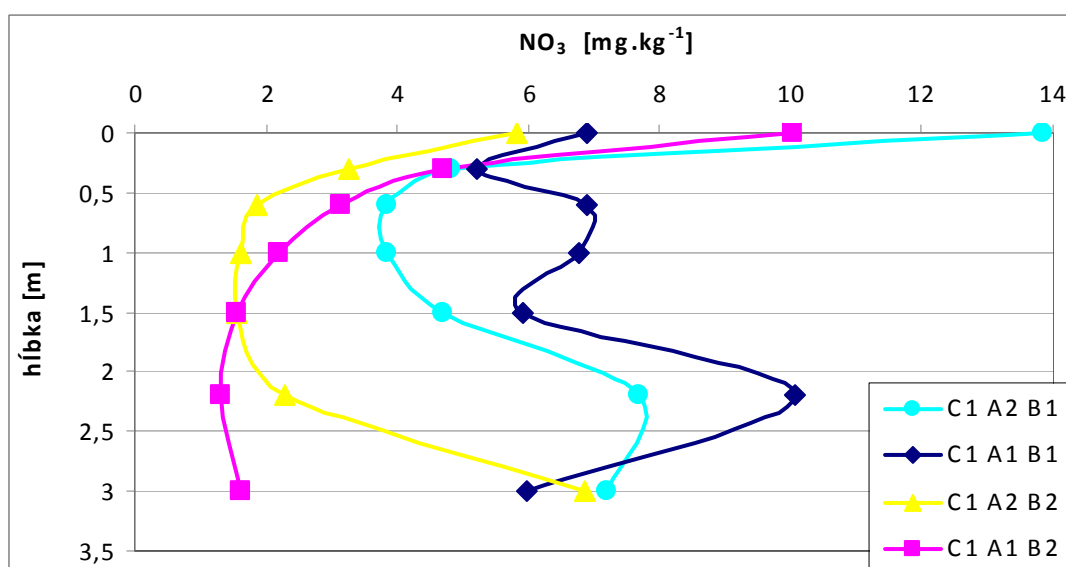
Obr. 4.2 Obsah N-NO₃ v pôdnom profile v letnom období rokov 1997-2001, všetky varianty

V letnom období v rokoch 1997-2001 bol priemerný obsah NO_3 najvyšší v biologickom oševnom postupe hnojenom maštalným hnojom, čo bolo spôsobené vhodným zostavením oševného postupu, ktorý v tomto období zlepšoval biologické vlastnosti pôdy (obr. 4.2).



Obr. 4.3 Obsah N- NO_3 v pôdnom profile v jesennom období rokov 1997-2001, všetky varianty

Maštalný hnoj sa na danom území aplikoval na jeseň, preto práve v obilninárskom oševnom postupe hnojenom MH sa nachádzalo najviac NO_3 v pôdnom profile (obr. 4.3).



Obr. 4.4 Obsah N- NO_3 v pôdnom profile v období rokov 1997-2001, všetky varianty

Hnojenie maštalným hnojom v SR sa v konvenčnom pestovaní považuje za základ systému hnojenia a výživy rastlín. Hnojenie maštalným hnojom vyrovnáva (reguluje) obsah

uhlíkatých hmôt v pôde, čím súčasne vytvára predpoklady pre uchovanie úrodnosti pôdy. Pôdna organická hmota priaznivo ovplyvňuje fyzikálne a biologické vlastnosti pôd, na ktoré je rastlina mimoriadne citlivá (Kováč et al., 2003).

Rozhodujúce faktory, ktoré ovplyvňujú hladinu obsah anorganického dusíka v pôde sú pestovaná plodina, teplota a vlhkosť pôdy. Korelačnou analýzou sme sa pokúsili stanoviť lineárnu závislosť medzi vlhkosťou pôdy a obsahom NO_3 v pôde. Táto závislosť bola stanovená v jednotlivých hĺbkach odberu a v štyroch variantoch pre 15 odberov uskutočnených v rôznom čase od roku 1997 do roku 2001. Kladná hodnota korelačného koeficientu určuje stúpajúcu lineárnu závislosť a záporná hodnota klesajúcu lineárnu závislosť. Absolútne hodnoty korelačného koeficientu sa pohybujú od 0,05 v hĺbke 30 cm až do 0,78 v hĺbke 100 cm. Vo väčšine prípadov ide o miernu korelačnú závislosť obsahu NO_3 od vlhkosti pôdy. Nepatrná závislosť obsahu NO_3 od vlhkosti pôdy bola najmä v hĺbke 30 cm, pravdepodobne preto, že v tejto hĺbke bol koreňový systém rastlín najlepšie vyvinutý a čerpanie dusíka z pôdy bolo odlišné od čerpania vody z pôdy.

5 ZÁVERY

V súčasnej dobe sa pri hodnotení vodného a živinového (konkrétne dusíkatých látok) režimu pôd čoraz častejšie využíva matematické modelovanie prostredníctvom kvalitných počítačových programov. Dôležitým predpokladom pre čo najdokonalejšie využitie modelov v praxi je úspešné teoretické zvládnutie štruktúry modelu Global ako i ďalších ekvivalentných modelov.

Matematické modelovanie má v súčasnosti dominantné postavenie. Exponenciálny rast potenciálu výpočtovej techniky - hardvéru aj softvéru - umožňuje využívať v reálnom čase rôzne matematické modely a má dopad na ich vývoj a smerovanie. Pre dosiahnutie vyššej presnosti moderných matematických modelov je potrebná tesnejšia zviazanosť s reálnymi pozorovaniami a s výsledkami experimentov. Modely sú náročné na vkladanie a vytváranie vstupných súborov, ktoré vyžadujú vysokú presnosť k tomu, aby správne fungovali.

Doterajšie výsledky modelovania ukázali, že matematickým modelom Global a DSSATv4 sa dá relatívne jednoducho zohľadniť vplyv využívania pôdy osevnými postupmi, ale vplyv hnojenia a obrábania ostáva zatiaľ predmetom riešenia v budúcnosti.

Výhodou matematického modelu Global je simulovanie výstupných hodnôt pohybu vody v systéme PRAT počas celého roka a nie len vo vegetačnom období plodín.

Z výsledkov analýzy dvoch osevných postupov (A1 – biologický osevný postup, A2 – obilninársky osevný postup) vo vzťahu k vlhkosťnému profilu pôdy v lokalite Borovce v rokoch 1997 až 2002 sme dospeli k nasledovným záverom:

- pri rovnakých zrážkových, teplotných a pôdnych pomeroch bol vodný režim pôdy ovplyvnený najmä transpiráciou pestovaných plodín v jednotlivých osevných postupoch
- lepšiu infiltračnú schopnosť pôdy pravdepodobne v závislosti od typu hnojenia mala pôda pri obilninárskom osevnom postupe ako pri biologickom osevnom postupe
- pred zapojením vegetácie mala hlavný vplyv v jarnom období na vlhkosť pôdy zimná zásoba vody v pôdnom profile a poveternostné podmienky v zimnom období
- pri dobrých vlhkových pomeroch v zimnom období sa rozdiely vo vlhkosti v pôde na jeseň do jari vyrovnávali, pri nepriaznivých vlhkových pomeroch pretrvali rozdiely v pôdnej vlhkosti vytvorené na jeseň
- počas vegetačného obdobia ovplyvňovala vlhkosťný režim pôdy vyššia intenzita evapotranspirácie obilnín v obilninárskom osevnom postupe na jar a v prvej polovici leta a vysoká evapotranspirácia kukurice, cukrovej repy a čiastočne lucerny od polovice leta a na jeseň v biologickom osevnom postupe

Z výsledkov analýzy dvoch osevných postupov (A1 – biologický osevný postup, A2 – obilninársky osevný postup) a dvoch spôsobov hnojenia (B1 – ekologické hnojenie, B2 – integrované hnojenie) vo vzťahu k obsahu dusičnanov v pôde a možnému znečisteniu podzemných vôd v lokalite Borovce v rokoch 1997 až 2002 sme dospeli k nasledovným záverom:

- najmenšia závislosť medzi množstvom dusíka v pôde od vlhkosti pôdy bola v hĺbke 30 cm, tu pravdepodobne rastliny svojimi koreňmi odoberali dusík a vodu z pôdy nezávisle od seba
- v ostatných hĺbkach odberu obsahu NO_3 z pôdy bolo množstvo dusíka v pôde závislé od pôdnej vody mierne, význačne, miestami až vysoko podľa korelačnej analýzy
- z vodohospodárskeho hľadiska, najväčšie riziko znečistenia podzemných vôd dusičnanmi, vyjadrené obsahom N-NO_3 v hĺbke väčšej ako 1 m, takmer pri všetkých odberoch od roku 1997 do roku 2001, mal variant ekologického hnojenia, t.j. hnojenia

maštal'ným hnojom (B1) a biologického osevného postupu (A1), výška obsahu NO₃ sa pohybovala okolo 10 mg.kg⁻¹

- najmenšie riziko znečistenia podzemných vôd dusičnanmi mal variant integrovaného hnojenia (B2) a biologického osevného postupu (A1)

6 VÝBER Z POUŽITEJ LITERATÚRY

1. Antal, J. 2003. Agrohydrologia. Nitra : SPU, 2003, 168s. ISBN 80-8069-141-X.
2. Demo, M. et al. 1995. Obrábanie pôdy. Nitra : VŠP. ISBN 80-7137-255-2.
3. Dodok, R. 2001. Vplyv využívania poľnohospodárskej pôdy na jej vodný režim: Dizertačná práca. Nitra: SPU, 2001. 162 s.
4. Fulajtár, E. 1986. Fyzikálne vlastnosti pôd Slovenska, ich úprava a využitie. In: *Poľnohospodárska veda 1/86 – Séria A*. 1986.
5. Kováč, K. et al. 1997. Ekologické hospodárenie na pôde. VÚRV Piešťany a SPPK Bratislava, 1997, 132 s. ISBN: 80-236-0077-x.
6. Kováč, K. et al. 2003. Všeobecná rastlinná výroba. Učebnica. Nitra : SPU, 2003, 323 s.
7. Kováč, K. et al. 2004. Produkčné a environmentálne aspekty pestovania repy cukrovej v ochranných pásmach vody [online] [cit. 2008-10-04] Dostupné na internete:<http://www.agris.cz/vyzkum/detail.php?id=132393&iSub=566&PHPSESSID=b>
b>
8. Kováčik, P. 2000. Ekologické poľnohospodárstvo na Slovensku. XI. Výživa a hnojenie rastlín, projekt Leonardo da Vinci: Poľnohospodárstvo šetrné k životnému prostrediu SK / 98 / 2 / 05612 /PI/II.1.1.a/FPC [online] [cit. 2007-01-17] Dostupné na internete: <<http://www.efa.sk/sk/3/11/01-01.htm>>
9. Kurpelová, M., Coufal, L., Čulík, J. 1975. Agroklimatické podmienky ČSSR. Bratislava: Hydrometeorologický ústav, 1975.
10. Majerčák, J. 2002. Matematický simulačný model ako nástroj pre diagnózu a prognózu vodného režimu pôdneho profilu s rastlinným krytom. Dizertačná práca. Bratislava, 2002.
11. Stehlíková, B. Základy bioštatistiky. Nitra : SPU, 1998, ISBN 80-7137-539-X.

12. Štekaueová, V., Nagy, V. 2003. Hodnotenie vodného režimu zóny aerácie pôdy v lokalitách Žitného ostrova, Ústav hydrologie SAV, Bratislava, In: *Zborník z konferencie (CD) s medzinárodnou účasťou „Hydrologia na prahu 21. storočia - Vízia a realita“*, Smolenice, 2003.
13. Uehara G. and Tsuji G. Y. 1998. Overview of IBSNAT. In: G.Y. Tsuji, G. Hoogenboom and P.K. Thornton, Editors, *Understanding Options for Crop Production*. In: F.W.T. Penning de Vries, Editor, *Systems Approach for Sustainable Development vol. 7*, Kluwer Academic Publishers (1998), pp. 1–7.
14. Zaujec, A. 2000. *Pedologická charakteristika experimentálnej stanice VÚRV Piešťany – Borovce*. Nitra : SPU, 2000.

7 ZOZNAM PUBLIKOVANÝCH PRÁC AUTORA SÚVISIACICH S RIEŠENOU PROBLEMATIKOU A OHLASY NA PUBLIKOVANÉ PRÁCE

ADE01 000001-091650

Soil water movement modelling in Hapllic luvisols (HMm) and Albi haplic luvisols (HMI) under Slovak climatic conditions / Iveta Tóthová, Dušan Igaz, Jaroslav Antal. In: *Journal of environmental engineering and landscape management : Research Journal of Vilnius Gediminas Technical University*. - Vilnius, Litva : Vilnius Gediminas Technical University. - ISSN 1648-6897. - Vol. 15, no. 2 (2007), s. 69-75

ADF01 000002-084125

Využitie matematických modelov pri určovaní zložiek vodnej bilancie = Mathematical models in determination of water balance components / Zuzana Matiašová, Dušan Igaz, Iveta Tóthová.

In: *Acta horticulturae et regiotecturae*. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 1998-. - ISSN 1335-2563. - Roč. 8, mimoriadne číslo (2005), s. 253-255

AED01 000003-091206

Simulation of soil water movement as influenced by plant cover in condition of Danubian lowland / Dušan Igaz, Iveta Tóthová. In: *Pollution and water resources : Columbia university seminar proceedings : Environmental problems in US and Central Europe including social aspects of both areas*. XXXVII. - Bratislava : Slovak Academy of Sciences, 2007. - ISBN 978-80-89139-12-5. - S. 63-75

AFC01000004-082605

Matematické modelovanie vodného režimu pôdy v podmienkach Podunajskej pahorkatiny modelom Global = Simulation of soil water movement in condition of Danubian Lowland by Global model / Iveta Tóthová, Dušan Igaz, Jaroslav Antal. - Požiadavky na systém: Windows 95 a vyššie; CD-ROM mechanika. In: *Věda mladých 2006 [elektronický zdroj] : sborník z mezinárodní vědecké konference konané 30.-31. srpna 2006 v Brně*. - Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2006. - ISBN 80-7157-974-2

Ohlasy:

[4] ČIMO, Ján - ŠPÁNIK, František. *Periódny sucha v podmienkach klimateckej zmeny*

Podunajskej nížiny. In Bioclimatology and natural hazards : international scientific conference, Poľana nad Detvou, Slovakia, 17-20 september 2007. - Zvolen : Technická univerzita, 2007. Požiadavky na systém: Windows 95 a vyššie; CD-ROM mechanika

AFC02000005-082651

Simulation of soil water movement as function of crop cover / Iveta Tóthová, Dušan Igaz. In: Zbornik radova sa 30. smotre naučnih radova studenata poljoprivrede sa međunarodnim učešćem = proceedings of the 30th conference of agricultural students with international participation : Novi Sad, 20. novembar 2006. - Novi Sad : Univerzitet u Novom Sadu, 2006. - ISBN 86-7520-099-4. - S. 81-85

AFC03000006-092129

Comparison of evaluation of soil water content by global and DSSAT 4 simulation models / D. Igaz, I. Tóthová, P. Samuhel. - Požiadavky na systém: Windows 95 a vyššie; CD-ROM mechanika. - Abstrakt článku je uverejnený v zborníku abstraktov z tejto konferencie na s. 173.

In: Water management and hydraulic engineering : 10th international symposium : Solaris, Šibenik, Croatia 4-9 September 2007. - Zagreb ; Zagreb : Sveučilište : University of Zagreb, 2007. - ISBN 978-953-6272-21-1

AFC01 097364

Nepriama analýza heterogenity pozemku pomocou matematického modelovania vlhkosti pôdy / Iveta Tóthová, Jaroslav Antal, Ján Jobbágy, Lenka Malatinská. - Požiadavky na systém: Windows 95 a vyššie; CD-ROM mechanika.

In: Bioklimatologické aspekty hodnocení procesů v krajině [elektronický zdroj] : sborník příspěvků z mezinárodní konference, Mikulov 9.-11.9.2008. - Praha : Česká bioklimatologická společnost, 2008. - ISBN 978-80-86690-55-1

AFD01 000007-077400

Verifikácia matematického modelu Global na výskumnej báze slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. Verify mathematical model Global on the Slovak agriculture university research basis in Nitra / Iveta Tóthová, Dušan Igaz, Jaroslav Antal, Bernard Šiška. - Požiadavky na systém: Windows95 a vyššie; CD-ROM mechanika. In: Zborník príspevkov z XIII. posterového dňa s medzinárodnou účasťou [elektronický zdroj] : Bratislava, 10.11.2005. - Bratislava : Ústav hydrológie SAV, 2005.

AFH01 000008-081945

Influence of saturated hydraulic conductivity variability on simulated time period of soil moisture / D. Igaz, I. Tóthová. - Požiadavky na systém: Windows 95 a vyššie; CD-ROM mechanika.

In: Bioklimatológia a voda v krajine = Bioclimatology and water in the land [elektronický zdroj] : bioklimatologické pracovné dni 2006 : medzinárodná vedecká konferencia pod záštitou dekana FMFI UK Doc. RNDr. Jána Boďu, CSc., 11. – 14. septembra 2006, Strečno = international bioclimatological conference organized under the auspices of Dean of the FMFI UK Assoc. Prof. RNDr. Ján Boďa, PhD., September 11 – 14, 2006, Strečno, Slovak Republic. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2006. - ISBN 80-89186-12-2. - S. 97

Ohlasy:

[4] JURÍK, Ľuboš - HALAJ, Peter - BÁREK, Viliam - HALAJOVÁ, Denisa. Current state and restoration measures design for increasing of recreational potential of the Váh river

Oxbow lake. In Pollution and water resources : Columbia university seminar proceedings. - Bratislava : Slovak Academy of Sciences, 2007. ISBN 978-80-89139-12-5, s. 191-202.

AFL01 000009-081939

Analýza vplyvu rôznych poľnohospodárskych plodín na charakteristiky drenážneho odtoku pôdnej vody = Analysis of different agricultural crops influence on draining outflow characteristics / Iveta Tóthová, Dušan Igaz, Jaroslav Antal. - Požiadavky na systém: Windows 95 a vyššie; CD-ROM mechanika. - Vyšiel aj abstrakt tohto článku v zborníku abstraktov na str. 96. In: Bioklimatológia a voda v krajine = Bioclimatology and water in the land [elektronický zdroj] : bioklimatologické pracovné dni 2006 : medzinárodná vedecká konferencia pod záštitou dekana FMFI UK Doc. RNDr. Jána Boďu, CSc., 11. – 14. septembra 2006, Strečno = international bioclimatological conference organized under the auspices of Dean of the FMFI UK Assoc. Prof. RNDr. Ján Boďa, PhD., September 11 – 14, 2006, Strečno, Slovak Republic. - Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2006. - ISBN 80-89186-12-2. - Nestr.

AFL02 000010-093554

Crop rotation influence on hydrological balance of soil profile in lokality Borovce at 1999-2001 / Jaroslav Antal, Iveta Tóthová. - Požiadavky na systém: Windows 95 a vyššie; CD-ROM mechanika. - abstrakt článku sa nachádza v zborníku abstraktov z tejto konferencie na s. 19. In: Bioclimatology and natural hazards [elektronický zdroj] : international scientific conference, Poľana nad Detvou, Slovakia, 17-20 september 2007. - Zvolen : Technická univerzita, 2007. - ISBN 978-80-228-17-60-8

AFL03 000011-093577

Vyhodnotenie obsahu pôdnej vody s využitím simulačných modelov GLOBAL a DSSAT 4. Evaluation of soil water content by simulation models GLOBAL and DSSAT 4 / D. Igaz, I. Tóthová, P. Samuhel. - Požiadavky na systém: Windows 95 a vyššie; CD-ROM mechanika. In: Bioclimatology and natural hazards [elektronický zdroj] : international scientific conference, Poľana nad Detvou, Slovakia, 17-20 september 2007. - Zvolen : Technická univerzita, 2007. - ISBN 978-80-228-17-60-8