

ÚZPI

ÚSTAV ZEMĚDĚLSKÝCH A POTRAVINÁŘSKÝCH INFORMACÍ

ROSTLINNÁ VÝROBA

Plant Production

ČESKÁ AKADEMIE ZEMĚDĚLSKÝCH VĚD

8

VOLUME 42 (LXIX)
PRAHA
SRPEN 1996
CS ISSN 0370-663X

Mezinárodní vědecký časopis vydávaný z pověření České akademie zemědělských věd a s podporou Ministerstva zemědělství České republiky

An international journal published by the Czech Academy of Agricultural Sciences and with the promotion of the Ministry of Agriculture of the Czech Republic

Redakční rada – Editorial Board

Předseda – Chairman

Doc. Ing. Josef Šimon, CSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)

Členové – Members

Doc. Ing. Pavol Bajčí, CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)
Prof. Dr. Márta Birkás (Agrártudományi Egyetem, Gödöllő, Hungária)
Doc. Ing. Jozef Ciglar, CSc. (Vysoká škola poľnohospodárska, Nitra, SR)
Ing. Helena Donátová, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
Prof. Ing. Václav Fric, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
Ing. Norbert Gáborčík, CSc. (Výskumný ústav trávnych porastov a horského poľnohospodárstva, Banská Bystrica, SR)
Ing. Bohdan Juráni, CSc. (Univerzita Komenského, Bratislava, SR)
Prof. Dr. Günter Kahnt (Institut für Pflanzenbau und Grünland, Universität Hohenheim, Stuttgart, BRD)
Prof. Ing. Josef Kozák, DrSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
Ing. Ladislav Lorenčík, DrSc. (Oblastný výskumný ústav agroekológie, Michalovce, SR)
Prof. Ing. Lubomír Minx, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)
Ing. Timotej Mištin, CSc. (Výskumný ústav rastlinnej výroby, Piešťany, SR)
Dr. Peter Newbould (The Macaulay Land Use Research Institute, Aberdeen, Scotland, UK)
Ir. Cees van Ouwerek (Instituut voor Bodemvruchtbaarheid, Haren Gm, Nederland)
Ing. Jaromír Procházka, CSc. (Výzkumný ústav pícninářský, Troubsko u Brna, ČR)
Prof. Ing. Stanislav Procházka, DrSc. (Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno, ČR)
Doc. Ing. Vlastimil Rasocha, CSc. (Výzkumný ústav bramborářský, Havlíčkův Brod, ČR)
Prof. Dr. Heinrich W. Seherer (Agrikulturemisches Institut der Rheinischen Friedrich Wilhelms-Universität, Bonn, BRD)
Doc. Ing. Ladislav Slavík, DrSc. (Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, ČR)
Doc. Ing. Miron Suškevič, DrSc. (Odborné poradenství a konzultace, Troubsko u Brna, ČR)
Prof. Ing. Václav Vaněk, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
Ing. Marie Váňová, CSc. (Zemědělský výzkumný ústav, Kroměříž, ČR)
Prof. Ing. Karel Voříšek, CSc. (Česká zemědělská univerzita, Praha, ČR)
Doc. Ing. František Vrkoč, DrSc. (Výzkumný ústav rostlinné výroby, Praha-Ruzyně, ČR)
Prof. Dr. hab. Kazimiera Zawislak (Akademia Rolnictwa-Techniczna, Olsztyn, Polska)

Vedoucí redaktorka – Editor-in-Chief

RNDr. Eva Stříbrná

Cíl a odborná náplň: Časopis publikuje původní vědecké práce, výsledky výzkumu a studie z oborů rostlinná výroba, půdoznalství, meliorace a z navazujících disciplín.

Časopis je citován v bibliografickém časopise Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences. Abstrakty z časopisu jsou zahrnuty v těchto databázích: Agricola, Agris, CAB Abstracts, Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicita: Časopis vychází měsíčně (12x ročně), ročník 42 vychází v roce 1996.

Přijímání rukopisů: Rukopisy ve dvou vyhotoveních je třeba zaslat na adresu redakce: RNDr. Eva Stříbrná, vedoucí redaktorka, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 25 41, fax: 02/25 70 90, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. Den doručení rukopisu do redakce je publikován jako datum přijetí k publikaci.

Informace o předplatném: Objednávky na předplatné jsou přijímány pouze na celý rok (leden–prosinec) a měly by být zasílány na adresu: Ústav zemědělských a potravinářských informací, vydavatelské oddělení, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Cena předplatného pro rok 1996 je 588 Kč.

Aims and scope: The journal publishes scientific papers, results of research and studies of the branches plant production, pedology, amelioration and related disciplines.

The journal is cited in the bibliographical journal Current Contents – Agriculture, Biology and Environmental Sciences. Abstracts from the journal are comprised in the databases: Agricola, Agris, CAB Abstracts, Current Contents on Diskette – Agriculture, Biology and Environmental Sciences, Czech Agricultural Bibliography, Toxline Plus, WLAS.

Periodicity: The journal is published monthly (12 issues per year), Volume 42 appearing in 1996.

Acceptance of manuscripts: Two copies of manuscript should be addressed to: RNDr. Eva Stříbrná, editor-in-chief, Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2, tel.: 02/25 25 41, fax: 02/25 70 90, e-mail: braun@uzpi.agrec.cz. The day the manuscript reaches the editor for the first time is given upon publication as the date of reception.

Subscription information: Subscription orders can be entered only by calendar year (January–December) and should be sent to: Institute of Agricultural and Food Information, Slezská 7, 120 56 Praha 2. Subscription price for 1996 is 148 USD (Europe), 154 USD (overseas).

ODVOZOVÁNÍ NÁVRHOVÝCH PRŮTOKŮ PRO MALÁ POVODÍ

DESIGN DISCHARGES ASSESSMENT ON SMALL CATCHMENTS

F. Hrádek, P. Kovář

Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: The N -year design discharges are the basic data for planning of water resources measures in a catchment. For the category of small catchments, direct hydrological observations are rarely available. In this paper, the hydrological model *DESQ* – version 3.10 is presented by the authors. Its aim is to assess the maximum design runoffs caused by the torrential rainfall. The model principle is based on a kinematic wave theory. To analyze hydrologic-hydraulic relationships on the catchment, the schematized „model catchment“ (*MP*) has been defined (Fig. 1). The *MP* is a fundamental physical element for that is the mathematical model *DESQ* – v. 3.10 applied. Final discharges at the catchment outlet are obtained by superposition of hydrographs from partial model catchments. Model *DESQ* – v. 3.10 provides two options: **OPTION *DSQ*:** Computation of maximum discharge with a critical duration of rainfall (Fig. 2); **OPTION *QMAX*:** Computation of maximum discharge with a given duration of rainfall (Fig. 3). The hydrographs caused by a critical rainfall duration for a left-sided slope L as well as for right-sided slope R are presented schematically in Fig. 4, alt. A. Symbol t_{sp} represents a duration of inflow (i.e. duration of effective rainfall), t_{spk} represents a critical duration of inflow which is the most unfavourable duration (Fig. 2). The hydrographs caused by a critical inflow duration on the both side slopes of a catchment are given in Fig. 4 alt. B and C. Final maximum discharge on the *MP* is a sum of partial maximum discharges from both side slopes. Fig. 5 presents relations between rainfall duration and maximum discharge from a model catchment. Critical rainfall duration for both side slopes of the catchment $t_{dk}MP$ is a critical rainfall duration for left side slope *MP* in alt. C and $t_{dk}R$ adequately for right side slope *MP* in alt. B. Symbol $t_{dk}i$ is a critical rainfall duration for *MP* – $t_{dk}MP$. It is obvious that a critical rainfall duration causes a maximum discharge on the model catchment. Fig. 5 gives the event, when the following applies: $QMP(D) > QMP(B)$; $QMP(B) > QMP(C)$, where $QMP(D)$ – maximum discharge in alternative D, $QMP(C)$ – maximum discharge in alternative C, $QMP(B)$ – maximum discharge in alternative B. Design discharge for the *MP* [i.e. $QMP(D)$] is caused by the rainfall of duration $t_{dk}MP$. In other events it can appear as follows: $QMP(B) > QMP(C)$; $QMP(B) > QMP(D)$. Then, design discharge from the *MP* [i.e. $QMP(B)$], is caused by the rainfall of duration $t_{dk}MP = t_{dk}R$, or: $QMP(C) > QMP(B)$; $QMP(C) > QMP(D)$. Design discharge from the $QMP(C)$ is caused by the rainfall of duration $t_{dk}MP = t_{dk}L$. The results obtained by the model *DESQ* – v. 3.10 have been verified by comparison with those of the previous version model *DESQ* – v. 2.1 and with the results received by the rational formula. Comparison of computed and observed discharges and its statistical assessment is not feasible due to absence of data observed. Nevertheless, the maximum design discharges computed by the *DESQ* – v. 3.10 model, can only be considered as probable level results as simplified runoff conditions and uncertain input data are implemented.

maximum design discharge; model catchment; critical rainfall duration; concentration time; inflow intensity on a slope; runoff intensity from a slope

ABSTRAKT: V předloženém příspěvku je prezentován matematický model *DESQ* – verze 3.10 pro výpočet návrhových průtoků, vyvolaných přívalovými dešti. Princip modelu je založen na řešení kinematické povodňové vlny. Model umožňuje výpočet maximálního (největšího možného) průtoku ze svahu, zvolené doby opakování, při dodržení reálných hydrologicko-hydraulických předpokladů a daných charakteristikách povodí. Umožňuje rovněž výpočet maximálního průtoku ze svahu při zadané době trvání přívalového deště. Maximální průtok v údolnici přírodního povodí je odvozován superpozicí hydrogramů odtoku ze svahů „modelových povodí“, která je možno v přírodním povodí vymezit. Hodnoty maximálních návrhových průtoků, vypočtené modelem *DESQ* – v. 3.10, je nutné považovat za reálný odhad, odpovídající uvažovaným prakticky přípustným zjednodušujícím předpokladům výpočtu a kvalitě vstupních dat.

maximální N -letý návrhový průtok; modelové povodí; kritická doba trvání přívalového deště; doba koncentrace; intenzita přítoku na svah; intenzita odtoku ze svahu

Hodnoty maximálních N -letých návrhových průtoků jsou základním hydrologickým podkladem pro návrh vodohospodářských opatření v povodí. Na malých, zemědělsky a lesnický využívaných povodích jsou tyto průtoky převážně vyvolávány přívalovými dešti. Jen výjimečně mohou být pro tato povodí k dispozici potřebná hydrometrická pozorování. K odvozování hodnot návrhových průtoků pro tato povodí se dosud převážně používají empirické vzorce objemového nebo intenzitního typu, jejichž struktura je poplatná době jejich odvození, úrovni soudobých vědeckých poznatků, úrovni výpočetní techniky a dostupnosti podkladů k výpočtu.

V předloženém příspěvku je prezentován matematický hydrologický model *DESQ* – v. 3.10, sestavený pro výpočet maximálních odtoků z povodí, vyvolaných přívalovými dešti. Model zohledňuje vliv nejvýznamnějších faktorů, ovlivňujících proces maximálního odtoku. Použité analytické vztahy byly odvozeny za prakticky přípustných zjednodušujících předpokladů. Analytické vztahy použité v modelu *DESQ* jsou uvedeny v předchozích pracích (Hrádek, 1990, 1993, 1994).

MATERIÁL A METODA

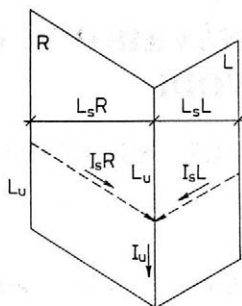
Řešení maximálního povrchového odtoku z povodí je založeno na principu kinematické povodňové vlny, s využitím analytických závislostí v algebraickém tvaru. Hydraulicko-hydrologické závislosti jsou odvozeny za předpokladu schematizace přírodního povodí na „modelové povodí“ (Hrádek, 1990, 1994), při uvažování výpočtového (návrhového) deště konstantní intenzity. Náhradní intenzity přívalových dešťů jsou odvozeny metodou redukce jednodenních maximálních srážkových úhrnů (Hrádek, Kovář, 1993). Objem přímého odtoku (efektivní dešť) je odvozen metodou čísel odtokových křivek *CN* (Kovář, Hrádek, 1988).

Základní výpočtové schéma

V přírodním povodí se vymezení v závislosti na hydrografické síti (hlavní tok, přítoky, průlehy) dílí povodí a mezipovodí. Odtok v uzavírajícím profilu povodí je odvozován superpozicí hydrogramů z dílčích povodí a mezipovodí. Vyskytují-li se v povodí nádrže s významným transformačním účinkem, vymezují se rovněž dílčí povodí k profilům hrází. Transformace povodňové vlny nádrží a v odůvodněných případech i tokem se řeší kombinací modelu *DESQ* – v. 3.10. s vhodnými transformačními modely (Zezulák et al., 1995).

Schematizace přírodního povodí – modelové povodí

Modelové povodí *MP* představuje schematizované dílčí zájmové povodí nebo mezipovodí. Je základním



1. Geometrické charakteristiky modelového povodí – Geometrical characteristics of model catchment

plošným elementem pro řešení maximálního odtoku z povodí hydrologickým modelem *DESQ* – v. 3.10. Na rozdíl od předchozí verze modelu *DESQ* – v. 2.10 (Hrádek, 1994) je uvažováno povodí asymetrické podél údolnice (obr. 1). Svahy modelového povodí jsou rovinné plochy kosodélníkového tvaru, při schematizaci je zachována délka údolnice a plochy svahů. Dráhy svahového odtoku jsou rovnoběžné (spádové přímky rovinné plochy), stejného sklonu I_s , který odpovídá průměrnému sklonu svahu přírodního povodí. Délka dráhy svahového odtoku na modelovém povodí L_{so} se vypočte podle geometrických závislostí na rovinné ploše, $L_{so} = f(L_s, I_s, I_u)$. Způsob využití pozemků v povodí (pole, louky, lesy, intravilán aj.), heterogenita půdních charakteristik a vodní plochy v povodí se zohledňují v závislosti na jejich plošném zastoupení průměrným číslem odtokové křivky *CN*.

Volba výpočtu

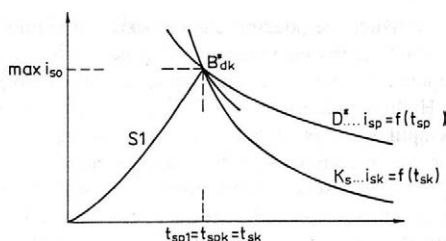
Model *DESQ* – v. 3.10 umožňuje dvě základní volby výpočtu maximálního odtoku z jednotlivých svahů:

VOLBA *DSQ*: výpočet maximálních průtoků při kritické době trvání deště (největší možný maximální průtok zvolené doby opakování); obr. 2, $t_d = t_{dk}$

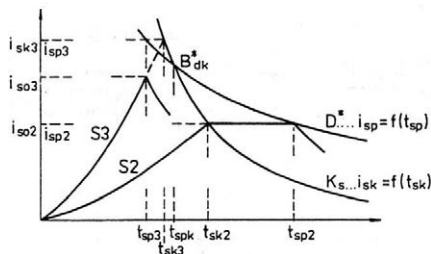
VOLBA *QMAX*: výpočet maximálních průtoků zvolené doby opakování při zadané době trvání deště; obr. 3, $t_d > t_{dk}$, $t_d < t_{dk}$

Výpočtová doba trvání deště pro modelové povodí

Kritickou dobou trvání deště t_{dk} rozumíme dobu trvání přívalového deště, který vyvolá největší možný průtok zvolené doby opakování. Těto době trvání deště odpovídá kritická doba trvání přítoku t_{spk} (doba trvání efektivního deště). Předpokládáme, že maximální odtok ze svahu nastává v době koncentrace t_{sk} , kdy dojde k ustálení hladiny vody po celé délce svahu (největší výška odtokové vrstvy na konci dráhy svahového odtoku). Kritická doba trvání přítoku na svah je tedy rovná době koncentrace na svahu, $t_{spk} = t_{sk}$ (pro levý svah $t_{spk}L$, pro pravý svah $t_{spk}R$). Na obr. 2 a 3 znázorňuje křivka D^* závislost intenzity efektivního deště (přítoku



2. Hydrogram maximálního odtoku ze svahu při době trvání přítoku – Hydrogram of maximum runoff from slope with a duration of affluent $t_{sp1} = t_{sk} = t_{spk}$



3. Hydrogram maximálního odtoku ze svahu při době trvání přítoku – Hydrogram of maximum runoff from slope with a duration of affluent $t_{sp2} > t_{spk} - S2; t_{sp3} < t_{dk} - S3$

na svah) na době jeho trvání. Křivka K_S znázorňuje závislost doby koncentrace t_{sk} na intenzitě odtoku i_{so} :

$$i_{sk} = i_{so} \quad (1)$$

kde i_{sk} je intenzita odtoku v době koncentrace. V průsečíku obou křivek B_{dk}^* jsou splněny podmínky koncentrace na svahu i reálný vztah závislosti intenzity efektivního deště na době jeho trvání. V bodě B_{dk}^* platí $t_{spk} = t_{sk}$ a příslušná intenzita odtoku $\max i_{so}$ je největší možná (obr. 2) – hydrogram S1. Pro jinou dobu trvání přítoku na svah $t_{sp} > t_{spk}$, $t_{sp} < t_{spk}$ je maximální intenzita odtoku ze svahu vždy menší než při $t_{sp} = t_{spk}$ (obr. 3). Na obr. 3 jsou znázorněny hydrogramy vyvolané deště doby trvání $t_d > t_{dk}$, ($t_{sp} > t_{spk}$) – hydrogram S2 a $t_d < t_{dk}$, ($t_{sp} < t_{spk}$) – hydrogram S3.

Jen teoreticky lze předpokládat, že každý ze svahů MP bude zasažen jiným (kritickým) deštěm. Pro MP tedy předpokládáme, že oba svahy jsou zasaženy deštěm stejné doby trvání. Z předpokladu, že maximální odtok z MP je součtem maximálních průtoků z obou svahů, vyplývá, že kritická doba trvání deště pro modelové povodí $t_{dk}MP$ bude v intervalu $< t_{dk}L; t_{dk}R >$, kde $t_{dk}L$ je kritická doba trvání deště odvozená pro levý svah MP a $t_{dk}R$ pro pravý svah MP.

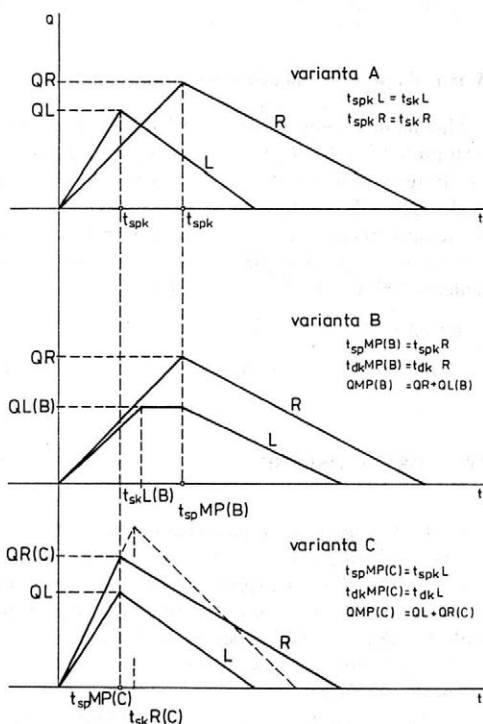
Na obr. 4 a 5 je znázorněn metodický postup pro odvození kritické doby trvání přívalového deště pro modelové povodí $t_{dk}MP$. Obr. 4 – varianta A (teoretická) znázorňuje hydrogramy odtoku pro levý – L a pravý – R svah MP, vyvolané deště příslušné kritické doby trvání. (Volba DSQ modelu DESQ – v. 3.10.) Kritická doba trvání přítoku pro levý svah $t_{spk}L$ se rovná době koncentrace pro levý svah $t_{sk}L$, podobně pro pravý svah $t_{spk}R = t_{sk}R$. Maximální, největší možné průtoky z jednotlivých svahů jsou QL a QR. Varianta A je prakticky využitelná pro výpočet maximálního, největšího možného odtoku zvolené doby opakování ze samostatného svahu. Pro výpočet maximálního odtoku z modelového povodí jsou využitelné varianty B a C.

Varianta B předpokládá zasažení MP deštěm kritické doby trvání pro pravý svah $t_{dk}R$, jemuž odpovídá kritická doba trvání přítoku (efektivního deště) na modelové povodí $t_{sp}MP(B) = t_{spk}R$. Výpočet maximálního průtoky z levého svahu $QL(B)$ probíhá podle VOLBY QMAX, při zadané době trvání deště $t_d = t_{dk}R$; ($t_d > t_{dk}L$).

Maximální průtok v uzavíracím profilu MP podle varianty B:

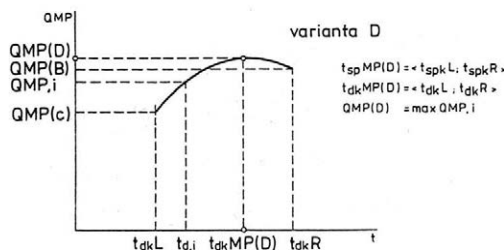
$$QMP(B) = QR + QL(B) \quad (2)$$

Varianta C předpokládá zasažení MP deštěm kritické doby trvání pro levý svah $t_{dk}L$, jemuž odpovídá kritická doba trvání přítoku na modelové povodí $t_{sp}MP(C) = t_{spk}L$.



4. Hydrogramy maximálního odtoku ze svahů při době trvání přítoku podle variant A, B, C – Hydrograms of maximum runoff from slopes with a duration of affluent according to the variants A, B, C

- A: $t_{spk}L = t_{sk}L; t_{spk}R = t_{sk}R$
 B: $t_{sp}MP(B) = t_{spk}R; t_{dk}MP(B) = t_{dk}R$
 $QMP(B) = QR + QL(B)$
 C: $t_{sp}MP(C) = t_{spk}L; t_{dk}MP(C) = t_{dk}L$
 $QMP(C) = QL + QR(C)$



5. Kritická doba trvání deště a maximální průtok z modelového povodí – Critical duration of rain and maximum discharge from model catchment

$$D: t_{sp}MP(D) = \langle t_{spkL}; t_{spkR} \rangle; t_{dk}MP(D) = \langle t_{dkL}; t_{dkR} \rangle \\ QMP(D) = \max QMP, i$$

Výpočet maximálního průtoku z levého svahu QL probíhá podle VOLBY DSQ . Výpočet maximálního průtoku z pravého svahu $QR(C)$ probíhá podle VOLBY $QMAX$, při zadané době trvání deště $t_d = t_{dkL}$ ($t_d < t_{dkR}$). Maximální průtok v uzavíracím profilu MP podle varianty C:

$$QMP(C) = QL + QR(C) \quad (3)$$

Maximální průtok z modelového povodí QMP

Maximální průtok QMP může být větší z vypočtených průtoků $QMP(B)$, $QMP(C)$ nebo může být vyvolán deštěm doby trvání t_d , která je uvnitř intervalu $\langle t_{dkL}; t_{dkR} \rangle$. Pro volené doby trvání deště t_d uvnitř uvedeného intervalu se vypočte maximální průtok z modelového povodí QMP, i ; podle výpočtové volby modelu $QMAX$ (obr. 5 – varianta D):

$$QMP, i = QL(D), i + QR(D), i \quad (4)$$

$$QMP = QMP(D) = \max QMP, i \quad (5)$$

VÝSLEDKY A DISKUSE

Citlivostní analýza vstupních parametrů modelu prokázala rozhodující vliv uvažované výpočtové doby trvání přívalového deště (přítoku na povodí) na hodnotu výsledného maximálního průtoku. Tento poznatek platí obecně i pro jiná výpočtová schémata (empirické vzorce, hydrologické modely), pro která je navržená metodika využitelná.

Dalším významným parametrem modelu je objem efektivního deště, k jehož odvození je použita metoda CN . Model je citlivý na volbu čísla odtokové křivky CN a uvažovaný předchozí stav nasycenosti povodí. Přesnost výsledků výpočtu maximálního průtoku při absenci hydrometrických pozorování nelze přeceňovat u žádných výpočtových schémat a modelů. Výpočtové hodnoty maximálních průtoků jsou vždy v nižší třídě přesnosti – odhady. Věrohodnost výsledků je tím větší,

čím výstižnější je použitá schematizace přírodního povodí (MP), je rovněž výrazně ovlivněna kvalitou všech vstupních parametrů modelu (metodikou jejich odvození). Hydrologické modely $DESQ$ – v. 2.10 a v. 3.10 byly aplikovány pro řadu malých povodí. Z porovnání výsledků uvedených verzí modelu je zřejmé, že v. 3.10, díky vhodnější schematizaci povodí (asymetrické MP) a nové metodice pro odvození výpočtového deště (varianty B, C, D), dává věrohodnější výsledky. Odchytky hodnot vypočtených maximálních průtoků podle v. 2.10 a v. 3.10 se pohybovaly v intervalu $\langle -30\%; +25\% \rangle$. Pro porovnání hodnot návrhových průtoků Q_N , vypočtených modelem $DESQ$ – v. 3.10 s hodnotami Q_N , odvozenými z hydrometrických měření, nebyly zatím k dispozici vhodné podklady.

Minimální nároky na **HARDWARE** pro model $DESQ$ – v. 3.10: IBM kompatibilní s procesorem 386 DX a vyšším; pevný disk min. 40 MB; disketová mechanika 3.5", 1.44 MB; Microsoft MS-DOS, v. 5.0 a vyšší.

Přehled použitých symbolů – List of symbols used

MP	– modelové povodí – model catchment
I_s	– průměrný sklon svahů – average slope of catchment (%)
L_{so}	– dráhy svahového odtoku na MP – sheet-flow pathways on MP (km)
L_s	– délka svahu MP kolmá k údolnici – slope length of MP perpendicular to valley (km)
L_u	– délka údolnice – length of valley (km)
I_u	– průměrný sklon údolnice – average slope of valley (%)
CN	– číslo odtokové křivky – curve number
t_d	– doba trvání deště – rainfall duration (min)
t_{dk}	– kritická doba trvání deště – critical rainfall duration (min)
$t_{dk}MP$	– kritická doba trvání deště pro MP – critical rainfall duration on MP (min)
t_{dkL}	– kritická doba trvání deště pro levý svah – critical rainfall duration on left-sided slope (min)
t_{dkR}	– kritická doba trvání deště pro pravý svah – critical rainfall duration on right-sided slope (min)
t_{sp}	– doba trvání přítoku na svah – inflow duration on a slope (min)
t_{spk}	– kritická doba trvání přítoku na svah – critical inflow duration on a slope (min)
t_{sk}	– doba koncentrace na svahu – concentration time on a slope (min)
i_{sp}	– intenzita přítoku na svah – inflow intensity on a slope ($\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$)
i_{so}	– intenzita odtoku ze svahu – runoff intensity from a slope ($\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$)
i_{sk}	– intenzita odtoku v době koncentrace – runoff intensity at concentration time ($\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$)

- $max\ i_{ss}$ – největší možná intenzita odtoku ze svahu, zvolené doby opakování – the highest runoff intensity from a slope, recurrence time ($mm \cdot min^{-1}$)
- QL – maximální průtok z levého svahu – maximum discharge from left-sided slope ($m^3 \cdot s^{-1}$)
- QR – maximální průtok z pravého svahu – maximum discharge from right-sided slope ($m^3 \cdot s^{-1}$)
- QMP – maximální průtok z modelového povodí – maximum discharge from model catchment ($m^3 \cdot s^{-1}$)
- $QMP(A)$ – QMP podle varianty A – QMP in version A
- $QMP(B)$ – QMP podle varianty B – QMP in version B
- $QMP(C)$ – QMP podle varianty C – QMP in version C
- $QMP(D)$ – QMP podle varianty D – QMP in version D
- QMP,i – QMP vyvolaný zvolenou dobou trvání deště $t_{d,i}$ – QMP caused by selected rainfall duration $t_{d,i}$

LITERATURA

- HRÁDEK, F.: Maximální odtok z velmi malých povodí. [Doktorská dizertace.] Praha, 1990. 324 s. – VŠZ.
- HRÁDEK, F.: Maximální odtok z elementární odtokové plochy. *Vod. Hospod. Ochr. Ovzd.*, 43, 1993 (10): 21–24.
- HRÁDEK, F.: Návrhové průtoky pro revitalizace malých vodních toků. In: Sbor. Konf. Problematika vodního hospodářství v zemědělství a lesnictví, Praha, VÚMOP 1994: 109–120.
- HRÁDEK, F. – KOVÁŘ, P.: Výpočet náhradních intenzit přívalových dešťů, metoda redukce 1-denních maximálních srážkových úhrnů. *Vod. Hospod. Ochr. Ovzd.*, 44, 1994 (11/12): 49–53.
- KOVÁŘ, P. – HRÁDEK, F.: Stanovení přímého odtoku z povodí upravenou metodou čísla odtokových křivek. In: Sbor. VŠZ, Řada C, 1988: 53–84.
- ZEZULÁK, J. – KREJČÍ, J. – ŠMOLÍK, M.: Aqualog: System for real-time water resources management. *Proc. Int. Envir. Software Exhibition. Como, Italy, 1995.*

Došlo 28. 3. 1996

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. František Hrádek, DrSc., Česká zemědělská univerzita, 165 21 Praha 6-Suchbát, Česká republika, tel.: 02/338 21 46, fax: 02/338 20 00

Upozornění pro autory vědeckých časopisů

Z důvodu rychlejšího a kvalitnějšího zpracování grafických příloh (grafů, schémat apod.) příspěvků zasílaných do redakce Vás žádáme o jejich dodání kromě tištěné formy i na disketách.

Týká se to samozřejmě těch grafických příloh, které byly vytvořeny v nějakém programu PC (např. CorelCHART, Quatro Pro, Lotus 1-2-3, MS Excel). Vzhledem k tomu, že nejsme schopni upravit a použít pro tisk všechny typy (formáty) grafických souborů, žádáme Vás, abyste nám také kromě originálních souborů (např. z MS Excel typ *.XLS) zasílali grafické předlohy vyexportované jako bodovou grafiku v jednom z těchto formátů:

Bitmap	*.BMP
Encapsulated Postscript	*.EPS
Graphic Interchange Format	*.GIF
Mac paint	*.MAC
MS Paint	*.MSP
Adobe Photoshop	*.PSD
Scitex	*.SCT
Targa	*.TGA
Tag Image File Format	*.TIF

Redakce časopisu

KVALITA POVRCHOVÝCH VOD BORKOVICKÝCH BLAT

THE QUALITY OF BORKOVICKÁ BLATA SURFACE WATERS

F. Havelka

Research Institute for Soil and Water Conservation, Praha, Research Station, Borkovice, Czech Republic

ABSTRACT: In the time sequence of eight years chemical composition of surface waters of Borkovická blata was investigated in two-months' intervals and after spring snowmelt. 12 288 laboratory determinations were evaluated (pH, all organic substances, oxidizability [O_2 consumption], humine substances, anions NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , Cl^- , SO_4^{2-} and HCO_3^- , cations NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ and Fe^{2+}). It was found out that water pH of main recipient of Borkovická blata (Blatské stopky) at the inlet into peat locus (pH 7.02) is equal to water pH before orifice into the river Lužnice (pH 7.04). In the time sequence of eight years acidification of surface waters (1st year – 6.90, 8th year – 6.65), drainage waters (1st year – 6.40, 2nd year – 5.81), as well as precipitation waters (1st year – 7.0, 2nd year – 6.0) was recorded. The content of organic substances in surface waters is affected by sewerage wastewater from villages and plants of animal production. Humine substances were most present in stagnant water in mining-devastated part of peat land, called Kozohludky, less in partially disturbed spa peloid and the least in undisturbed reservation. Regarding NO_3^- , NH_4^+ , Cl^- , PO_4^{3-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} and K^+ , more contaminated are tributaries from mineral water basin. NO_3^- in stagnant water of the deposit and its surface streams did not exceed 15 mg. Drainage waters had increased NO_3^- content in dependence on the position of drains. In the position of drains in the mud layer the content of NO_3^- in drainage water is 31.2 mg.l⁻¹, in the position on transition to mud into permeable mineral substrate 75.9 mg.l⁻¹ and directly in permeable substrate 145.3 mg.l⁻¹ (on the average of eight years). This trend has been recorded in all investigated years also in the value of oxidizability, all organic substances and humine substances. Ions SO_4^{2-} and Fe^{2+} exhibit higher contents in drainage waters from drains placed in transition from mud into mineral substrate and in the mud layer itself. The content of ion SO_4^{2-} increases in the tributary from peat land (canal B) as well as in Brodský potok with effect of municipal and agricultural wastes, but also in the brook from mineral water basin (Bechyňský potok). In evaluation of the quality of surface waters of Borkovická blata, in association with existing reserves of quality underground sources of drinking waters, some potential risks are evident, particularly in endangering their quality. Stores of water streams of peatified water basin participate in existing, acceptable quality of surface waters of Borkovická blata in places of their permeable bottom by buoyancy artesian water. In turn of hydraulic slope due to disproportionate drawing of artesian waters and subsequent decline of their table there is a real danger of effect on the quality due to seepage from peat locus and surface streams. The solution will consist in the compromise between the usage of the territory and intensity of collection of underground waters.

peat land; quality of surface waters; effect of peat water basin

ABSTRAKT: V osmileté časové řadě bylo sledováno chemické složení povrchových vod Borkovických blat, a to v dvouměsíčních intervalech a po jarním tání sněhu. Vyhodnoceno bylo 12 288 laboratorních stanovení (pH, veškeré organické látky, oxidovatelnost [spotřeba O_2], huminové látky, anionty NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , kationty NH_4^+ , K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ a Fe^{2+}). Kvalita povrchové vody Blatské stoky jako hlavního recipientu Borkovických blat je v rozhodujících kritériích negativně ovlivňována přítoky z minerálního povodí a povodí ovlivněného odpady z obcí a staveb živočišné výroby. Přitoky z rašeliniště působí spíše pozitivně. V osmileté časové řadě bylo zaznamenáno okyselení povrchových, drenážních i srážkových vod a zvyšování obsahu dusičnanů v drenážních vodách. Kvalita povrchových vod je příznivě ovlivňována vztakovými podzemními vodami. Podzemní tlakové vody mají víceméně stabilizující vliv na kvalitu povrchových vod. Při intenzivním čerpání podzemních pitných vod, narušujícím jejich vztakový režim, vznikne reálné nebezpečí ohrožení jejich kvality průsakem kontaminovaných vod z rašelinných vrstev a povrchových toků v místech propustného podloží. Využití území a intenzita jímání podzemních vod musí být podřízena zájmu na zachování jejich kvality.

rašeliniště; kvalita povrchových vod; vliv zrašeliněného povodí

ÚVOD

Voda byla důležitá pro vznik rašelinišť stejně jako je nyní důležitá pro jejich zachování. Význam má pro udržení všech jejich funkcí v krajině, zachování charakteristického rostlinného pokryvu, udržení vlastností organické hmoty rašelin, zvláště rašeliništních půd a jejich úrodnosti. Proto všem zásahům do rašeliništního ložiska, které mohou ovlivnit jeho vodní poměry, musí předcházet podrobný hydropedologický a hydrogeologický průzkum. Zvláště důležitý je tento průzkum u lokalit s vývěry artézských vod (na kterých ložisko vzniklo) a tam, kde je minerální podloží ložiska tvořeno propustnými zeminami a hladina podzemní vody zasahuje do ložiska (ložisko nemá vlastní izolovanou hladinu podzemní vody). Složitost přírodních poměrů na rašeliništích je možno dokumentovat na slatině Borkovická blata se zdroji kvalitních podzemních pitných vod. Ložisko bylo z velké části odtěženo (vertikální borkovací a horizontální frézovací těžbou), část byla rekultivována na ornou půdu, jsou zde luční i lesní porosty, přírodní léčivý zdroj a dvě přírodní rezervace. Využívání rašeliništních půd, úpravě vodních poměrů a hydrologickému významu rašelinišť byla věnována řada studií (Baden, Eggelsmann, 1955; Bulavko, 1957; Ferda, 1962, 1966; Haken, Havelka, 1970; Ferda et al., 1971; Haken, 1971). Hydrologickému průzkumu Borkovických blat, souvisejícímu s využíváním podzemních vod, jsou věnovány další práce (Čurda, 1981; Kněžek, 1981, 1989). Na jejich základě bylo stanoveno využitelné množství podzemních vod 70 až 80 l.s⁻¹ při příznivé prognóze prostorových tlakových poměrů podzemních vod nad mažickým zlomem.

V osmileté časové řadě jsme sledovali kvalitu povrchových vod Borkovických blat. Vybrané údaje jsou uvedeny v tomto příspěvku.

MATERIÁL A METODA

Kvalita povrchové vody byla sledována především v Blatské stoce a jejích přítocích (rozmístění odběrových míst je uvedeno na obr. 1). Zvolena byla tato odběrová místa povrchových a drenážních vod, doplněná o odběr srážkové vody:

- 1 – Blatská stoka při vstupu do ložiska
- 2 – Blatská stoka pod lázeňským peloidem
- 3 – Kanál A u rezervace
- 4 – Kanál A před vtokem do Blatské stoky
- 5 – Kanál B před vtokem do Blatské stoky
- 6 – Blatská stoka pod poslední drenážní výústí z ložiska
- 7 – Blatská stoka před vtokem Brodského potoka
- 8 – Brodský potok před ústím do Blatské stoky
- 9 – Blatská stoka po vtoku Brodského potoka
- 10 – Bechyňský potok před ústím Blatské stoky
- 11 – Bechyňský potok před ústím do Lužnice
- 12 – Lužnice pod soutokem s Bechyňským potokem

- 13 – Stagnující voda v rezervaci
 - 14 – Stagnující voda v lázeňském peloidu
 - 15 – Stagnující voda v Kozohludkách
 - 16 – Srážková voda
 - 17 – Výúst drenáže uložené v profilu slatiny
 - 18 – Výúst drenáže uložené na přechodu slatiny do minerálního podloží
 - 19 – Výúst drenáže uložené v minerálním podloží
- Odběry vzorků povrchových vod byly prováděny jednou za dva měsíce a po jarním tání (v osmileté časové řadě). V odebraných vzorcích byly stanoveny tyto ukazatele: pH, oxidovatelnost, veškeré organické látky, huminové látky, kationty Ca²⁺, Mg²⁺, NH₄⁺, Na⁺, K⁺, Fe²⁺ a anionty Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻, NO₂⁻, NO₃⁻, PO₄³⁻. Celkem bylo provedeno 12 288 laboratorních stanovení.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Průměrné hodnoty pH, oxidovatelnosti, veškerých organických látek a huminových látek za sledované období jsou charakterizovány údaji:

Nejnižší hodnota pH byla zaznamenána u stagnující vody v části slatině Borkovická blata zvané Kozohludky, a to 5,06. Jde o část ložiska v minulosti devastovaného divokou těžbou rašeliny, kterou lze charakterizovat jako živé, regenerující slatině. Voda k analýzám byla odebírána z volné hladiny v jeho jižní části. Na druhém místě kyselosti je stagnující voda ve Státní přírodní rezervaci na Jitřech (5,60). Ze stagnujících vod ložiska vykazovala nejnižší kyselost voda v lázeňském peloidu, kde je zřejmě ovlivněna vodou protékající Blatské stoky, která v místě lázeňského peloidu vykazuje hodnotu 7,06. Jeden z významných přítoků z vlastního ložiska slatiny je kanál A, který je většinou zahlouben do minerálního podloží a v místech propustného podloží je dotován artézskými vodami (měkké, slabě mineralizované křídové vody). V části u rezervace vykazuje nižší kyselost oproti vodě stagnující v rezervaci, která se ještě snižuje před jeho vtokem do Blatské stoky. Hodnota pH vody kanálu B, který prochází částí rašeliniště rekultivovanou a zelinářsky intenzivně využívanou, se blíží hodnotám pH přítoků z minerálního povodí.

Důležité je zjištění, že hodnota pH Blatské stoky není ovlivněna přítoky z vlastního slatině, resp. hodnota pH vody při vstupu do ložiska (7,02) se prakticky rovná hodnotě pH vody před zaústěním do Lužnice (7,04). Na udržení stejné hodnoty se podílí i vody Bechyňského potoka s hodnotou pH 7,2 a zřejmě i dotování Blatské stoky v místech jejího propustného dna vztakovou artézskou vodou. Průměrné hodnoty pH vody všech odběrových míst v sledované časové řadě vykazují však trend zvyšování kyselosti (tab. I).

Výraznější trend byl zaznamenán u drenážních vod přítékajících do Blatské stoky (tab. II). Zvýšení kyselosti se projevilo zejména u drenáží jejího propustného dna v minerálním podloží (1. rok 6,3; 8. rok 5,7) a v přechodu slatiny do minerálního podloží (1. rok 6,6; 8. rok 5,8).

I. Průměrná hodnota pH povrchových vod v osmileté časové řadě – Average pH value of surface waters in eight-year time sequence

Rok ¹	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
pH	6,90	6,88	6,93	6,55	6,53	6,41	6,51	6,65

¹year

II. Průměrná hodnota pH drenážních vod v osmileté časové řadě – Average pH value of drainage waters in eight-year time sequence

Rok ¹	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
pH	6,40	6,23	6,50	6,06	5,80	6,13	5,93	5,81

¹year

III. Hodnota pH srážkové vody v osmileté časové řadě – pH value of precipitation water in eight-year time sequence

Rok ¹	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
pH	7,00	6,80	6,60	5,10	6,30	6,30	6,10	6,10

¹year

IV. Veškeré organické látky v osmiletém průměru (mg.l⁻¹) – All organic substances on the average of eight years (mg.l⁻¹)

Číslo odběrového místa ¹		Číslo odběrového místa		Číslo odběrového místa		Číslo odběrového místa	
1	6,59	6	5,72	11	13,80	16	3,33
2	8,69	7	5,87	12	4,86	17	9,21
3	7,81	8	11,49	13	13,46	18	11,90
4	5,53	9	6,35	14	14,52	19	6,05
5	4,34	10	5,38	15	22,29		

¹number of sampling place

V. Vybrané ukazatele kvality drenážních vod v osmiletém průměru (mg.l⁻¹) – Selected indicators of quality of drainage waters on the average of eight years (mg.l⁻¹)

Místo odběru ¹	Oxidovatelnost ⁵	Veškeré organické látky ⁶	Huminové látky ⁷
Slatinná vrstva ²	24,32	9,21	4,28
Přechod slatiny do minerálního podloží ³	32,54	11,90	4,65
Minerální podloží ⁴	8,13	6,05	2,26

¹place of collection, ²mud layers, ³transition of mud into mineral substrate, ⁴mineral substrate, ⁵oxidizability, ⁶all organic substances, ⁷humine substances

Obsah huminových látek (v mg.l⁻¹) v stagnujících vodách ložiska, kde rezervace vykazuje snížený obsah (6,01) oproti vodě v lázeňském peloidu (14,97) a v části Kozohludky (20,01), je zřejmě ovlivněn menším narušením dané části ložiska.

Drenážní vody vykazují vyšší obsahy veškerých organických látek, huminových látek a hodnot oxidovatelnosti u drénů uložených v rašelině oproti drénům v minerálním podloží (tab. V).

Obsah NO₃⁻ (v mg.l⁻¹), který je jedním z nejvýznamnějších kritérií kvality vody, dosahuje výrazně nejvyšších hodnot v drenážních vodách. V povrchových vodách nepřesáhl hodnotu 15, což odpovídá třídě čistoty Ib (ČSN 83 0602). Anionty NO₃⁻ a kationty NH₄⁺ vykazují naopak vyšší obsahy ve vodách povrchových. Obsah NO₃⁻ ve stagnující vodě různých částí ložiska vyka-

zuje zcela opačný vztah k narušení ložiska oproti huminovým látkám (tab. VI).

Významná z hlediska obsahu NO₃⁻ v drenážních vodách je hloubka rašelinné vrstvy nad, eventuálně pod drénem (tab. VII). Z údajů je zřejmé, že uložení drénů do propustného minerálního podloží je z hlediska kontaminace drenážních vod méně vhodné. Z tohoto pohledu je nejvhodnější uložení do vlastní rašelinné vrstvy. Ve všech případech se obsah NO₃⁻ výrazně zvyšuje v časové řadě, což má jistě souvislost s mineralizačními pochody intenzivně odvodněné a využívané rašelinistní půdy (tab. VI).

Ovlivnění vod Blatské stoky drenážními vodami však nebylo prakticky zaznamenáno, a to pro jejich malé množství (bezprostředně po jejich vtoku do Blatské stoky se hodnota NO₃⁻ zvyšuje na 8,22) a přede-

VI. Obsah dusičnanů v povrchové, drenážní a srážkové vodě (mg.l^{-1}) – Content of nitrates in surface, drainage and precipitation water (mg.l^{-1})

Číslo odběrového místa ¹	NO_3^-	NO_2^-	NH_4^+	Číslo odběrového místa	NO_3^-	NO_2^-	NH_4^+
1	7,14	0,74	6,27	11	12,45	1,15	1,94
2	7,55	0,97	3,86	12	8,80	0,38	0,84
3	13,32	0,06	0,89	13	7,70	0,25	2,38
4	6,05	0,21	0,99	14	2,47	0,26	1,75
5	4,20	0,27	1,28	15	1,52	0,13	1,76
6	8,22	0,38	1,14	16	3,39	0,20	1,65
7	7,13	0,30	1,32	17	31,2	0,11	1,40
8	13,70	0,58	9,07	18	75,94	0,09	1,74
9	10,36	0,46	2,63	19	145,3	0,08	0,83
10	12,59	0,46	1,31				

¹ number of sampling place

VII. Obsah dusičnanů v drenážních vodách v osmileté časové řadě – Content of nitrates in drainage waters in eight-year time sequence

Rok ¹	Slatinná vrstva ²	Přechod slatiny do minerálního podloží ³	Minerální podloží ⁴
1.	11,20	45,00	118,0
2.	13,80	72,00	132,00
3.	7,40	22,90	113,00
4.	15,90	82,75	172,25
5.	81,80	137,66	232,30
6.	11,90	29,43	112,70
7.	76,40	141,90	138,80
8.	56,31	175,10	184,90

¹ year, for 2–4 see Tab. V

vším pro dotaci vod Blatské stoky vztlakovými artézskými vodami v místech propustného podloží jejího dna, takže před ústím Brodského potoka zaznamenaná hodnota 7,13.

Obsah NO_3^- se oproti hodnotě 7,14 při vstupu do ložiska zvýšil na 12,45 před ústím do Lužnice, přičemž se na tomto zvýšení podílí především vydatné vody minerálního povodí Brodského a Bechyňského potoka.

Pokud jde o vody přitékající ze severní části rašeliniště bez intenzivního využívání (kanál A), pak obsah NO_3^- 6,05 hodnotíme jako příznivý. Z intenzivně zelinářsky využívané části ložiska (kanál B) dosahuje obsah pouhých 4,20, což je výrazně nižší oproti vodám drenážním.

Obdobně lze pojednat i o obsahu aniontů Cl^- , PO_4^{3-} a kationtů Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ a Na^+ . Souhrnně lze konstatovat, že přítoky povrchových vod z vlastního ložiska slatiny kvalitu vody Blatské stoky zlepšují (tab. VIII).

Obsah aniontu SO_4^{2-} (v mg.l^{-1}) se ze všech sledovaných odběrových míst pouze v drenážních vodách dostává do třídy čistoty II, přičemž s růstem mocnosti rašelinné vrstvy nad drénem roste (tab. IX). Povrchové vody ve všech případech splňují kritérium pro čistotu třídy Ia. Relativně nejvyšší obsah (nad 50) byl zaznamenán ve vodě kanálu B (59,41), vycházejícího z re-

kultivované, intenzivně využívané části rašeliniště, v Brodském potoce (51,20) s vlivem komunálních a zemědělských odpadů a v Bechyňském potoce (53,31), procházejícím minerálním povodím.

Obsah kationtu Fe^{2+} (v mg.l^{-1}) je v povrchových vodách rašeliniště nejnižší v částech nenarušených (0,56) a nejvyšší v části narušené divokou těžbou (3,72).

Aniont HCO_3^- vykazuje nejnižší obsahy ve vodách ze slatiniště. Nejvíce je zastoupen v Brodském potoce (200,51 mg.l^{-1}) a dalších přítocích z minerálního povodí.

ZÁVĚR

Kvalita povrchové vody Blatské stoky jako hlavního recipientu Borkovických blat je v rozhodujících kritériích negativně ovlivňována přítoky z minerálního povodí a povodí ovlivněného odpady z obcí a staveb živočišné výroby. Přítoky z rašeliniště působí spíše pozitivně. V osmileté časové řadě bylo zaznamenáno okyselení povrchových, drenážních i srážkových vod a zvyšování obsahu dusičnanů v drenážních vodách. Kvalita povrchových vod je příznivě ovlivňována vztlakovými podzemními vodami. Podzemní tlakové

VIII. Kvalita povrchových vod v osmiletém průměru (mg.l⁻¹) – Quality of surface waters on the average of eight years (mg.l⁻¹)

Odběrové místo ¹	Oxidovatelnost ⁷	Veškeré organické látky ⁸	NO ₃ ⁻	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	Cl ⁻	PO ₄ ³⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Na ⁺
Vstup do ložiska ²	19,98	6,59	7,14	0,74	6,27	22,09	1,51	30,56	8,90	16,74	9,42
Kanál ³ A	15,94	5,53	6,05	0,21	0,99	5,68	0,09	19,50	5,56	1,60	4,89
Kanál B	13,22	4,34	4,20	0,27	1,28	7,56	0,18	34,29	7,23	3,13	5,24
Drenážní výústě ⁴	25,00	9,05	90,97	0,10	1,32	60,82	0,05	118,69	19,33	4,75	8,09
Před vtokem Brodského potoka ⁵	17,40	5,87	7,13	0,30	1,32	9,96	0,28	26,62	7,94	5,58	6,13
Brodský potok	30,69	11,49	13,70	0,58	9,07	40,92	1,97	51,99	14,87	44,07	16,47
Bechyňský potok	16,34	5,38	12,59	0,46	1,31	26,95	0,25	35,31	12,02	13,02	10,41
Vtok do Lužnice ⁶	18,29	13,80	12,45	1,15	1,94	18,73	0,30	35,39	8,23	9,81	8,33
Lužnice	21,09	4,86	8,80	0,37	0,84	21,39	0,23	30,46	6,96	6,98	12,70

¹sampling place, ²inlet into deposit, ³canal, ⁴drainage outlets, ⁵before inlet of Brodský potok (brook), ⁶inlet into Lužnice river, ⁷oxidizability, ⁸all organic substances

IX. Obsah aniontu SO₄²⁻ v drenážních vodách v osmiletém průměru (mg.l⁻¹) – Content of anion SO₄²⁻ in drainage waters on the average of eight years (mg.l⁻¹)

Uložení drény ¹	SO ₄ ²⁻
Slatinná vrstva ²	261,81
Přechod slatiny do minerálního podloží ³	190,71
Minerální podloží ⁴	157,54

¹position of drain, for 2–4 see Tab. V

vody mají víceméně stabilizující vliv na kvalitu povrchových vod.

Z uvedených poznatků (Kněžek, 1981, 1989; Čurda, 1981) o vztakovém režimu artézských vod Borkovických blat lze vyvodit ve vztahu k plánovanému čerpání podzemních zásob artézských vod tuto úvahu. Pokud budou podzemní zásoby vod čerpány v takovém množství, že se části území dostanou mimo vztakový režim, vznikne reálné ohrožení jejich kvality. Nebezpečí spočívá v obrácení hydraulického spádu s následným průsakem kontaminovaných vod z rašelinových vrstev a povrchových toků v místech propustných podložních vrstev. Řešení bude spočívat v kompromisu mezi využíváním území a intenzitou jímání podzemních vod.

LITERATURA

- BADEN, W. – EGGELSMANN, B.: Zur Frage der Wasserreserven unserer Moorboden in Fruhjahr. Wasserwirtschaft, 45, 1955 (9): 228–231.
- BULAVKO, A. G.: O vlijanii osušeniya bolot na gidrologičeskij režim. Trudy GGI, 60, 1957.
- ČURDA, S.: Hodětin–Komárov – závěrečné zhodnocení účelového hydrogeologického průzkumu. Praha, Vodní zdroje 1981.
- FERDA, J.: Komplexní výzkum dářských rašelinišť a hlediska jejich hydrologické a klimatické funkce. Praha, VÚZLM 1962. 114 s.
- FERDA, J.: Klimatický a hydrologický výzkum rašeliništních oblastí. [Závěrečná zpráva.] Praha, VÚM 1966. 249 s.
- FERDA, J. – HLADNÝ, J. – BUBENÍČKOVÁ, L. – PEŠEK, J.: Odtokový režim a chemismus vod v povodí Horní Otavy se zaměřením na výskyt rašelinišť v této oblasti. In: Sbor. Prací HMÚ, 17, 1971: 22–166.
- HAKEN, D.: Úprava vodního režimu odtěženého slatině pro jeho zelinářské využití. Meliorace, 1971 (2): 131–134.
- HAKEN, D. – HAVELKA, F.: Stanovištní a agronomické aspekty využití jihočeských rašelinišť. In: Sbor. PFF-ČSŽ Sek. Pícnin. České Budějovice, 1970: 55–63.
- KNĚŽEK, V.: Borkovická blata – vyhodnocení skupin pozorovacích vrtů. Praha, Vodní zdroje 1981.
- KNĚŽEK, V.: Horusice – PHO. Praha, Vodní zdroje 1989.
- ČSN 83 0602. Posuzování jakosti povrchové vody a způsob její klasifikace. 1980.

Došlo 28. 3. 1996

Kontaktní adresa:

Ing. František Havelka, CSc., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, Výzkumná stanice, 391 91 Borkovice, Česká republika, tel.: 0363/58 11 76, fax: 0363/88 22

NÁVRH ŘEŠENÍ OCHRANY POVRCHOVÝCH A PODZEMNÍCH VOD V ČR VYMEZENÍM ZÓN ZRANITELNOSTI

A DRAFT SOLUTION OF SURFACE AND UNDERGROUND WATER PROTECTION IN THE CZECH REPUBLIC BY DELIMITATION OF VULNERABILITY ZONES

T. Kvítek

Research Institute for Soil and Water Conservation, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: In the Czech Republic till now there is no complex program for determination and protection of zones of vulnerability of underground and surface waters in view of plane sources of contamination, particularly with nitrates and phosphates. In addition, there is a great lack of hydrology of soil types which should classify soils (according to potential vulnerability of surface and underground waters). At the present the concept of surface water resources protection, based on zones of vulnerability of surface and underground waters, is being processed at the Research Institute for Soil and Water Conservation, Praha. An extensive research activity in the field of contamination of surface and underground waters from surface sources as well as experimental results from numerous institutes can be summed up in the following conclusions: outwash of nitrates and other biogenic substances is under permanent grasslands significantly lower than in arable soils. Out of the growing season outwash of nitrates is several times higher than in the growing season. Out of the growing season in dependence on the pattern of weather factors the concentration of nitrates is decided upon (in dependence on the crop) in the following period and in the whole year respectively. The depth of the soil profile, granular composition of soils, humus content in soils, possible drainage and hydrogeological structure of substrate decided upon the possible load of the territory. The smaller depth of soil profile and the greater proportion sand particles in granular composition of soils, the smaller retention capacity of soil for nitrates in the winter period. The area of permanent grasslands in the landscape determines the quality parameters of water in the water basin for nitrate contents. The duration of the period out of the growing season also decides upon the total transport of nutrients from the water basin. With longer time without cover crop, the transport of nutrients is smaller. Based on conclusions made in such a way the soils were chosen to correspond to the above facts. The proposal of the zones of vulnerability (endangering simultaneously) of surface and underground waters by nitrates and phosphates was based on Classification of Czechoslovak agricultural soils (codes BPEJ – classified soil-ecological units) and trends of their utilization (volumes 1 to 5, 1988) (Tab. I). To make the extent of BPEJ more accurate two field surveys are methodologically prepared. The first one solves the problems of topical erosion-accumulations phenomena, the second is processing the map of hydrogeological survey in six different layers. Penetration of all layers results in the map of infiltration potential and vulnerability of underground and surface waters with nitrates and by other substances respectively.

underground and surface waters; zones of vulnerability; sources of contamination; protection of waters

ABSTRAKT: V ČR prozatím neexistuje komplexní program pro určení a ochranu zón zranitelnosti podzemních a povrchových vod z hlediska plošných zdrojů znečištění, především dusičnany a fosforečnany. Výrazně chybí hydrologie půdních typů, která by klasifikovala půdy podle možné zranitelnosti podzemních a povrchových vod. V současnosti je ve VÚMOP, Praha zpracovávána koncepce ochrany povrchových vodních zdrojů založená na zónách zranitelnosti podzemních a povrchových vod. V této práci je navržen postup řešení zón zranitelnosti podzemních a povrchových vod. Na tomto základě je rozpracována ochrana vod na vodní nádrži Švihov. Zkušenosti z vodní nádrže Švihov by se mohly stát základem pro vytvoření komplexního programu vytípkování a klasifikace zón zranitelnosti podzemních a povrchových vod před plošnými zdroji znečištění v ČR.

podzemní a povrchové vody; zóny zranitelnosti; zdroje znečištění; ochrana vod

V Úředním listě Evropských společenství č. 375 z 31. 12. 1991 byla zveřejněna Směrnice Rady Evropských společenství k ochraně vody před nitráty ze zemědělství (Sine, 1992). V souladu se závaznými předpisy EU se v Velké Británii připravuje program vytipování území ohrožených dusičnany (Nitrate Vulnerable Zones).

Příčiny zvýšeného vyplavování dusičnanů do povrchových a podzemních vod jsou velmi variabilní. Rozsáhlou řeseršní činnost, provedenou na úseku kontaminace povrchových a podzemních vod dusičnany, a experimentální výsledky z mnoha pracovišť lze shrnout do těchto závěrů:

Vyplavování dusičnanů je pod trvalými travními porosty průkazně nižší než u orných půd (Nj os, 1994).

V období vegetačního klidu je vyplavování dusičnanů několikanásobně vyšší než v období vegetačním (Repka, 1991; Amstrong, Burt, 1993).

V období vegetačního klidu, v závislosti na vývoji povětrnostních faktorů se pravděpodobně rozhoduje o koncentracích dusičnanů (v závislosti na kultuře) v následném období, resp. v celém roce. Parkinson (1993) uvádí vyplavování dusičnanů na třech experimentálních plochách s různým managementem. Nejvyšší ztráty byly na plochách ponechaných v zimním období bez plodiny a na jaře osetých jarním ječmenem. Výrazně menší vyplavování dusičnanů (pět- až sedmkrát) bylo zjištěno na plochách osetých travní směsí a jilkem italským, na jaře zaoraných a osetých jarním ječmenem.

Hloubka půdního profilu, zrnitostní složení půd, obsah humusu v půdách, půdní typ, možné odvodnění a hydrogeologická struktura podloží rozhodují o možné zátěži území. Čím je hloubka půdního profilu menší a zrnitostní složení půd má vyšší podíl písčitých částic, tím je retenční schopnost půdy pro nitráty v zimním období menší (Burt, Haycock, 1993; Simard, N'Dayegamieye, 1993; Couteaux, Salih, 1994). Amstrong, Burt (1993) a Haris et al. (1984) dále došli k závěru, že drenážované plochy jsou aerobnější než okolní plochy a mineralizace dusíku je zde větší.

Rozsah trvalých porostů (les a louky) v krajině určuje kvalitativní parametry vody v povodí pro obsahy dusičnanů (Kvítek, 1994a, b).

Délka mimovegetačního období též rozhoduje o celkovém odnosu živin z povodí. Čím déle je půda bez vegetačního krytu, tím je i odnos živin větší. Slepíčka (1974) uvádí, že ztráty živin ovlivňuje délka vegetační doby pěstovaných plodin, resp. délka vegetačního pokryvu na ploše během roku.

O kvalitě vody v povodí (především dusičnanů) rozhoduje (posloupnost je určena závažností faktorů) nejdříve plošný rozsah trvalých kultur v krajině spolu s plošným rozsahem vegetačního pokryvu v zimním, mimovegetačním období a plošným rozsahem trvalého

vegetačního pokryvu a vegetačního pokryvu v zimě na nejvíce ohrožených půdách (mělkých, propustných, odvodněných) a obsah humusu v nich, poté povětrnostní podmínky, nakonec hnojení dusíkatými látkami, které ovšem v relaci na půdní druh a hloubku profilu může hrát daleko významnější roli.

Tyto závěry jsou potvrzeny řadou autorů zabývajících se monitoringem dusičnanů v povrchových vodách např. Benson (1992); Straškraba et al. (1992) a Kvítek (1994a, b).

MATERIÁL A METODA

Na základě formulovaných závěrů bylo přistoupeno k výběru půd, které by odpovídaly kritériu mělkých, propustných, velmi zranitelných půd. Pro návrh zón zranitelnosti (současné i ohrožení) povrchových a podzemních vod nitráty a fosforečnany byla za základ vzata Bonitace čs. zemědělských půd a směry jejich využití, 1. až 5. díl z roku 1988, a to z toho důvodu, že v současné době neexistuje lepší, ucelenější a moderně zpracovaný (digitalizovaný) soubor map zahrnujících půdní prostředí. Vzhledem k tomu, že vymezení BPEJ bylo prováděno především pro ohodnocení jejich bonity – produkční schopnosti, je nutno tyto základní mapové informace dále dopracovávat, především terénním průzkumem.

Určení zón zranitelnosti podzemních a povrchových vod z plošných zdrojů znečištění je řešeno v geografickém informačním systému (GIS), který umožní v digitální formě, rychle a kvalitně vyhodnotit obrovské množství dat. Toto vyhodnocení je v současné době ověřováno na povodí vodní nádrže Švihov.

Pro upřesnění map BPEJ jsou metodicky rozpracovány dva terénní průzkumy. První řeší problematiku aktuálních erozně-akumulačních jevů, druhý zpracovává mapu hydrogeologického průzkumu v šesti různých vrstvách. Průnikem vrstev – výsledkem pak je mapa infiltračního potenciálu a zranitelnosti podzemních a povrchových vod dusičnany, resp. dalšími látkami.

Výběr zón zranitelnosti podzemních a povrchových vod je tedy řešen ve dvou samostatných etapách, první zahrnuje výběr BPEJ (tab. I), druhá tyto jednotky na základě dvou terénních průzkumů upřesňuje a dopracovává.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Kritéria, podle kterých je zpracován návrh zón zranitelnosti povrchových a podzemních vod nitráty a fosforečnany, vycházejí z kódů BPEJ, které byly v roce 1988 zahrnuty do travních porostů. Jde o půdy mělké (30 až 10 cm), středně skeletovité půdy na pevných substrátech (25 až 50 % skeletu), půdy propustné a propustnější, zrnitostně lehčí půdy. Dále jsou zde zařazeny půdy na svahu 7 až 12° s faktorem erodovatelnosti větším jak 0,48, půdy na svahu nad 12°, půdy na svahu

Půdy s nevývinutým půdním profilem ⁴	půdy na svahu ⁵ > 17°	katény ⁶ GLr, GLrs	strže ⁷	mělké půdy ⁸		svažité půdy ⁹ > 12°	
03929	04089	96901	07769	03755	53846	04067	14178
03939	04099	97443	17789	03756	53855	04068	24167
03949	14089	17541	27769	13745	53856	04077	24168
03969	14099	37541	37769	13746	63845	04078	24177
13919	24089	47541	37789	13755	63846	14067	24178
13929	24099	47543	47769	13756	63856	14068	34167
13939	34089	57541	47789	23745	73845	14077	34168
13949	34099	57543	57769	23746	73846	14078	34177
13959	44089	67541	57789	23755	73855	24067	34178
23919	44099	67543	67769	23756	73856	24068	44167
23929	54089	77541	67789	33745	83845	24077	44168
23939	54099	77543	77769	33746	83846	24078	44177
23949	64089	87541	77789	33755	83856	34067	44178
23959	64099	87543	87769	33756		34068	54167
33939	74089	97541	87789	43745		34077	54168
33949	74099	97543	97769	43746		34078	54177
43919	84089	17641	07889	43755		44067	54178
43929	84099	37641	27869	43756		44068	64167
43939	94089	57641	27889	53745		44077	64168
43949	94099	67641	37869	53746		44078	64177
43959	04189	77841	37889	53755		54067	64178
53919	04199	77643	47869	53756		54068	74167
53929	14189	87641	47889	63746		54077	74168
53939	14199	87643	57869	63755		54078	74177
53949	24189	97641	57889	63756		64067	74178
53959	24199	97643	67869	73745		64068	84167
73919	34189		67889	73746		64077	84168
73929	34199		77869	73755		64078	84177
73939	44189		77889	73756		74067	84178
73949	44199		87869	83745		74068	94167
73959	54189		87889	83746		74077	94168
73919	54199		97869	83755		74078	94177
83929	64189		97889	83756		84067	94178
83939	64199			93745		84068	
83949	74189			93746		84077	
83959	74199			93755		84078	
93919	84189			93756		94067	
93929	84199			33815		94068	
93939	94189			33816		94077	
93949	94199			33845		94078	
93959				33846		04167	
93969				33855		04168	
				33856		04177	
				43846		04178	
				43855		14167	
				43856		14168	
				53845		14177	

nivní lehké a nivní glejové půdy ¹⁰ v KR MCH a CH	oglejené půdy ¹¹ KR MCH a CH	zamokřelé glejové, rašeliníštní, zrašelinělé půdy ¹²			katény	Infiltrační oblast ¹		
						mělké půdy	propustné a propustnější půdy ¹³	
85301	84400	06501	36901	77311	17541	03715	11300	43111
85311	84811	26501	46901	77313	37541	03716	21300	53101
85411	84814	36501	56901	77341	47541	13715	31300	53111
85500	84841	46501	66901	77343	47543	16716	41300	73101
95500	84844	56501	76901	87311	57541	23715	51300	73111
85600	84851	56511	86901	87313	57543	23716	61300	03201
95600	84911	76501	96901	87341	67541	33715	71300	03221
85800	84914	76511	07001	87343	67543	33716	21700	03231
95800	84941	86501	17001	97311	77541	43715	21730	13221
	84951	86511	27001	97313	77543	43716	31700	13231
	85001	96501	37001	97341	87541	53715	31710	23201
	85004	26601	47001	97343	87543	53716	51700	23221
	85011	36601	57001	57411	97541	63716	51710	23231
	85014	56601	67001	57413	97543	73715	02110	33201
	85041	76601	77001	67411	17641	73716	02112	33221
	85044	86601	87001	77411	37641	83715	12110	33231
	85051	96601	97001	77413	57641	83716	12112	43201
	85054	06701	17101	87411	67641	93715	22110	43211
	95001	16701	27101	87413	77641	93716	22112	53201
	95004	26701	37101	87441	77643	33815	32110	53211
	95011	36701	47101	87443	87641	33816	32112	63201
	95014	46701	57101	97411	87643	43815	42110	63211
	95041	56701	67101	97413	97641	43816	42112	73201
	95044	66701	77101	97441	97643	53815	52110	73211
	95051	76701	87101			53816	52112	83401
	95054	86701	97101			63815	62110	93601
	85201	96701	07201			63816	62112	
	85211	16811	17201			73815	72110	
	85241	16841	27201			73816	72112	
	85251	26811	37201			83815	82112	
		26841	47201			83816	32701	
		36811	57201				32711	
		36841	67201				42701	
		46811	77201				42711	
		46841	87201				52701	
		56811	97201				52711	
		56841	27311				62701	
		66811	27313				62711	
		76811	37311				72701	
		76841	47311				72711	
		86811	47313				13101	
		86841	47341				13111	
		96811	57311				23101	
		96841	57318				23111	
		06901	57341				33101	
		16901	57343				33111	
		26901	67311				43101	

Infiltrační oblast ¹						Infiltračně-transportní oblast ²			
středně skeletovité půdy ¹⁴ (25–50 %)						půdy na svahu 7–12°, faktor erodovanosti půd ¹⁵ > 0,48			
21213	72024	12614	72904	33304	65113	00840	01951	42551	54752
31213	72034	22604	72914	33314	75113	00850	01954	42554	54753
41213	82024	22614	13004	43304	35303	10840	11941	52541	64742
51213	82034	32604	13014	43314	35313	10850	11944	52544	64743
71213	02113	32614	23004	53304	45303	20840	11951	52551	64752
11313	12113	42604	23014	53314	45313	20850	11954	52554	74742
21313	22113	42614	33004	73304	55303	30840	21941	72541	74743
31313	32113	52604	33014	73314	55313	30850	21944	72544	74752
41313	42113	52614	43004	83404	75303	40840	21951	72551	74753
51313	52113	62604	43014	83424	75313	40842	21954	72554	34841
41513	62113	62614	53004	83434		40850	31941	12641	34851
51513	72113	72604	53014	83504		40852	31944	12644	34854
71513	82113	72614	73004	83524		50840	31951	12651	44841
21814	02213	32704	73014	83534		50842	31954	12654	44844
31814	12213	32714	13104	93604		50850	41941	22641	44851
41814	22213	42704	13114	93624		50852	41944	22644	44854
51814	32213	42714	23104	93634		31440	41951	22651	54841
71814	42213	52704	23114	34613		31450	41954	22654	54844
81814	52213	52714	33104	44613		41440	51941	32641	54851
91814	62213	62704	33114	54613		41450	51944	32644	54854
01914	72213	62714	43104	64613		51440	51951	32651	64841
11904	82213	72704	43114	74613		51450	51954	32654	64844
11914	02313	72714	53104	44713		61440	02441	42641	64851
21904	12313	12804	53114	54713		61450	02451	42644	64854
21914	22313	12814	73104	64713		71440	32441	42651	74841
31904	32313	22804	73114	74713		71450	32444	42654	74844
31914	42313	22814	03204	24814		31542	32451	52641	74851
41904	52313	32814	03224	34814		31550	32454	52644	74854
41914	62313	42804	03234	44814		31552	62441	52651	84841
51904	72313	42814	13224	54814		41540	62444	52654	84844
51914	02414	52804	13234	64814		41542	62451	62641	84851
02004	32414	52814	23204	74814		41550	62454	62644	84854
02014	62414	72804	23224	25014		41552	72441	62651	34851
12004	72414	72814	23234	35014		41553	72444	62654	44951
12014	12504	02904	33204	45004		51540	72451	72641	54941
22004	12514	02914	33224	45014		51542	72454	72644	54951
22014	22504	12914	33234	55004		51543	12554	72651	64941
32004	22514	22904	43204	55014		51550	22541	72654	64951
32014	32504	22914	43214	65004		51552	22544	64340	74941
42004	32514	32904	53204	65014		51543	22551	34742	74951
42014	42504	32914	53214	75004		71540	22554	34752	84941
52004	42514	42904	63204	75014		71542	32541	44742	84951
52014	52504	42914	63214	15113		71543	32544	44743	
62004	52514	52904	73204	25113		71550	32551	44752	
62024	72504	52914	73214	35113		71552	32554	44753	
62034	72514	62904	23304	45113		71553	42541	54742	
72004	12604	62914	23314	55113		01941	42544	54743	

Akumulační oblast ³							
propustnější a propustné půdy zrnitostně lehké, výsušné ¹⁶				oglejené půdy, nívní půdy glejové, lužní půdy glejové, zkulturněné hydromorfní půdy ¹⁷			
11300	72113	03201	93624	04400	64911	75211	66200
11313	82112	03204	93631	34410	74911	25301	06300
21300	82113	03221	93634	54400	15011	25311	16300
21310	32701	03224	05500	54410	25001	35301	26300
21313	32704	03231	15500	64400	25011	35303	36300
31300	32711	03234	25500	64410	25014	35311	46300
31310	32714	13221	35500	74400	35001	35313	56300
31313	42701	13224	45500	74410	35011	45301	66300
41300	42704	13231	55500	34700	35014	45303	06401
41310	42711	13234	65500	34702	45001	45311	16401
41313	42714	23201	75500	34710	45004	45313	16411
51300	52701	23204		34712	45011	55301	26401
51310	52704	23221		44700	45014	55303	36401
51313	52711	23224		44702	55001	55311	36411
61300	52714	23231		44710	55004	55313	46401
61310	62701	23234		44712	55011	75301	46411
71300	62704	33201		44713	55014	75303	56401
71310	62711	33204		54700	65001	75311	56411
21700	62714	33221		54702	65004	75313	66401
21730	72701	33224		54710	65011	15411	66411
31700	72704	33231		54712	65014	25411	76401
31710	72711	33234		54713	75001	35411	76411
51700	72714	43201		64700	75004	45411	
51710	13101	43204		64702	75011	55411	
02110	13104	43211		64710	75014	75411	
02112	13111	43214		64712	15111	05800	
02113	13114	53201		64713	15113	15800	
12110	23101	53204		74700	25111	25800	
12112	23104	53211		74702	25113	35800	
12113	23111	53214		74710	35111	45800	
22110	23114	63201		74712	35113	55800	
22112	33101	63204		74713	45111	65800	
22113	33104	63211		24811	45113	75800	
32110	33111	63214		24814	55111	05900	
32112	33114	73201		34811	55113	15900	
32113	43101	73204		34814	65111	25900	
42110	43104	73211		44811	65113	35900	
42112	43111	73214		44814	75111	45900	
42113	43114	83401		54811	75113	55900	
52110	53101	83404		54814	25201	65900	
52112	53104	83421		64811	25211	75900	
52113	53111	83424		64814	35201	06200	
62110	53114	83431		74811	35211	16200	
62112	73101	83434		74814	45201	26200	
62113	73104	93601		34911	55201	36200	
72110	73111	93604		44911	55211	46200	
72112	73114	93621		54911	75201	56200	

Tučně: odlišení hlavních
půdní jednotky
Bold-faced:
differentiation of main
soil units

¹infiltration zone;
²infiltration-
-transportation zone;
³accumulation zone;
⁴Lithosol, Regosol;
⁵soils on slope;
⁶Histo-humic Gleysol;
⁷ravines; ⁸shallow
soils; ⁹slope soils;
¹⁰Eutric Fluvisol,
Gleyic Fluvisol;
¹¹Dystric Planosol;
¹²Eutric Gleysol;
¹³permeable and more
permeable soils;
¹⁴medium skeletal
soils; ¹⁵erosivity
factor of soils; ¹⁶more
permeable and
permeable soils of
light, granularity
dried; ¹⁷Dystric
Planosol, Gleyic
Fluvisol, Fluvi-molic
Gleysol

nad 17° a strže. Současné se ukazuje jako nezbytnost do této kategorie zařadit půdy členěné podle geomorfologického hlediska. Podle tohoto hlediska je třeba znát podrobně geomorfologii daného terénu. Tento závěr je podložen především znalostmi o drahách soustředěného odtoku povrchových vod. Ukazuje se, že pohyb živin je zde velmi výrazný. Důkazem je skutečnost, že pokud na ornou půdu v dráze soustředěného odtoku (DSO) povrchových vod navazuje luční půda, najdeme zde v DSO na luční půdě výrazné porostové změny v diverzitě, vyskytují se zde nitrofilní společenstva (výrazným představitelem je *Rumex obtusifolius*). Tyto změny začínají na rozhraní orné půdy a louky a v závislosti na množství vody a živin pokračuje změna diverzity porostu dále po svahu, často až na hranu vodního toku, resp. vodního zdroje.

Do zón zranitelnosti jsou dále navrženy glejové půdy, oglejené půdy, katény, zamokřené půdy, rašelinistní a zrašelinělé půdy (tab. I).

Tyto vybrané plochy musí být dále posouzeny z hlediska hydrogeologické struktury a povrchového odtoku pro návrh rozsahu biologických (zatravnění, protierozní pásy), resp. technických opatření.

Do zón zranitelnosti hladin podzemní a povrchové vody je třeba dále zařadit infiltrační oblasti drenážních systémů na základě upřesněného hydropedologického průzkumu lokality a často i půdy, pod kterými jsou drenážní systémy vybudovány. Nemusí to být však jednoznačná podmínka, a to z toho důvodu, že drenážní systémy byly často navrhovány na odvodnění těžkých nepropustných půd, koeficient hydraulické vodivosti zde byl velmi nízký a voda do systému neinfiltrovala na ploše odvodněné, ale proudila do drenážního systému podle variability hydropedologických podmínek z jiných lokalit.

Určení zón ohroženosti podzemních a povrchových vod vychází tedy z hlediska pedologického, geomorfologického, a hydrogeologického.

Druhým neméně závažným krokem při zabezpečení ochrany vod je využití zón zranitelnosti povrchových a podzemních vod. Na základě výsledků výzkumu mnoha pracovišť za posledních 40 let v oblasti průběhu koncentrací dusičnanů ve vodách se jako nejvýznamnější období, kdy je možno a především nutno dosáhnout snížení dusičnanů, ukazuje období vegetačního klidu. Pokud půdy budou bez vegetačního krytu, tak i přes snížení dávek hnojiv v povodích bude docházet k výraznému mineralizačnímu trendu a vyššímu proměnnému režimu půd. Tyto změny budou dále zvýrazňovány na mělkých, kamenitých, propustných půdách. Pokud budeme tuto situaci řešit pomocí zatravnění, pak lze rekognoskací terénu, tedy velmi jednoduchým, operativním a levným způsobem kontrolovat stav kultur.

Premium Scheme in Statutory Instruments issued by the UK in the Nitrate Sensitive Areas Order SI1990-1013 jasně definuje nástroje ke zlepšení koncentrace nitrátů ve vodách:

- a) konverze orné půdy na louky nehnojené a nepasené;
- b) konverze orné půdy na louky nehnojené, ale pasené;

c) konverze orné půdy na louky s limitovaným hnojením, volitelně pasené;

d) konverze orné půdy na louky s náletem dřevin.

Pokud půdeme cestou snižování dávek hnojiv v povodí, jasně zvyšujeme finanční, byrokratickou náročnost celého systému, včetně nepochopení příčin vyplavování biogenních látek. Tímto systémem zároveň neřešíme ani zóny zranitelnosti povrchových a podzemních vod, protože zónou je pak celé povodí (tj. zachování současného stavu pásem), neřešíme protierozní opatření v krajině.

V současné době je k dispozici publikovaná metodika (Trávník, 1995). Nejvýraznějším závěrem vyplývajícím z této práce je, že kontrolu dusičnanů lze provádět přes snižování dávek hnojiv. Koncepce maximální přípustné roční dávky dusíku, aplikované na půdu v závislosti na zastoupení kultur, bodových zdrojích znečištění a výměře povodí, signalizuje silné omezení vlastnických práv občanů této země v obrovské ploše obhospodařované orné půdy. Zemědělec by měl doplácet na snižování výnosu z půdy (přes snižování dávek hnojiv), pokud v daném povodí existují bodové zdroje znečištění, často i mimo zemědělskou výrobu. Tato koncepce nebere v úvahu nutnost uvedení do klidu (především do trvalých travních porostů) velké výměry zemědělské půdy. Nebere v úvahu ani pedologickou, geologickou a geomorfologickou variabilitu území.

V Severn-Trent Water (1988) byly formulovány dvě cesty k nápravě stavu: místní, lokální neboli diferencovaná ochrana před vyplavováním dusičnanů nebo uplatnění široké restriktivní politiky v celých povodích. Kvítek (1994a, b, 1995) definoval podmínky změny rozsahu a členění pásem hygienické ochrany vod v ČR s možností využití GIS. Vyčleněním určitého množství půdy pro delimitaci orné půdy na trvalé travní porosty lze dosáhnout změny kvality vody v povodích.

Ukazuje se, že navrhovaná koncepce, která je ve VÚMOP Praha zpracovávána, je v souladu se Směrnicí EU k ochraně vody před nitráty ze zemědělství, a současně je koncepce rozšířena i na podchycení erozních plošných splachů.

ZÁVĚR

V předložené práci je naznačen metodický postup tvorby zón zranitelnosti povrchových a podzemních vod v povodí vodárenských nádrží. V tab. I jsou uvedeny výběry půd (kódy BPEJ) vhodných k zařazení do kategorie nejvyšší zranitelnosti podzemních a povrchových vod.

LITERATURA

AMSTRONG, A. C. – BURT, T. P.: Nitrate losses from agricultural land. In: BURT, T. P. (ed.): Nitrate processes and management. John Wiley and Sons Ltd. 1993.

- BENSON, V. W. et al.: Nitrogen leaching sensitivity to evapotranspiration and soil water storage estimates in EPIC. *J. Soil Wat. Conserv.*, 47, 1992 (4): 334–337.
- BURT, T. P. – HAYCOCK, N. E.: Controlling losses of nitrate by changing land use. In: BURT, T. P. (ed.): Nitrate processes and management. John Wiley and Sons Ltd. 1993.
- COUTEAUX, M. N. – SALLIH, Z.: Fate of inorganic ^{15}N in the profile of different coniferous forest soils. *Biol. Fertil. Soils*, 17, 1994: 101–107.
- HARRIS, G. L. – GOSS, M. J. – DOWDELL, R. J. – HOWSE, K. R. – MORGAN, P.: A study of mole drainage with simplified cultivation for autumn-sown crops on clay soil. 2. Soil water regimes, water balances and nutrient loss in drain water. *J. Agric. Sci. (Cambridge)*, 102, 1984: 561–81.
- KVÍTEK, T.: Modelování vývoje koncentrací dusičnanů v malém zemědělském povodí. *Rostl. Výr.*, 40, 1994a (1): 45–51.
- KVÍTEK, T.: Možnosti snížení zatížení povrchových vod nitráty. *Rostl. Výr.*, 40, 1994b (12): 1129–1138.
- KVÍTEK, T.: Využití geograficko-informačního systému při delimitaci kultur a řešení pásem hygienické ochrany povrchových vodních zdrojů. *Rostl. Výr.*, 41, 1995 (10): 441–446.
- NJOS, A.: Future land utilization and management for sustainable crop production. *Soil and Till. Res.*, 30, 1994: 345–357.
- PARKINSON, R. J.: Change in agricultural practice. In: BURT, T. P. (ed.): Nitrate processes and management. John Wiley and Sons Ltd. 1993.
- REPKA, T.: Ohrožovanie kvality podzemných vôd poľnohospodárskou činnosťou. *Úroda*, 1991 (6): 253–255.
- SIMARD, R. R. – N'DAYEGAMIEYE, A. N.: Nitrogen-mineralization potential of meadow soils. *Can. J. Soil Sci.*, 73, 1993: 27–38.
- SINE, P.: EG-Nitratrachlinie. *AID-Inform. (Bonn)*, 41, 1992 (12): 2–10.
- SLEPIČKA, J.: Vysoké dávky živin a jejich vyplavování v různých ekologických podmínkách. *Rostl. Výr.*, 20, 1974 (10): 1015–1023.
- STRAŠKRABA, M. – TUNDUSI, J. G. – DUNCEA, A.: Comparative reservoir limnology and water quality management. London, Kluwer Acad. Publ. 1992. 287 s.
- TRÁVNÍK, K.: Stanovení ekologicky únosných obsahů minerálního dusíku v půdách pásem hygienické ochrany vodních zdrojů. Brno, ÚKZÚZ 1995.
- Severn-Trent Water: The Hatton Catchment Study. Birmingham, 1988.

Došlo 14. 3. 1996

Kontaktní adresa:

Ing. Tomáš Kvítek, CSc., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5-Zbraslav, Česká republika, tel.: 02/59 12 05, fax: 02/59 12 08

KRITÉRIA KONTAMINACE A INTOXIKACE PŮD

SOIL CONTAMINATION AND POLLUTION CRITERIA

E. Podlešáková¹, J. Němeček²

¹Research Institute for Soil and Water Conservation, Praha, Czech Republic

²Czech University of Agriculture, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: The paper presents an overview of approaches to standards setting for soil contamination and pollution with potentially hazardous elements and persistent organic xenobiotic substances (especially in the Netherlands, Germany and USA). The following multi-grade system of soil loading criteria-limits is step-by-step gaining ground: a) anthropogenic contamination, b) ecotoxicologically detected loss of soil multifunctionality, c) threatening of the food chain by transfer of pollutants into crops in original plant production, d) direct impact on humans' health and remediation needs. They reflect the critical limits in decreasing the soil multifunctionality. In the Czech Republic the limits a), c) are being developed, values d) are supposed to be taken over from foreign standards.

standards – limits; soil contamination; soil intoxication

ABSTRAKT: Je podán přehled problematiky standardů – limitů kontaminace až intoxikace půd rizikovými prvky a perzistentními organickými xenobiotiky. Uvažovány jsou hlavně postupy v Nizozemsku, Německu a USA. Postupně se prosazuje trend víceúrovňových kritérií limitů: a) antropogenní kontaminace, b) ekotoxikologicky detekované intoxikace, c) ohrožení potravního řetězce z prvovýroby, d) ohrožení zdraví člověka pobytem na silně kontaminovaném stanovišti a potřeby asanace. Představují kritické meze narůstající ztráty multifunkčnosti půdy. V ČR jsou vyvíjeny limity ad a), c), počítá se s převzetím limitů d) ze zahraničí.

standards – limity; kontaminace půd; intoxikace půd

STAV PROBLEMATIKY VE SVĚTĚ

Problematika

Zatížení půd perzistentními stopovými látkami (rizikovými prvky – RP, perzistentními organickými xenobiotickými látkami – POXL) se stalo v posledním desetiletí jedním z nejvýznamnějších problémů ochrany půdy a životního prostředí. Tato tematika je metodicky v plné šíři rozvíjena v Nizozemsku, Německu a USA; významná pozornost je jí věnována zejména ve Velké Británii, Kanadě, Dánsku a Švýcarsku. Zabývají se jí i odborné orgány Evropské unie, Rady Evropy, nové Evropské agentury pro životní prostředí aj. Velká šíře problematiky půdních zátěží, jejíž výzkum by měl být záležitostí vyváženého multidisciplinárního týmu, je dosud většinou v rukou specializovaných týmů, často bez výraznější návaznosti na pedologii. Stanovení standardů půdních zátěží, o která se musí opírat opatření k prevenci kontaminace a k odstraňování škod u intoxikovaných půd, jakož i k dosažení konsenzu pro legislativní ošetření ochrany půdy z těchto hledisek, se tak stává obtížné. Úspěchy byly dosaženy v zemích, kde se podařilo problematiku zatížených půd postavit na vědeckých základech a kde se usiluje o její prosazení ja-

ko celku (alespoň perspektivně) do jednotného zákona na ochranu půdy.

K řešení kontaminace půdy se přistoupilo ve sféře vědecké i praktické později než k řešení znečištění ovzduší a vody. Z hodnocení těchto ekologických médií se na půdu přenesla v prvních obdobích hodnocení idea, že i zde je možno stanovit pro každou škodlivinu jednu hodnotu kritické zátěže. Pozornost byla zprvu zaměřena na kritické zátěže půd rizikovými kovy při aplikaci čistírenských kalů (Williams, 1988). V letech 1985 až 1990 se maximální úsilí přesunulo na silné zátěže, výraznou intoxikaci půd anorganickými a organickými škodlivinami v městských a průmyslových areálech, v souvislosti s potřebami jejich sanací, zejména starých zátěží. S výjimkou Německa a Švýcarska byla v zemích západní Evropy a USA zanedbávána otázka ohrožení potravního řetězce vstupy do zemědělských plodin v prvovýrobě.

Po roce 1990 se filozofie problému půdních zátěží a s nimi souvisejících otázek zatížení ostatních složek životního prostředí začíná postupně opírat o ideu multifunkčnosti půdy. Tu přijímají i zákony na ochranu půdy a její sanaci (Ministry of Housing, 1994, Bod Sch G, 1995). Již pojmy soil contamination – pollution, které převádíme do češtiny jako kontaminace a intoxi-

kace půd, svědčí o nutnosti funkčního hodnocení odstupňované zátěže půd. Zatížení půd je tak chápáno jako kvalita půdy (funkční soubor vlastností a chování půdy), která musí být odstupňována podle gradace rizik a přístupů k ochraně půdy, biosféry (zejména člověka) a hydrosféry. Vznikají tak ucelené, vícestupňové systémy standardů, které po začlenění do legislativy představují významný nástroj identifikace kontaminace a stupňů intoxikace půd k řešení alternativ využití a remediací zatížených půd. Ve speciálních případech se stávají podkladem auditů v privatizačním procesu apod.

I když dosud nebyl v žádném státu ani mezinárodní organizaci vyvinut takovému ideálu se blížící mezinárodní referenční vícestupňový systém standardů půdních zátěží, jeho základní struktura se již rýsuje. Opírá se o informace z mnoha zdrojů, zahrnující: posouzení koncentrací; stanovení chování kontaminantů v abiotickém prostředí; stanovení transferů do biosféry a transportů do hydrosféry; stanovení scénáře cest šíření kontaminantů a způsobů expozic lidského zdraví (potrava, voda, perorální, inhalací, dermatický příjem) se specifikací využití půdy; sanace jako snížení expozice aj. V souvislosti s ideou multifunkčnosti půdy se v její ochraně před kontaminací začíná uplatňovat i hledisko ekotoxikologické.

V postupných aproximacích vyvíjené standardy dosahují různé úrovně závaznosti. V dalším je budeme nazývat limity. Limity tu chápeme v běžném smyslu, ve kterém se s tímto pojmem v pedologii operuje (např. hydrolimity, limity zásoby živin aj.), tj. jako kvality půdy, které indikují výrazné změny v plnění půdních funkcí při definovaném stupni zatížení půdy. Nepředstavují tedy ostré, ale difúzní (fuzzy) hranice obsahů (často celkových), které indikují zmíněné změny v kontextu dynamického půdního systému. Je možno je třídit podle stupně závaznosti (nízký stupeň = směrné hodnoty, Richtwerte) či podle nutnosti po jejich překročení provádět další testování (zkušební hodnoty, Prüfwerte).

V některých zemích se dávála přednost formativnímu hodnocení rizik na jednotlivých lokalitách před standardy (USA). Kombinované řešení se považuje v současné době za nezbytné. Jiným přístupem je hodnocení zranitelnosti (vulnerability) půd, jehož cílem je předpovědět mobilitu, transport a degradaci u kontaminantů (RP, POXL, pesticidů) bodovým expertním hodnocením půdních vlastností s ohledem na konkrétní látku. Je rozpracováno detailně v Německu (DVWK, 1988, 1989).

Vícestupňový systém standardů – limitů zátěže půd

Na základě rozboru problematiky v uvedených a dalších zemích Evropy, USA a Kanady je možno v škále narůstajícího zatížení půd perzistentními stopovými škodlivinami rozlišit tyto kritické hodnoty zatížení půdy, vyjádřené limity: antropogenně podmíněné

kontaminace; ekotoxikologicky průkazného počátku intoxikace půdy; zátěže půdy, ohrožující vstupem do zemědělských plodin potravní řetězec z prvovýroby; vysoké zátěže, ohrožující bezprostředně zdraví člověka a podmiňující rozhodování o remediaci půd.

Prvá úroveň limitů představuje svrchní hranici přírodního (RP), resp. antropicky difúzního (POXL, některé RP) pozadí. Je odvozena statisticky. U RP je diferencována podle texturně-mineralogického složení půdně-litologických jednotek, u POXL hodnotí regionální pozadí (většího územního celku, urbanistického území apod.). Tento limit má dvojí základní význam: jeho překročení indikuje zvýšené vstupy do půdy, tedy její kontaminaci; limit slouží ke konfrontaci reálnosti odvození ostatních, ekologicky relevantních kritérií. Má význam v prevenci znečištění půd, umožňuje uplatnit princip obezřetnosti v ochraně životního prostředí. Při jeho překročení je nutno omezit regulovatelné vstupy do půdy. Požadavek na tento limit se objevuje v německých pracích (Eikman, Klocke, 1991; Schmidt et al., 1992; Bodsch G, GBI, 1991) a směrnicích v Rakousku (Danneberg et al., 1994) a v Kanadě (Environment Canada, 1991). Vymizel z nizozemských standardů, i když je v nich skrytě obsažen (RP). V USA (EPA, 1994) je při stanovení remedičních kritérií předepsána nutnost konfrontovat je s pozadím podmíněným geochemicky (RP) i lokálně (POXL), např. v městských oblastech. Pro uvedené zvláštní formy zátěže musí však existovat testování jejich ekologické nezávadnosti pro zamyšlené využití půd.

Druhá úroveň limitů by se měla stát kritériem svrchní hranice multifunkční, zdravé půdy, jak je definována v zákonech či návrzích zákonů v Německu a Nizozemsku. Je měřena ekotoxikologickými testy, stanovujícími koncentraci škodliviny, při níž jsou ještě chráněny půdní organismy a jejich funkce (ve více než 95 %, NOEC 5 %). Takto operacionisticky definovaná limitní hodnota by měla být stanovována na základě prohloubené ekotoxikologické diagnostiky u půd různého využití (zemědělské, lesnické, urbanistické), neboť musí být spojována jak s přežitím půdních organismů různé úlohy v trofických úrovních ekosystému, tak i s garancí neinhibovaných transformačních procesů C a N, koloběhu živin nehojených systémů (Sheppard et al., 1992). Do této kategorie spadají i cílové hodnoty (target values) nizozemského systému. Při překročení druhé úrovně limitů se nalézáme v zóně ohrožení půdních funkcí.

Limit zátěže půdy, ohrožující potravní řetězec ze zemědělské prvovýroby, je stanoven pragmaticky jako koncentrace škodliviny (hlavně RP), vedoucí k zatížení krmiv, plodin pro přímou spotřebu a potravinářských surovin nad limity příslušných norem krmivářských (nejčastěji) a potravinářských. Postupy, zahrnující stanovení vztahů mezi mobilitami (potenciálně, aktuálně) formami prvků v půdách, půdními faktory jejich pohyblivosti a transfery do rostlin na kritickou úroveň, jsou nejlépe vypracovány v Německu (Hornburg,

Brümmer, 1990, 1991; Prüss, 1992; Bodsch G, GBI, 1991). Této problematice je věnována určitá pozornost v Kanadě a perspektivně bude rozvíjena v USA v souvislosti s připravovaným zákonem o ochraně přírodních zdrojů a hodnocení jejich poškození. Takto pragmaticky definovaný limit spadá však do obecně ekotoxikologicky definovaného limitu svrchní hranice zdravé půdy a vyžaduje v tomto ohledu prohloubení jak ekotoxikologie potravního řetězce, tak i fytotoxicity z hlediska užitných i ostatních rostlin.

S vynaložením největších nákladů byly vyvíjeny limity – standardy přímého ohrožení člověka pobyt (expozice) na silně zatížených půdách. Indikují potřebu remediace, při akutní silné expozici a ohrožení podzemní vody i naléhavost remediace. Naléhavost a forma (dekontaminace, izolace) vyplývá z následné analýzy rizik pro člověka a podzemních vod. Postupy byly vypracovány EPA USA a modifikovány a aplikovány v Nizozemsku (Ministry of Housing, 1994) a v Německu (Schuldt, 1990). Jsou odvozovány pro různé formy a stupně expozice člověka (dětská hřiště, sídliště, průmyslové areály apod.); standardně pro sídlištní využití a expoziční cesty během života člověka (dítě, dospělý) – perorální, inhalační, dermatický příjem, příjem z vody, potravy na lokalitě. Tyto hodnoty jsou nejčastěji označovány jako intervenční (akční) hodnoty. Jsou modelově odvozovány na základě humanotoxikologických principů, spočívajících v hodnocení překročení maximálně tolerovaného rizika příjmu škodliviny všemi expozičními cestami, při respektování karcinogenního působení. Jsou tedy odvozovány z expozičních modelů, které stanoví kritickou koncentraci v půdě, při níž denní příjem přesahuje uvedená rizika. V americkém systému remediačních standardů jsou uváděny ochranné limitní hodnoty pro uvedené možnosti příjmu kontaminantů (sídlištní využití) a z nich vyvozovaná remediační kritéria (diferencovaná podle využití půdy). Jde o velmi vysoké koncentrace (EPA, 1994). V nizozemském systému vystupují vedle humanotoxikologicky odvozených intervenčních hodnot (syntéza různých expozičních cest zatím při sídlištním využití) i ekotoxikologicky stanovené intervenční hodnoty, které zabezpečují přežití (NOEC 50 %) poloviny organismů a jejich činností. Výslednou integrovanou intervenční hodnotou se stává nižší z obou hodnot po eventuální korekci experty. Teoreticky elegantně řešený problém však má svá úskalí v tom, že vlastně přecházíme na ryze ekotoxikologický princip. Problém spojený s intervenčními hodnotami představuje stanovení cíle dekontaminace. Mimo postup nizozemský, který za ně považuje target values ve všech případech, jsou dekontaminační cíle jinde diferencovány podle následného využití půdy.

Podstatným problémem využití všech uvedených úrovní standardů – limitů je jejich propojení v jednom zákoně, což se očekává od zákona na ochranu půdy Německa.

STAV V ČR

Vývoj

V ČR byly v roce 1987 (MZVŽ ČSR, 1987) doporučeny limitní hodnoty pro čtyři prvky (extrakt v 2M HNO_3). Poté byly rozvíjeny dvě úrovně limitů: pozadí; maximálně přípustných obsahů pro zemědělské půdy. Pro účely privatizačních auditů byl převzat nizozemský systém původních hodnot A, B, C (MSNMP MŽP ČR, 1992) s modifikovanými hodnotami A RP pro pozadí ČR. Do vyhlášky MŽP 13/1994 Sb. byla převzata část (dvě kategorie) návrhu maximálně přípustných obsahů RP pro zemědělské půdy. Úplný systém pro RP byl diferencován podle šesti velkých skupin půd s různým chováním RP, vyjadřujícím spíše gradaci zranitelnosti (vulnerability) půd. Současně byly do zmíněné vyhlášky převzaty hodnoty A nizozemského systému pro POXL, interpretované jako meze škodlivosti kontaminantů.

Současný stav a perspektiva

Přepokládá se, že nový zákon o ochraně veškeré půdy bude v ČR založen na principu multifunkčnosti půdy. Pro RP i POXL je navrhován vícestupňový systém limitů. Zatím byly vypracovány limity pozadí, v stadiu rozpracování jsou limity ochrany potravního řetězce ze vstupů z prvovýroby. Pro budoucnost se počítá jednak s rozvojem ekotoxikologického testování, dále pak s převzetím některých systémů hodnocení přímého ohrožení člověka a potřeb remediace, s cílovými hodnotami podle využití půdy. Samozřejmým předpokladem všech úrovní limitů je potřebná diferenciace podle půd.

Systém limitů kontaminace (svrchní mez pozadí) RP pro normální půdy, který byl publikován (Podlešáková et al., 1996), je diferencován podle půdně-litologických jednotek. Byl odvozen statistickým vymezením svrchní hranice pozadí po odstranění odlehých hodnot na základě percentil (90 %), svrchní hranice variability geometrického průměru ($GM.GD^2$) a ověření v regionech. Půdy s geochemickými anomáliemi jsou identifikovány podle: vysokých obsahů řady asociovaných prvků; profilové distribuce prvků u přírodních (nikoliv urbanistických) půd; v některých případech podle relativně nízké rozpustnosti prvků; podle rozšíření hornin. V ČR dominují tři případy: půdy z přemísťovaných zvětralin bazik a ultrabazik (vysoké obsahy Co, Cr, Mn, Ni, V – Cu, Zn); půdy z přemísťovaných zvětralin kyselých hornin v zónách zrudnění (As, Pb, Zn – Cd); rezidua zvětrávání některých vápenců (Cd a prvky uvedené u bazik). Příkladem toho, že nelze přejímat údaje tohoto druhu ze zahraničí, je pokus o aplikaci nizozemského způsobu odvození hodnot A pro RP z obsahu jílu (< 2 mm) a humusu ve srovnání s hodnotami pozadí, odvozenými přímo z půdně-litologických

I. Srovnání hodnot pozadí pro potenciálně rizikové prvky (mg.kg^{-1}) – Comparison of background values of potentially hazardous trace elements (mg.kg^{-1})

Půda – substrát ¹	Jíl ⁹ L %	Humus ¹⁰ H %	As	Cd	Co	Cu	Cr	Hg	Ni	Pb	Zn
Srovnání referenčních hodnot vypočtených podle nizozemských formulí a svrchní hranice pozadí pro půdy ČR ¹¹ ^a nizozemské referenční hodnoty (výpočet z L a H) ¹² ^b svrchní hranice pozadí z <i>GM.GD</i> ²⁽¹³⁾ ^c geometrické průměry pozařadových hodnot ¹⁴											
Regozem – písek ²	5	1,1	17 ^a 30 ^b 8 ^c	0,48 0,35 6	17 20 6	19 35 12	60 80 30	0,22 0,40 0,14	15 40 13	56 60 28	67 100 48
Fluvizem – prachovice ³	13	1,7	21 30 8	0,53 0,45 0,18	18 30 9	24 40 16	76 110 60	0,25 0,40 0,14	23 50 18	65 70 38	92 120 62
Černoze – spraš ⁴	25	2,6	26 30 11	0,63 0,50 0,20	20 30 12	32 40 20	100 110 62	0,29 0,40 0,14	35 50 25	78 70 38	130 120 65
Smonice – slinitý jíl ⁵	50	4,0	37 30 16	0,83 0,50 0,20	24 30 14	47 50 25	150 110 65	0,38 0,40 0,14	60 50 30	104 70 38	206 120 81
Kambizem – žula ⁶	6	2,0	18 30 16	0,48 0,45 0,17	17 30 8	21 35 13	62 110 32	0 22 0,40 0,16	16 40 16	58 60 45	71 120 73
Kambizem – rula ⁷	8	3,0	19 30 16	0,52 0,50 0,19	17 30 10	22 40 22	66 130 56	0,23 0,40 0,14	18 55 22	61 70 48	78 160 88
Kambizem – čedič ⁸	14	3,0	22 30 18	0,56 0,42 0,20	18 > 60 38	25 > 100 57	78 > 350 250	0,25 0,40 0,16	24 > 120 80	67 > 100 32	96 > 300 113
Srovnání rozpětí hodnot udávaných v různých zemích ¹⁵ (mg.kg ⁻¹) (v závorce: obsahy u geogenních extrémů) ¹⁶											
Česke ¹⁷ – celkem ²²	Podlešáková et al. (1994)	25–30 (> 40)	0,4–0,5 (> 0,6)	25–40 (> 50)	50–70 (> 100)	100–180 (> 200)	0,5	50–70 (> 80)	70–90 (> 100)	120–160 > (180)	
Nizozemské ¹⁸ – celkem	VROM (1993)	17–32	0,46–0,74	20	18–41	60–130	0,22–0,35	15–50	55–93	65–175	
Rakouské ¹⁹ – lučavka ²³	Danneberg et al. (1994)	15	0,3–0,5	13–20	35–50	40–100	0,2–0,4	30–40	20–50	75–150	
Německé ²⁰ – lučavka	Bod Sch G GBI (1991)	6–17	0,2–1,0	–	10–60	20–90 (120)	0,05–0,2	15–100 (130)	25–72	35–150 (190)	
Australské ²¹ – celkem	Tiller (1992)	0,2–30	0,04–2	2–170	1–190	0,5–110	0,001–0,1	2–400	2–200	2–180	

¹soil – substrate, ²regosol – sand, ³luvisol (albic) – loesslike s., ⁴chernozem – loess, ⁵vertisol – carbonaceous clay, ⁶cambisol – granite, ⁷cambisol – gneiss, ⁸cambisol – basalt, ⁹clay, ¹⁰humus, ¹¹comparison of reference values calculated in accordance with the Dutch formulae and the upper background limits of Czech soils, ¹²a reference values calculated, ¹³b upper background limit – *GM.GD*² generalized, ¹⁴c geometric mean of background values, ¹⁵comparison of the range of background values in different countries, ¹⁶(in parentheses: contents in geogenic extreme soils), ¹⁷Czech, ¹⁸Dutch, ¹⁹Austrian, ²⁰German, ²¹Australian, ²²total, ²³aqua regia

II. Předběžné výsledky studia mobility a transferu Cd a Zn v nádobových pokusech s půdami odebranými jako slabě kontaminovanými v polních podmínkách (mg.kg^{-1} sušiny) – Preliminary results of mobility and transfer studies of Cd and Pb in pot experiments with soils taken as slightly contaminated soils in field conditions (mg.kg^{-1} dry matter)

	půdní typ ³ varianta ⁴	Cd						Zn					
		KM			FM			KM			FM		
		A	B	% [*]	A	B	%	A	B	%	A	B	%
Obsah ¹	pH	4,83	6,59		6,14	6,82		4,83	6,5		6,14	6,82	
	celkový ⁵	0,71	0,67		1,56	1,72		168,8	157,6		264,0	266,3	
	Na ₂ EDTA	0,32	0,25	22	0,80	0,79	0	21,12	19,08	9,6	133,4	123,6	7,3
	CaCl ₂	0,14	0,02	85	0,03	0,02	33	2,90	0,31	89	1,82	0,49	73
	NH ₄ NO ₃	0,14	0,03	79	0,06	0,03	50	4,73	0,51	89	1,53	0,60	61
	špenát ⁶	20,15	13,90	31	16,67	9,86	41	355,6	175,5	50	316,5	210,3	34
	ředkvička ⁷	2,12	1,46	31	0,91	0,82	10	71,90	36,60	49	37,60	39,60	0
Mobilita ²	Na ₂ EDTA	45,73	38,47	16	55,23	58,45	0	13,50	12,90	5	38,65	35,30	8,6
	CaCl ₂	20,91	4,36	79	4,58	2,72	40	1,83	0,20	89	1,29	0,24	81
	NH ₄ NO ₃	21,39	4,79	78	7,84	4,77	39	2,84	0,36	87	0,99	0,36	64

A – bez úpravy pH – no liming pH

B – s úpravou pH – liming pH

KM – kambizemě – cambisol

FM – fluvisol

* rozdíl mezi variantami A a B v % – difference between A a B variants in %

¹content, ²mobility, ³soil type, ⁴variant, ⁵total, ⁶spinach, ⁷raddish

III. Předběžné výsledky studia mobility a transferu rizikových prvků do rostlin v polních podmínkách u půd silně antropicky kontaminovaných a geochemicky extrémních (méně mobilní prvky a geochemické extrémy mobilních prvků); ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) – Preliminary results of mobility and transfer studies of hazardous elements in field conditions in soils severely anthropogenically contaminated and derived from geogenic extremes (less mobile elements and geogenic extremes of more mobile elements); ($\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$)

Prvek ¹	Krmivářská norma ² ** 3 fytotoxicita	Zatížení ⁴	Celkový obsah ⁵	2M HNO ₃ (% rozpustnosti) ⁶	Na ₂ EDTA (% rozpustnosti)	CaCl ₂	Rostlina ⁷ krmiva ⁸	pH
As	2	N	359	273 (76)	50 (14)	0,44	0,10	5,3
	20	G	1 200	278 (23)	48 (4)	0,55	0,44	5,7
Co	–	N	13	10 (76)	5,7 (44)	0,012	1,95	6,5
	–	G	95	60 (63)	12 (13)	0,01	0,40	6,2
Cr	3	N	238	230 (97)	39 (16)	0,04	1,03	6,4
	10	G	1 230	87 (7)	1,17 (0,10)	0,04	1,18	6,2
Cu	–	N	394	305 (77)	281 (71)	0,68	11	6,4
	20	G	244	155 (17)	25 (4)	0,98	5	4,6
Ni	5	N	325	286 (88)	175 (54)	4,1	6	6,4
	20	G	1 500	705 (47)	150 (10)	1,5	14	6,2
Pb	5	N	146	98 (69)	88 (60)	0,04	0,3	6,4
	10	G	306	210 (67)	89 (29)	0,26	2,5	5,3
Zn	–	N	619	601 (97)	421 (68)	2,73	50	6,4
	200	G	225	75 (33)	44 (19)	2,20	31	5,1

N – nivní – fluvial

G – geochemické – geochemical

* MZe ČR 264/1993

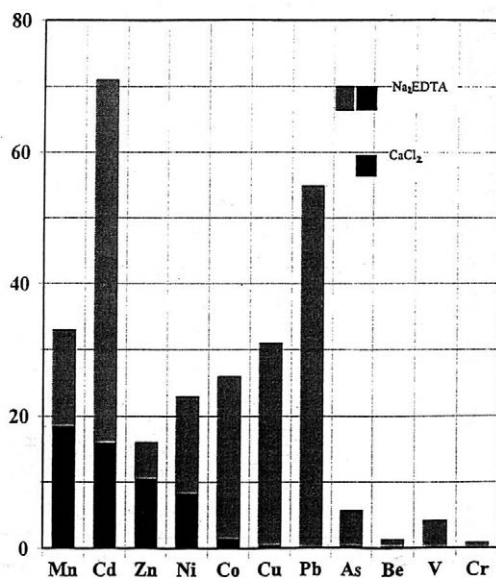
** Magnicol, Backett (1985)

¹element, ²fodder plants standards, ³phytotoxicity, ⁴mode of loads, ⁵total content, ⁶% of solubility, ⁷fodder, ⁸plants

skupin. V nizozemském postupu je zejména úloha obsahu jílů (úloha humusu je problematická) zvětšena a v důsledku specifiky jednoduchého půdního pokryvu se v Nizozemsku rozdíly v mineralogickém složení neuplatňují. Již zmíněné odvozování pozadí v Německu a Rakousku je nám bližší (tab. I).

Systém limitů POXL (Němeček et al., 1996) byl stanoven analogickým postupem, avšak bez diferenciací na půdy, a to na základě konfrontace údajů čistých a kritických regionů. Jak již bylo uvedeno, tento postup poskytl výsledky srovnatelné s německými.

V rámci vývoje limitů ochrany potravního řetězce byly provedeny experimenty s transferem do rostlin v podmínkách simulovaného zatížení půd v nádobových pokusech a z přírodně kontaminovaných půd v nádobových pokusech, doprovázené sledováním obsahů v půdě a krmivech v oblastech s půdními zátěžemi. Současně byly studovány potenciálně mobilizovatelné (EDTA) a mobilní frakce (NaNO_3 , CaCl_2 , NH_4NO_3) a jejich relativní zastoupení v celkovém obsahu a v EDTA. Tyto vztahy jsou znázorněny na obr. 1. Podíl vysoce mobilní frakce ubývá v pořadí prvků $\text{Mn} > \text{Cd} > \text{Zn} > \text{Ni} > \text{Co}$. U ostatních prvků při nízkém zastoupení mobilní frakce se vysoký mobilizovatelný podíl vyskytuje u Pb a Cu. Nejméně mobilní jsou pak As, Be, V, Cr a Hg (na obr. 1 neuvedeny). Zatímní výsledky studia mobility a transferu stopových prvků ukazují, že výrazně půdně-diferencované limity zejména podle pH jsou nezbytné u prvků s vysokou mobili-



1. Frakce rozpustné v 0,01M CaCl_2 a 0,05M Na_2EDTA – Fractions soluble in 0.01M CaCl_2 and 0.05M Na_2EDTA

osa x: prvky – x axis: element

osa y: % celkového obsahu – y axis: % of total content

IV. Srovnání intervenčních hodnot z hledisek interakce humanotoxikologických a ekotoxikologických hodnot, expozičních cest a využití půdy – Comparison of intervention values from the point of view of the interaction of humanotoxicological and ecotoxicological values, exposition pathways and land uses

	Nizozemsko ¹			USA				Německo ²			
	VROM (1993)			USA (EPA, 1994)		Oregon (1992)		Eikmann, Klope (1994)			hamburská kritéria ³ (Schuldt, 1990)
	využití sídlištní ⁴			sídlištní		sídlištní	průmyslové ¹²	sídlištní	průmyslové	dlouhodobý pobyt ⁵	krátkodobý pobyt ⁶
	ekotoxikologická kritéria ⁷	humanotoxikologická kritéria ⁸	navržené ⁹	perorální ¹⁰	inhalační ¹¹					chronické působení ¹³	akutní působení ¹⁴
As	40	680	55	–	380	–	–	80	200	100	100
Cd	12	35	12	39	920	100	1 000	5	20	40	40
Cr	230	2 250	380	–	–	1 000	> 1 500	350	800	200	500
Cu	190	16 000	190	–	–	10 000	80 000	200	2 000	(500)	3 000
Hg	10	200	10	23	7	80	600	10	50	10	200
Ni	210	6 600	210	1 600	6 900	5 000	40 000	200	500	300	4 000
Pb	290	530	530?	400	–	200	2 000	1 000	2 000	500	3 000
Zn	720	56 000	720	23 000	–	–	–	600	3 000	2 000	2 000
ΣPAU	40	–	40	–	–	–	–	–	–	–	–
Jednotlivé ¹⁵ PAU	–	360–29 000	–	0,09–23 000	–	1–10 000	1–600 000	5	15	–	–

¹the Netherlands, ²Germany, ³Hamburg criteria, ⁴residential use, ⁵long-term stay, ⁶short-term stay, ⁷ecotoxicological criteria, ⁸humanotoxicological criteria, ⁹proposed, ¹⁰peroral, ¹¹inhalation, ¹²industrial, ¹³chronical impacts, ¹⁴acute impacts, ¹⁵different

tou, jak ukazuje tab. II pro Cd a Zn. Tab. III dokumentuje skutečnost, že pro méně mobilní prvky (As, Be, Cr, Pb, V, Hg) a geochemické extrémně mobilnějších prvků (Co, Cu, Ni, Zn) budou stanoveny nejvyšší prahové hodnoty, pro které nebyl prokázán kritický (z hlediska vstupu do potravního řetězce, z hlediska fytotoxicity) transfer. K prozatímním výsledkům nutno dodat, že zatímco údaje tab. II pocházejí z nádobových pokusů s rostlinami s výraznější akumulací stopových prvků, údaje tab. III jsou z terénních sledování zatížení krmiv.

Údaje v tab. IV ukazují, že převzetí remediačních kritérií nebude jednoduchou záležitostí ani pro multidisciplinární tým pedologů, fyziologů, ekotoxikologů a lékařských toxikologů.

LITERATURA

- DANNEBERG, O. H. et al.: Niederösterreichische Bodenzustandsinventur. Amt der Niederösterreichischen Landesregierung. Bundesanstalt für Bodenvirtschaft. 1994. 220 s.
- EIKMANN, T. – KLOKE, A.: Nutzung- und schutzbezogene Orientierungswerte für Schadstoffe in Böden. VD Lufa Mitt., 1991 (1).
- HORNBURG, V. – BRÜMMER, G. W.: Schwermetall-Verfügbarkeit in Böden und Gehalte in Weizenkorn und in anderen Pflanzen. Kongressband 1990 Berlin, VD Lufa Schr.-R., 32, 1990: 821–826.
- HORNBURG, V. – BRÜMMER, G. W.: Schwermetall-Verfügbarkeit und -Transport in Abhängigkeit von pH und Stoffbestand der Böden. Mitteil. Dtsch. Bodenk. Gesell., 66, 1991 (2): 661–664.
- MAGNICOL, R. D. – BACKETT, P. H. T.: Critical tissue concentrations of potentially toxic elements. Pl. and Soil, 85, 1985: 107–129.
- NĚMEČEK, J. – PODLEŠÁKOVÁ, E. – PASTUSZKOVÁ, M.: Návrh limitů kontaminace půd perzistentními organickými xenobiotickými látkami pro ČR. Rostl. Výr., 42, 1996 (2): 49–53.
- PODLEŠÁKOVÁ, E. – NĚMEČEK, J. – HÁLOVÁ, G.: Požadované obsahy potenciálně rizikových prvků v půdách ČR (celkové obsahy). Rostl. Výr., 40, 1994 (12): 1095–1105.
- PODLEŠÁKOVÁ, E. – NĚMEČEK, J. – HÁLOVÁ, G.: Návrh limitů kontaminace půd potenciálně rizikovými stopovými prvky pro ČR. Rostl. Výr., 42, 1996 (3): 119–125.
- PRÜESS, A.: Vorsorgewerte und Prüfwerte für mobile und mobilisierbare, potentiell ökotoxische Spurenelemente in Böden. GRANER, V. E. (ed.), Wendlingen, 1992. 146 s.

- SCHMIDT, F. et al.: Die Böden Bayerns. Datenhandbuch für die Böden des Tertiärhügellandes, der Iller-Lech-Plate und des Donautales, München, BGL, 1992. 527 s.
- SCHULDIT, H.: Hamburger Ausätze zur Beurteilung von Bodenverunreinigungen. In: ROSENKRANZ, D. (ed.): Bodenschutz, Bos 4 LFG. 1/90 3550, Berlin, Schmidt Verlag 1990: 1–33.
- SHEPPARD, S. C. – GAUDET, C. – SHIPPARD, M. I. – CURETON, P. M. – WONG, M. P.: The development of assessment and remediation guidelines for contaminated soils a review of the science. Can. J. Soil Sci., 72, 1992: 359–394.
- TILLER, K. G.: Urban soil contamination in Australia. Austral. J. Soil Res., 30, 1992: 937–957.
- WILLIAMS, J. H.: Guidelines, recommendation, rules and regulations for spreading manures, slurries on arable land and grassland. Comm. Eur. Commun., 1988.
- Bod Sch G, GBI: Gesetz zum Schutz des Bodens. Stuttgart, 1991: 434–440.
- Bod Sch G: Bundesmin. für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. 1995.
- DVWK: Filtereigenschaften des Bodens gegenüber Schadstoffen. Teil II: Beurteilung der Fähigkeit von Böden zugeführte Schwermetalle zu immobilisieren. Merkbl. Wasserwirtsch., 1988. 8 s.
- DVWK: Filtereigenschaften des Bodens gegenüber Schadstoffen. Teil II: Abschätzen des Verhaltens organischer Chemikalien in Böden. Merkbl. Wasserwirtsch., 1989. 32 s.
- EPA: Soil Screening Guidance. EPA USA, 540, R-M II 62, PB 95-963529, 1994.
- Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment: Soil protection Act. 1994. 60 s.
- Ministry of Housing, Spatial Planning and Environment: Circular on intervention values for soil remediation. 1994. 19 s.
- MSNMP, MŽP ČR: Postup vyhodnocení závazků z hlediska ochrany ŽP při zpracování privatizačního projektu. Metodický pokyn. 1992: 17–18.
- MZe ČR: Samostatná příloha k vyhlášce 264/1993 o výrobě a složení krmných směsí. SEVT, 1993.
- MZVŽ ČSR: Vyhlášení mezních hodnot obsahu cizorodých látek v zemědělské půdě, č. j. 298/87-412 z 3. 3. 1987.
- MŽP: Vyhláška MŽP, kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu, 13/1994 Sb.
- State of Oregon: Environmental Cleanup Manual. Environmental Cleanup Division. Department of Environmental Quality. Oregon Administrative Rule (OAR) 340-122-010 through 340-122-110. 1992.
- VRM: Soil Clean-up Section of the Soil Protection Act. Lower House Sessions 1992–1993.

Došlo 28. 3. 1996

Kontaktní adresa:

Ing. Eliška Podlešáková, CSc., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5-Zbraslav, Česká republika, tel.: 02/59 12 05, fax: 02/59 12 08

VLHKOSTNÍ REŽIM PŮD NA VYBRANÝCH KLIMATOLOGICKÝCH STANICÍCH ČHMÚ BRNO

SOIL MOISTURE REGIME IN SELECTED CLIMATIC STATIONS OF THE CHI BRNO

V. Hybler¹, A. Prax¹, J. Vitoslavský²

¹Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic

²Czech Hydrometeorological Institute, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: In selected climatic stations of the CHI Brno, both climatic parameters and the course of soil moisture during the growing season were monitored and evaluated. Basic characteristics of the stations are as follows: Svatouch – Dystric Cambisol on sandy-loam weathered gneiss. A gentle S-facing slope, altitude 737 m, grass stand. Measurements taken in 1993 to 1995. Kroměříž – Luvic Chernozem on loamy loess. Plain, altitude 230 m, grass stand. Measurements were taken in 1993 to 1995. To observe soil moisture, VIRIRIB sensors of AMET Company, Velké Bílovice, were used. It is a case of taking the measurements of soil moisture by electromagnetic signals using the transmission phase method. Values of soil moisture were read in 5 to 10 days' intervals. Periods under study were classified as above-average for temperatures. Reserve soil moisture and other climatic parameters, i.e. precipitation and evapotranspiration, were used for gross balance of input and output components of water. The balance was carried out for a layer of 0 to 60 cm and for particular months of the growing season. Results obtained are given in Tab. I and Figs 1 to 10. The research results show that while in the Svatouch station the budget of input and output components was virtually balanced, Kroměříž station exhibits negative balance, i.e. a deficit.

VIRIRIB sensors; climatic stations; soil moisture; soil water balance

ABSTRAKT: Na vybraných klimatických stanicích ČHMÚ Brno (Svatouch, Kroměříž) byla v uplynulých letech instalována měřiče půdní vlhkosti vybavená snímači objemové vlhkosti VIRIRIB, které dodala firma AMET. Jde o mikrovlnný měřič využívající závislosti fázové rychlosti nanosekundových impulsů na vlhkosti zkoumaného prostředí. Ve spolupráci ČHMÚ Brno a Ústavu půdoznalství a mikrobiologie AF MZLU Brno byla na základě měřených klimatických parametrů a zjištěných fyzikálních poměrů půd profilu 0 až 60 cm provedena bilance zásob půdní vody na sledovaných klimatických stanicích. Bilance byla vyrovnaná, resp. kladná jen na stanici Svatouch ve vegetačním období 1993 a 1995.

snímače VIRIRIB; klimatologické stanice; půdní vlhkost; bilance půdní vody

ÚVOD

Samozřejmou součástí sběru klimatických dat by mělo být také sledování dynamiky půdní vlhkosti. Náročnost měření tohoto parametru je dána jednak volbou vhodného čidla zabudovatelného do půdního prostředí a jednak volbou samotné lokality, která by měla charakterizovat specifiku půdního profilu zohledňující půdy dané oblasti. Ne vždy se při výběru místa klimatologické stanice bral zřetel také na půdní poměry daného regionu.

ČHMÚ Brno instaloval na vybraných klimatologických stanicích měřiče pro sledování půdní vlhkosti. Ve spolupráci s ÚPM AF MZLU Brno bylo provedeno vyhodnocení sledovaných měření půdní vlhkosti a byla zpracována bilance vody pro vegetační období let 1993 až 1995 na sledovaných lokalitách a pro daný půdní profil.

MATERIÁL A METODA

Zpracovány jsou údaje měření půdní vlhkosti na klimatologických stanicích Svatouch a Kroměříž v letech 1993 až 1995. Základní charakteristika těchto lokalit: Kroměříž spadá do teplého okrsku, mírně suchého s mírnou zimou, atmosférické srážky činí průměrně 585 mm ročně a průměrná roční teplota vzduchu je 8,8 °C. Půdní poměry: černozem hnědozemní na hlinité spraši, rovina, 230 m n. m., travní porost. Svatouch náleží klimatickými podmínkami do chladné oblasti s okrskem mírně chladným, průměrný roční úhrn srážek je 761 mm, průměrná roční teplota vzduchu činí 5,7 °C. Půdní poměry: kambizem dystrická na písčito-hlinité rozvětralině ruly, mírný svah jižní expozice, 737 m n. m., travní porost. Výsledky odběru půdních vzorků do Kopeckého válečků a rozbor v laboratoři

I. Fyzikální vlastnosti půdy – Physical properties of soils

	Hloubka ¹ (cm)	Θ_{PVK} (%)	Θ_{30} (%)	Θ_{MKK} (%)	Θ_{RVK} (%)	ρ_d (g.cm ⁻³)	ρ_s (g.cm ⁻³)	P (%)	A_{MKK} (%)	A_{RVK} (%)
Kroměříž	10	45,44	41,50	38,00	30,05	1,38	2,50	44,80	6,80	14,75
	20	42,65	39,83	36,60	30,20	1,49	2,54	41,34	4,74	11,14
	30	41,55	40,30	35,10	29,20	1,44	2,54	43,31	8,21	14,11
	50	42,85	38,12	37,40	31,50	1,57	2,61	39,85	2,45	8,35
Svratouch	10	45,31	39,77	35,96	27,80	1,11	2,61	57,36	21,40	29,56
	20	43,83	38,56	34,38	26,05	1,09	2,61	58,14	23,76	32,09
	30	44,11	38,39	34,38	25,44	1,16	2,59	55,25	20,87	29,81
	40	40,91	34,34	30,79	22,02	1,22	2,67	54,41	23,62	32,39

 Θ_{PVK} – plná vodní kapacita – full water-holding capacity Θ_{30} – vlhkost po 30 min – moisture after 30 min Θ_{MKK} – maximální kapilární kapacita – maximum capillary moisture capacity Θ_{RVK} – retenční vodní kapacita – retention water capacity ρ_d – objemová hmotnost redukováná – bulk density ρ_s – měrná hmotnost – specific gravity P – pórovitost – porosity A_{MKK} – provzdušnění při MKK – aeration within retention maximum capillary moisture capacity A_{RVK} – provzdušnění při RVK – aeration within retention water capacity¹depth

umožnily určit fyzikální vlastnosti půd daných lokalit, jejichž přehled je uveden v tab. I.

Pro sledování půdní vlhkosti byla zvolena čidla VIRIRB firmy AMET Velké Bílovice (Michna, Litschmann, 1995). Tento přístroj měří objemovou půdní vlhkost Θ pomocí elektromagnetického signálu transmisní fázovou metodou. Snímač využívá závislosti fázové rychlosti nanosekundových impulsů na vlhkosti okolního prostředí (Češka, 1988). Hodnoty půdní vlhkosti byly odečítány v pěti- až desetidenních intervalech.

Jako limitní hodnoty v grafech vyjadřujících dynamiku půdní vlhkosti byly použity hodnoty objemové vlhkosti retenční vodní kapacity a objemové vlhkosti bodu vadnutí. Bod vadnutí byl stanoven ze zrnitostního rozboru postupem podle Váší, retenční vodní kapacita podle Drbala; hodnota zásobní vlhkosti v mm pro hydrolimity retenční vodní kapacity (RVK) a bodu vadnutí (BV) pro danou vrstvu se získá vynásobením jednotlivé hodnoty Θ v % mocností vrstvy v dm. V Kroměříži měly tyto hydrolimity pro vrstvu 0 až 60 cm hodnoty 184,0 mm (RVK) a 97,0 mm (BV), ve Svatouchu 148,7 a 68,1 mm.

Pouze v případech, kdy se hydrologická bilance řeší na území s uzavřeným oběhem podpoверхové vody, je možno uvažovat výměnu vody pouze ve velikosti odpovídající infiltraci z toku, popřípadě i nádrží do horninového prostředí a naopak jeho odvodňování do těchto vodních útvarů (Kříž, 1983). Tento případ nastal, a proto byla rovnice bilance půdní vody (Kutílek, 1978) počítána jako rovnice srážko-výparná. Jak popisují některé výzkumy lesních ekosystémů, v klimatických a geografických podmínkách českých

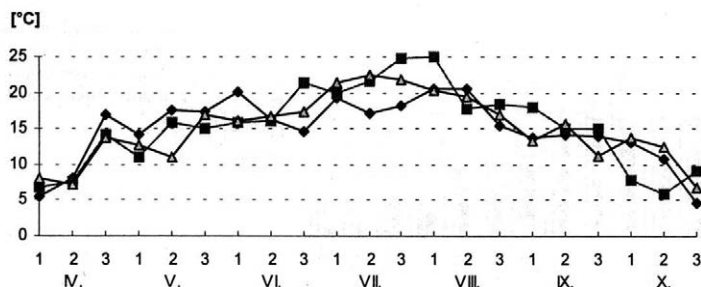
zemí se s přibývajícím nadmořskou výškou snižuje vliv půdní vlhkosti na bilanci vody a největší měrou se uplatňují srážky a evapotranspirace.

Potřebné meteorologické údaje byly převzaty ze známých měření ČHMÚ Brno. Průběh teplot, srážek a evapotranspirace v daných vegetačních sezonách je graficky vyjádřen na obr. 1 až 6. Ze získaných údajů byla sestavena bilance příjmových a výdajových složek půdní vody, tj. zásoby vody v půdní vrstvě 0 až 60 cm a srážek na jedné straně a hodnoty evapotranspirace na straně druhé. To vše pro jednotlivé měsíce a celkově za vegetační období. Potenciální evapotranspirace (podle Montise) se zjišťuje na klimatologických stanicích do 301. dne roku (konec října). Půdní vlhkost v Kroměříži byla v roce 1993 zjišťována vázkovou metodou, přístroj VIRIRB tam byl v daném období teprve instalován. Měření půdní vlhkosti bylo na stanici Svatouch zahájeno až v květnu, resp. červnu pro opožděný nástup vegetační sezony, v srpnu a v září 1994 byly přístroje opakovaně poškozeny při bouřce.

VÝSLEDKY A DISKUSE

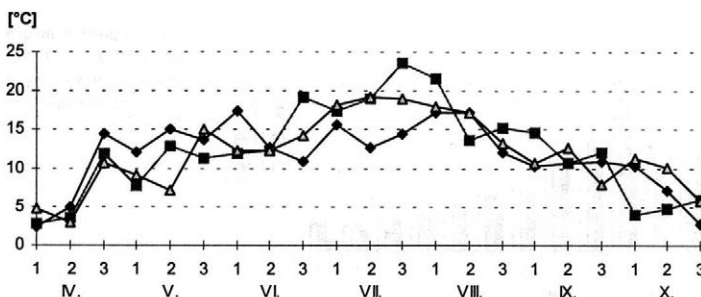
Provedená měření vlhkostního režimu půd dokumentují celkovou klimatickou situaci v letech 1993 až 1995, kdy zvláště rok 1994 je hodnocen jako teplotně nadnormální.

Dynamika půdní vlhkosti znázorněná na obr. 7 a 8 dokumentuje, že v Kroměříži v roce 1993 v průběhu června, srpna a září a v roce 1994 během července a srpna poklesla zásobní vlhkost až pod hodnotu půdního hydrolimitu bodu vadnutí. Na stanici Svatouch



1. Průběh průměrných teplot vzduchu (Kroměříž) – The course of average air temperatures (Kroměříž)

osa x: dekády – x axis: decades

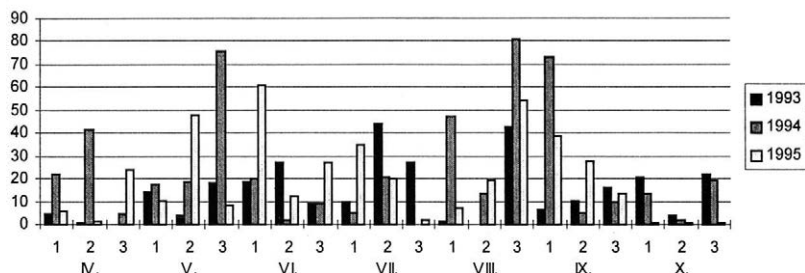


2. Průběh průměrných teplot vzduchu (Svatouch) – The course of average air temperatures (Svatouch)

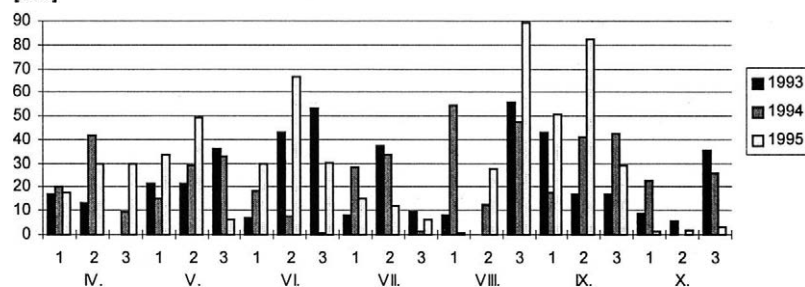
došlo také k poklesu půdní vlhkosti pod úroveň bodu vadnutí, a to pouze krátce v první polovině srpna 1994 a 1995, což vždy koresponduje s nízkou srážkovou činností v předcházejících týdnech. Sledovaná zásobní vlhkost v půdě a z měřených meteorologických údajů srážky a evapotranspirace byly využity pro bilanci příj-

mových a výdajových složek půdní vody, která je provedena pro vrstvu 0 až 60 cm ve vegetačních obdobích. Výsledné hodnoty uvádějí grafy na obr. 9 a 10. Z výsledků je patrné, že bilance příjmových a výdajových složek pro vegetační období byla přibližně vyrovnaná či kladná prakticky jen ve Svatouchu v letech 1993

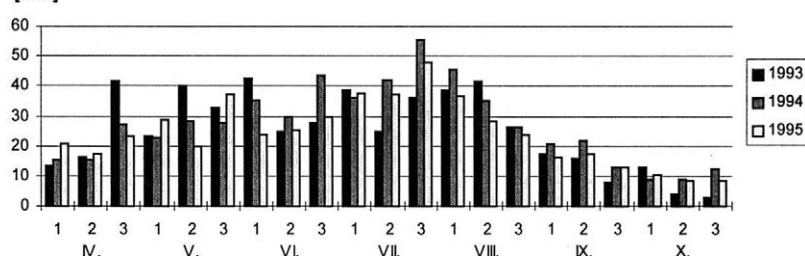
[mm]



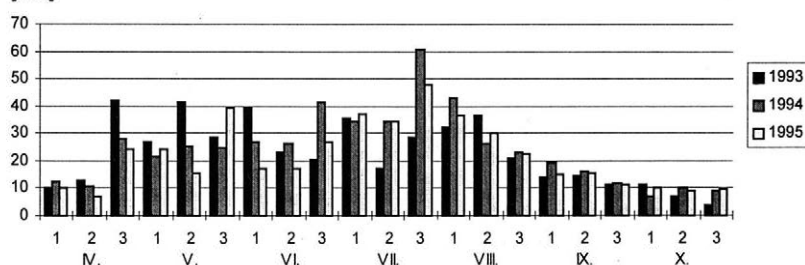
[mm]



[mm]



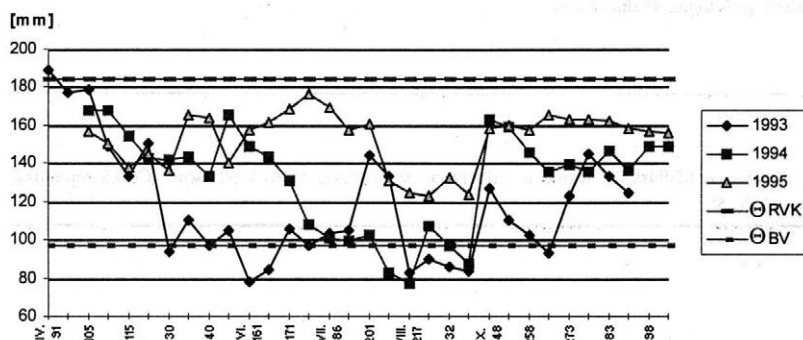
[mm]



a 1995 mimo nejteplejší letní měsíce, v Kroměříži byla téměř vždy záporná, tzn. že nastal deficit půdní vody.

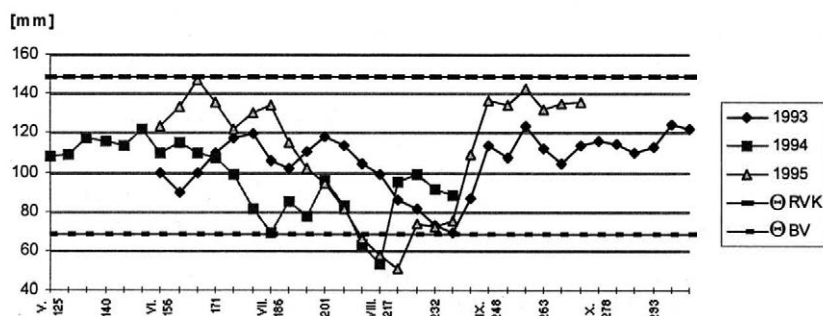
Předložená práce jednak podává informace o dostupné a dostatečně expeditivní metodě měření půdní

vlhkosti v podmínkách klimatologických stanic a jednak se zabývá metodami hodnocení získaných údajů formou bilance vody ve stanovené půdní vrstvě odpovídající hlavní mase kořenového systému rostlin.

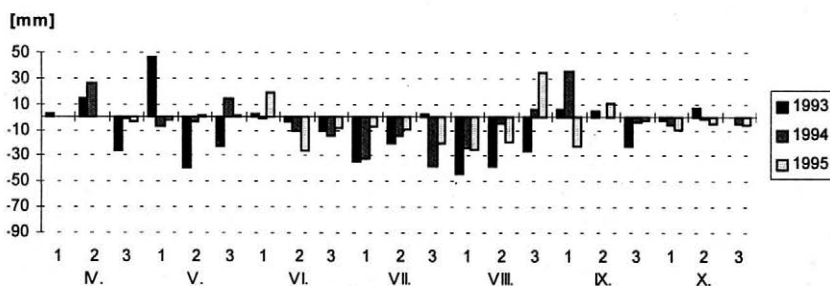


7. Dynamika měřené půdní vlhkosti ve vrstvě 0 až 60 cm (Kroměříž) – Dynamics of measured soil moisture in a layer of 0 to 60 cm (Kroměříž)

osa x: dny roku – x axis: days of year

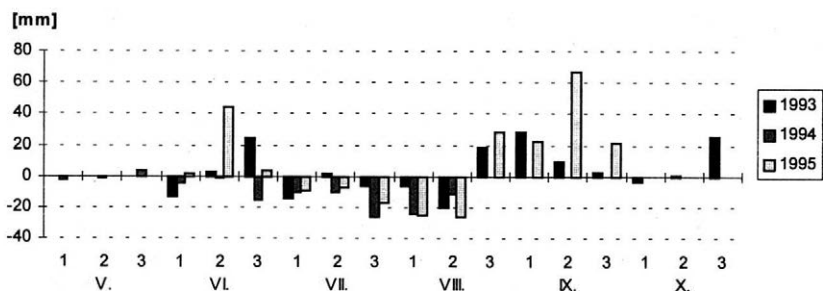


8. Dynamika měřené půdní vlhkosti ve vrstvě 0 až 60 cm (Svratouch) – Dynamics of measured soil moisture in a layer of 0 to 60 cm (Svratouch)



9. Srážko-výparná bilance zásoby půdní vody ve vrstvě 0 až 60 cm (Kroměříž) – Evapotranspiration balance of soil water supply in a layer of 0 to 60 cm (Kroměříž)

osa x: dekády – x axis: decades



10. Srážko-výparná bilance zásoby půdní vody ve vrstvě 0 až 60 cm (Svratouch) – Evapotranspiration balance of soil water supply in a layer of 0 to 60 cm (Svratouch)

LITERATURA

ČEŠKA, A.: Způsob měření obsahu vody v materiálech a zařízení k jeho provádění. PV 8200-88, Praha, 1988.

KŘÍŽ, H.: Hydrologie podzemních vod. Praha, ČSAV 1983. 292 s.

KUTÍLEK, M.: Vodohospodářská pedologie. Praha, SNTL a ALFA 1978. 295 s.

MICHNA, F. – LITSCHMANN, T.: Trvalé sledování vlivu srážek a výšky hladiny vody na půdní objemovou vlhkost ve svrchní vrstvě půdy v povodí Dyje. Vod. Hosp., 9, 1995: 271–273.

Došlo 28. 3. 1996

Kontaktní adresa:

Ing. Vítězslav Hybler, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 30 58, fax: 05/45 13 30 53

VLIV ČETNOSTI VÝSKYTU VYŠŠÍCH DENNÍCH SRÁŽKOVÝCH ÚHRNŮ NA VODNÍ EROZI

THE EFFECT OF OCCURRENCE FREQUENCY ON HIGHER DAILY SUMS OF PRECIPITATION ON WATER EROSION

F. Toman

Mendel University of Agriculture and Forestry, Brno, Czech Republic

ABSTRACT: For erosion control it is necessary to know the occurrence and distribution of erosion rains. Decisive are heavy rainstorms which occur in the Czech Republic mostly from May to late September. In order to evaluate the frequency and seasonal occurrence of the rainstorms, daily sums of precipitation were taken above 10, 20 and 30 mm (Tabs I to III) and evaluations were carried out for the station in Velké Meziříčí over the period of 1931 to 1990. The average annual frequency of higher daily sums of precipitation in the normal period of 1931 to 1960 was determined together with the frequency of erosion rain (Fig. 1). Tabs IV to VI contain some characteristics of erosion rains and Tab. VII gives their numbers in the individual months and periods. The results of the present study indicate that higher sums of precipitation occurred in May and June in the period of 1961 to 1990 when the soil was not much protected by vegetation, enabling a higher occurrence of erosion. Higher daily sums of precipitation need not always be erosion-endangering rains. Erosion-endangering rains which occurred in 1961 to 1990 had a higher average value of R factor, were heavier and of maximal intensity.

water erosion; daily sum of precipitation; frequency of occurrence of higher sums of precipitation; rain intensity

ABSTRAKT: Pro návrh účinné ochrany půdy proti vodní erozi je důležité určit stupeň ohroženosti pozemků vodní erozí. Vznik a vývoj vodní eroze je podmíněn zejména výskytem erozně účinných dešťů. Byla posuzována stanice Velké Meziříčí v normálovém období 1931 až 1960 a 1961 až 1990. Byla provedena analýza výskytu vyšších denních srážkových úhrnů o vydatnosti nad 10, 20 a 30 mm. Byla zjištěna průměrná četnost a sezonalita jejich výskytu v měsících květen až září v jednotlivých letech. Z rozboru ombrografických záznamů byla u erozně nebezpečných dešťů zjištěna jejich maximální intenzita, maximální 30min intenzita, kinetická energie a byl vypočítán faktor erozní účinnosti R . Také byla u erozně nebezpečných dešťů stanovena jejich sezonalita a četnost výskytu v měsících květen až září v období 1931 až 1990. Výsledky ukazují, že četnost výskytu vyšších denních srážkových úhrnů se liší od četnosti a sezonality výskytu erozně nebezpečných dešťů.

vodní eroze; denní úhrn srážek; četnost výskytu vyšších srážkových úhrnů; intenzita deště

ÚVOD

Procesy vodní eroze jsou ovlivňovány řadou faktorů, z nichž většina je více či méně ovlivňována lidskou činností. Z přírodních faktorů se nejvíce uplatňují poměry klimatické.

Přechodem od malovýroby k velkoplošným způsobům hospodaření na orné půdě na svazích bez uplatňování systematické protierozní ochrany se v našich podmínkách intenzita erozních procesů několikanásobně zvýšila. Zrychlení eroze má za následek nárůst šterkovitosti půd, narušení vodní bilance, zhoršování čistoty vody v tocích a nádržích a v konečném důsledku pak vede eroze ke snižování hospodářského potenciálu krajiny a narušení přírodních procesů v biosféře.

Návrhové parametry, zejména pro technická protierozní opatření, vycházejí z metody čísel odtokových křivek CN , pomocí které lze prognózovat objem přímého odtoku a velikost kulminačního průtoku z povodí

o ploše do 5 až 10 km². Základním vstupem metody CN křivek je denní srážkový úhrn s pravděpodobností opakování za N roků. Pro účely protierozní ochrany je však důležité znát nejen úhrn srážek, ale jejich intenzitu, kinetickou energii, četnost a sezonalitu výskytu.

V univerzální rovnici pro stanovení pravděpodobného smyvu půdy používají Wischmeier, Smith (1978) k vyjádření erozního účinku dešťů tzv. dešťový faktor R . Tento faktor je vymezen jako součin kinetické energie deště E a jeho maximální 30min intenzity I_{30} . Pro stanovení faktoru R byly uvažovány deště o vydatnosti větší než 12,5 mm a o intenzitě nad 24 mm.h⁻¹. Janáček et al. (1992) pro regionalizaci průměrných ročních hodnot faktoru erozní účinnosti přívaleových dešťů uvažují deště o vydatnosti nad 10 mm a o intenzitě nad 20 mm.h⁻¹. V oblasti jižní Moravy se erozně nebezpečné deště vyskytují od května do září, tedy v době, kdy je protierozní ochrana půdy nejdůležitější (Toman, 1992).

MATERIÁL A METODA

K vlastní analýze byly zvoleny denní srážkové úhrny nad 10, 20 a 30 mm, u kterých lze předpokládat určitý stupeň erozní účinnosti. S ohledem na sezonalitu jejich výskytu byla hodnocena jejich četnost výskytu pro měsíce květen, červen, červenec, srpen a září. Hodnocení bylo provedeno pro stanici Velké Meziříčí za období 1931 až 1990.

Na základě rozborů ombrografických záznamů byly také vyhodnoceny erozně nebezpečné deště s intenzitou nad 20 mm.h⁻¹ a s vydatností nad 10 mm. U takových dešťů byla stanovena jejich maximální 30min intenzita, maximální intenzita, kinetická energie a spočítán faktor erozní účinnosti jednotlivých dešťů $R = E \cdot I_{30}$. Počet jednotek faktoru R odpovídá SI jednotkám MJ.ha⁻¹.cm.h⁻¹. Při výpočtu bylo postupováno podle publikované metodiky (Janěček et al., 1992).

VÝSLEDKY

Průměrná roční četnost výskytu vyšších denních srážkových úhrnů v jednotlivých měsících hodnocených období je uvedena v tab. I až III. V tab. IV až VI jsou uvedeny základní charakteristiky výskytu erozně nebezpečných dešťů v jednotlivých normálových obdobích 1931 až 1960 a 1961 až 1990 a za celé hodnocené období 1931 až 1990. Tab. VII obsahuje údaje o počtu

I. Četnost výskytu denních srážkových úhrnů nad 10 mm v jednotlivých hodnocených obdobích a měsících – Frequency of occurrence of sums of precipitation above 10 mm in different periods and months evaluated

Měsíc ¹	1931–1960	1961–1990	1931–1990
5.	1,3	2,1	1,7
6.	1,9	2,3	2,1
7.	2,5	1,7	2,1
8.	2,3	2,0	2,1
9.	0,7	1,0	0,9
Celkem ²	8,7	9,1	8,9

¹ month, ² total

II. Četnost výskytu denních srážkových úhrnů nad 20 mm v jednotlivých hodnocených obdobích a měsících – Frequency of occurrence of sums of precipitation above 20 mm in different periods and months evaluated

Měsíc ¹	1931–1960	1961–1990	1931–1990
5.	0,23	0,43	0,33
6.	0,43	0,37	0,40
7.	0,63	0,37	0,50
8.	0,53	0,20	0,37
9.	0,20	0,20	0,20
Celkem ²	2,02	1,57	1,80

For 1–2 see Tab. I

erozně nebezpečných dešťů v měsících květnu až září ve sledovaných obdobích.

Četnost výskytu denních úhrnů srážek nad 10 mm a četnost výskytu erozně nebezpečných dešťů v normálových obdobích 1931 až 1960 a 1961 až 1990 je znázorněna na obr. 1.

DISKUSE

Při hodnocení četností výskytu denních srážkových úhrnů nad 10 mm v jednotlivých měsících zjistíme, že v období 1931 až 1960 bylo nejvyšších hodnot dosaženo v červenci a srpnu, zatímco v období 1961 až 1990 v květnu a červnu. Celkový počet hodnocených denních srážkových úhrnů v období 1931 až 1990 byl 535. Nejnížší četnost výskytu byla v obou obdobích v září.

III. Četnost výskytu denních srážkových úhrnů nad 30 mm v jednotlivých hodnocených obdobích a měsících – Frequency of occurrence of sums of precipitation above 30 mm in different periods and months evaluated

Měsíc ¹	1931–1960	1961–1990	1931–1990
5.	0,10	0,10	0,10
6.	0,27	0,17	0,22
7.	0,14	0,30	0,22
8.	0,23	0,27	0,25
9.	0,17	0,07	0,12
Celkem ²	0,91	0,91	0,91

For 1–2 see Tab. I

IV. Základní charakteristiky výskytu erozně nebezpečných dešťů pro stanici Velké Meziříčí v období 1931 až 1960 – Basic characteristics of occurrence of erosion-endangering rains for the station Velké Meziříčí over the years 1931 to 1960

Průměrné hodnoty ¹	Měsíc ²				
	5	6	7	8	9
Úhrn deště ³ (mm)	26,1	30,3	21,7	23,1	26,1
Faktor R jednoho deště ⁴	7,5	21,2	5,1	6,8	7,8
I_{30} (cm.h ⁻¹)	3,1	3,9	3,1	3,3	3,1
I_{max} (cm.h ⁻¹)	6,6	5,6	5,3	4,6	5,7

¹ average values, ² month, ³ sum of precipitation, ⁴ R factor of one rain

V. Základní charakteristiky výskytu erozně nebezpečných dešťů pro stanici Velké Meziříčí v období 1961 až 1990 – Basic characteristics of occurrence of erosion-endangering rains for the station Velké Meziříčí over the years 1961 to 1990

Průměrné hodnoty ¹	Měsíc ²				
	5	6	7	8	9
Úhrn deště ³ (mm)	22,7	26,5	30,6	37,1	29,5
Faktor R jednoho deště ⁴	4,5	9,7	20,1	15,1	9,6
I_{30} (cm.h ⁻¹)	2,7	3,3	4,4	3,7	3,4
I_{max} (cm.h ⁻¹)	4,9	6,4	8,3	7,2	5,1

For 1–4 see Tab. IV

VI. Základní charakteristiky výskytu erozně nebezpečných dešťů pro stanici Velké Meziříčí v období 1931 až 1990 – Basic characteristics of occurrence of erosion-endangering rains for the station Velké Meziříčí over the years 1931 to 1990

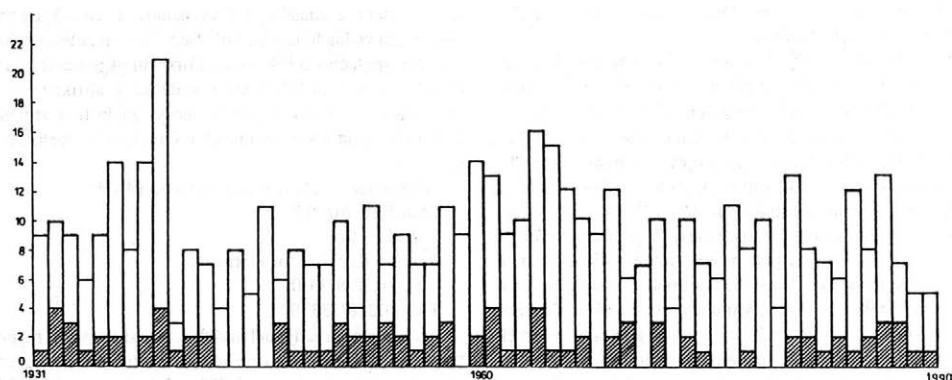
Průměrné hodnoty ¹	Měsíc ²				
	5	6	7	8	9
Úhrn deště ³ (mm)	24,4	28,5	26,2	29,4	27,5
Faktor <i>R</i> jednoho deště ⁴	6,0	15,8	12,6	10,5	8,5
<i>I</i> ₃₀ (cm.h ⁻¹)	2,9	3,6	3,7	3,5	3,2
<i>I</i> _{max} (cm.h ⁻¹)	5,8	6,0	6,8	5,8	5,4

For 1–4 see Tab. IV

VII. Počet erozně nebezpečných dešťů v jednotlivých měsících (stanice Velké Meziříčí) – Number of erosion-endangering rains in different months (station Velké Meziříčí)

Měsíc ¹	1931–1960	1961–1990	1931–1990
5.	5	5	10
6.	14	9	23
7.	23	15	28
8.	11	10	21
9.	7	5	12
Celkem ²	50	44	94

For 1–2 see Tab. I



1. Četnost výskytu denních srážkových úhrnů nad 10 mm a výskyt erozně nebezpečných dešťů v období 1931 až 1990 (stanice Velké Meziříčí) – Frequency of occurrence of daily sums of precipitation above 10 mm and occurrence of erosion-endangering rains over the period 1931 to 1990 (station Velké Meziříčí)

□ denní srážkový úhrn nad 10 mm – daily sum of precipitation above 10 mm
 ▨ erozně nebezpečný déšť – erosion-endangering rain

Podobné rozdělení četností vykazují i denní srážkové úhrny nad 20 mm. Četnost výskytu denních úhrnů srážek nad 30 mm v období 1931 až 1990 dosáhla maxima v srpnu a minima v květnu. Přestože výsledky ukazují na nižší celkovou četnost výskytu denních srážkových úhrnů nad 20 mm v období 1961 až 1990, jejich vliv na erozi půdy bude vyšší vzhledem k tomu, že maximum četnosti výskytu je v květnu a červnu, kdy je půda rostlinným krytem chráněna méně.

Průměrná četnost výskytu erozně nebezpečných dešťů v období 1931 až 1990 je 1,57, průměrná roční hodnota faktoru *R* je 18,3. Největší výskyt erozně nebezpečných dešťů byl v červenci. Průměrná hodnota faktoru *R* jednoho deště v období 1931 až 1960 je 9,9 a v období 1961 až 1990 dosahovala hodnota *R* faktoru 13,7. Také maximální intenzity dešťů byly v období 1961 až 1990 vyšší než v období 1931 až 1960.

Dosažené výsledky, které nelze pochopitelně zobecnit, ukazují, že vyšší denní srážkové úhrny nemusí vždy mít charakter erozně nebezpečných dešťů. Objektivní zhodnocení erozní účinnosti vyšších denních srážkových úhrnů bude však v budoucnu vyžadovat vyhodnocení srážkové činnosti u většího počtu meteorologických stanic.

LITERATURA

- JANEČEK, M. et al.: Ochrana půdy před erozí. Met. Zavád. Výsl. Výzk. Praxe, 1992 (5): 108.
 TOMAN, F.: Výskyt erozně nebezpečných dešťů v oblasti jižní Moravy. Úroda, 40, 1992 (12): 531–532.
 WISCHMEIER, W. H. – SMITH, D. D.: Predicting rainfall erosion losses. Maryland, SEA USDA Hyatsville 1978. 58 s.

Došlo 19. 2. 1996

Kontaktní adresa:

Ing. František Toman, CSc., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, tel.: 05/45 13 30 88, fax: 05/45 21 11 28

Informace o kolokviu pořádaném Nadací Alexandra von Humboldta v Praze

Ve dnech 13. a 14. května 1996 se konalo v Institutu postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví v Praze Kolokvium Nadace Alexandra von Humboldta pro bývalé hostující vědecké pracovníky z Československé republiky ve Spolkové republice Německo a stipendisty-vědecké pracovníky Nadace Feodora-Lynena v České republice. Kolokvia se zúčastnilo celkem 191 bývalých stipendistů a čelní zástupci Humboldtovy nadace, tj. její prezident prof. Reimar Lüst, generální sekretář Dr. Manfred Osten a zastupující generální sekretář Dr. Dietrich Papenfuss.

Kolokvium zahájil 13. 5. v odpoledních hodinách generální sekretář Dr. Manfred Osten a uvítací projevy přednesli prof. Dr. Ladislav Pelech, prezident Humboldtova klubu v České republice a zástupce velvyslance Spolkové republiky v České republice. Slavnostní projevy přednesli prof. Dr. Reimar Lüst na téma „Základní výzkum a společnost“ a prof. Dr. Jiří Kejř na téma „Kostnický koncil a Čechy“. Ve večerních hodinách byli účastníci hosty party, která byla pořádána velvyslancem SRN v ČR panem Dr. Antonem Rosbachem v Lobkovickém paláci. Další den proběhly v šesti sekcích odborné semináře na téma „Minulá a současná spolupráce českých a německých vědců jako významný integrační prvek dnešní a budoucí Evropy“. Jednalo se o tyto sekce: humanitní vědy, medicína/veterinární medicína, biologické vědy, chemie/farmacie, fyzika/matematika, vědy geologické/inženýrské. Úvodní přednášky, které přednesli přední němečtí vědečtí pracovníci, byly doplněny krátkými referáty bývalých stipendistů Humboldtovy nadace. V odpoledních hodinách proběhla diskuse o vědecké spolupráci mezi Českou republikou a Spolkovou republikou Německo se zřetelem na možnosti kontaktních programů Humboldtovy nadace a Goethe-Institutu. Ve večerních hodinách proběhla party na rozloučenou.

Význam kolokvia je nutné spatřovat v kladném hodnocení okolností, že se Humboldtova nadace ve složitém období totality v letech 1964 až 1989 zasloužila o vědecký růst mnoha českých vědeckých pracovníků v nerozmanitějších vědních oborech, kteří na špičkových vědeckých pracovištích v SRN pobývali po dobu tří měsíců až dvou let. Od roku 1990 je možná daleko svobodnější výměna vědeckých styků mezi SRN a ČR. Ze strany bývalých stipendistů zaznělo velmi často kladné hodnocení a poděkování Humboldtově nadaci a SRN za umožnění vědeckých pobytů v SRN za velmi výhodných finančních podmínek, aniž by za poskytnutí stipendia byla požadována jakákoliv protislužba. Mnohým stipendistům pobyt v SRN umožnil vstup do mezinárodního vědeckého dění a mezinárodní vědecké kontakty. S politováním bylo konstatováno, že zejména v posledním období dochází ke snížení zájmu vědeckých pracovníků z České republiky o stipendijní pobyty, které jsou poskytovány Nadací Alexandra von Humboldta.

Chtěl bych proto zájemce o Humboldtovo stipendium seznámit s možnostmi udělení stipendia a s postupem, jak je získat. Humboldtova nadace poskytuje ročně 500 vědeckých stipendií pro dlouhodobý vědecký pobyt (6 až 12 měsíců) v SRN vysoce kvalifikovaným zahraničním vědeckým pracovníkům, kteří mají minimálně hodnotu kandidáta věd či již novější titul Dr. a kteří nepřekročili věk 40 roků. Výběr uchazečů o Humboldtovo stipendium provádí Ústřední výběrová komise, která se skládá ze 100 významných německých pracovníků všech vědních oborů za předsednictví prezidenta Německé vědecké společnosti (Deutsche Forschungsgemeinschaft). Jediným výběrovým kritériem je vědecká kvalifikace. Neexistují kvóty pro země či vědní obory. Žádosti o stipendium mohou být podány u Humboldtovy nadace kdykoliv. Adresa nadace je:

Alexander von Humboldt-Stiftung (AvH)
Jean-Paul-Str. 12
D-53173 Bonn
Federal Republic of Germany
Tel.: 0228/8 33-0
Fax: 0228/833199

Nadace doporučuje uchazečům, aby si vyzvedli nejnovější formuláře žádosti. Musí počítat také s tím, že posouzení žádosti trvá několik měsíců. Výběrová komise se schází třikrát ročně, a to zpravidla v březnu, červenci a listopadu. Žádosti s požadovanými doklady by měly být doručeny sekretariátu nejpozději pět měsíců před těmito termíny.

Pro přírodovědce a vědce technických disciplín, jakož i lékaře či veterináře není nezbytná znalost němčiny, postačuje dobrá znalost angličtiny. Od vědeckých pracovníků humanitních věd jsou však požadovány dobré znalosti němčiny. Humboldtova nadace financuje kursy němčiny jak pro stipendisty, tak i pro jejich manželky či manžele v SRN.

Výše stipendia závisí na věku a vědecké kvalifikaci a pohybuje se od 3 200 do 4 000 DM měsíčně (bez dalších srážek na daně). Kromě toho hradí nadace i cestovné, pokud není hrazeno mateřským pracovištěm či mateřskou zemí, příplatky pro rodinu, příplatky pro účast na konferencích apod. Stipendium se poskytuje nejméně pro období šesti a maximálně dvanácti měsíců. Ve zvláštních případech je možné studijní pobyt prodloužit. Během stipendijního pobytu může být část pobytu uskutečněna i na jiném vědeckém pracovišti v jiné evropské zemi, pokud to charakter vědecké práce vyžaduje.

Rozdělení stipendistů podle odbornosti se mění rok od roku. Z celkového počtu 13 830 stipendistů, kteří přišli v letech 1953 až 1994 do Německa, bylo 62 % přírodovědců, 28 % odborníků humanitního zaměření a 10 % technických vědeckých pracovníků.

Stipendisté si mohou svobodně vybrat vědecké pracoviště, na kterém chtějí působit. Je proto nutné se nejdříve s vědeckým pracovištěm dohodnout na spolupráci a vědeckém projektu a teprve potom se ucházet o stipendium.

Prof. Ing. Václav Jakubec, DrSc.

Česká zemědělská univerzita, katedra genetiky a obecné zootechniky, Kamýcká 129, 165 21 Praha 6-Suchbát

VLIV POROSTU VOJTĚŠKY NA POVRCHOVÝ ODTOK A VODNÍ EROZI

THE EFFECT OF ALFALFA STAND ON SURFACE RUNOFF AND WATER EROSION

B. Braun, K. Kasprzak, I. Kolář

Research Institute for Cattle Breeding, Rapotín, Czech Republic

ABSTRACT: Effect of alfalfa stand on runoff and erosion manifestations mentioned on sloping locations was studied in a system of six elementary model basins. Inclination (slope gradient) of individual pairs of basins amounted to 3, 8 and 12%. Rainfall surface runoff and erosion soil washing were classified in Tab. II and characterized mathematically as functional dependence of growth height (three variants: a – stubble, b – 4 to 25 cm, c – 26 to 60 cm) and rain intensity (F_D) calculated from data mentioned in Tab. I. Functional dependence of runoff coefficient (ϕ) on rain intensity can be expressed as follows: a) $\phi = 0.10 F_D - 0.06$; b) $\phi = 0.07 F_D - 0.08$; c) $\phi = 0.05 F_D - 0.08$; calculated values related to erosion soil washing (m_e) are expressed analogically: a) $m_e = 11.67 (F_D - 1)$; b) $m_e = 1.33 (F_D - 1)$; c) $m_e = 0.56 (F_D - 1)$. Results of the study demonstrated significant positive hydrological role of alfalfa. Erosion washing on grown alfalfa locations was as much as 250 times smaller and on alfalfa stubbles as much as 27 times smaller as compared to unsown locations.

alfalfa; water surface runoff; erosion soil washing; functional dependences

ABSTRAKT: Výzkum provedený na soustavě šesti elementárních modelových povodí byl zaměřen na sledování vlivu porostu vojtěšky na odtokové a erozní jevy na svažitých pozemcích v porovnání s neosetou půdou. Sklon jednotlivých dvojic povodí činil 3, 8 a 12 %. Povrchový odtok z deště a erozní smyv půdy byly vyhodnoceny a matematicky charakterizovány funkční závislostí ze tří variant výšky porostu (a – strniště, b – výška 4 až 25 cm, c – výška 26 až 60 cm) v závislosti na síle deště (F_D). Funkční závislost součinitele odtoku (ϕ) na síle deště je pro a) $\phi = 0,10 F_D - 0,06$; pro b) $\phi = 0,07 F_D - 0,08$; pro c) $\phi = 0,05 F_D - 0,08$; vypočtené závislosti pro erozní smyv půdy (m_e) jsou obdobně vyjádřeny hodnotami pro a) $m_e = 11,67 (F_D - 1)$; pro b) $m_e = 1,33 (F_D - 1)$; pro c) $m_e = 0,56 (F_D - 1)$. Vojtěška se projevila jako významný pozitivní hydrologický faktor. Erozní smyvy na půdě se vzrostlou vojtěškou byly až 250krát menší a na strništi vojtěšky až 27krát menší ve srovnání s neosetou půdou.

vojtěška; povrchový odtok vody; erozní smyv půdy; funkční závislosti

ÚVOD

Povrchový odtok z atmosférických srážek je v kulturní krajině považován za jev škodlivý. Jeho nepříznivé působení spočívá v poškozování půdy erozí s doprovodnými negativními jevy. Proto z hlediska optimálního vodního a vláhového režimu krajiny jsou považovány za prospěšné jen takové zemědělsko-výrobní systémy, jejichž agrotechnika nebo pratotechnika vytváří zároveň i podmínky pro trvalé zabezpečení vysokého stupně propustnosti půdy, a tím i eliminaci srážkových povrchových odtoků a doprovodných škodlivých jevů.

Zvýšená frekvence zájmu o hydrologické jevy byla v oblasti zemědělského výzkumu vyvolána mimo jiné zveřejněním výsledků, ke kterým dospěl Janeček (1994) a v nichž hodnotil stupeň erozního ohrožení 11 592 katastrů v ČR, z nichž 25,46 % bylo označeno jako extrémně a 32,23 % jako silně ohrožených. Ome-

zit vodní a větrnou erozi vlivem zemědělské činnosti na únosnou míru prostřednictvím agrotechnických protierozních opatření doporučuje např. Bohuslávka (1994) několika způsoby. Patří mezi ně orba otočnými pluhý po vrstevnici, částečné zapracování rostlinných zbytků na strništích, protierozní pěstování kukuřice po vymrzajících meziplovinách nebo pěstování kukuřice při tradičním zpracování půdy s ochranou podplodiny.

Významným prvkem pro ochranu půdy před erozivním působením deště je zakládání trvalých porostů. Zásadní význam mají pro ochranu svažitých pozemků travní porosty (Kasprzak et al., 1980). Protierozní a významný ekologický vliv i při dočasném zatrávnění dokumentují výsledky lyzimetrických měření průsaku vody a živin Buchgraber et al. (1993). Pěstováním trvalých travních porostů se zabývají syntetické práce našich autorů (Velich, 1986; Halva, Hrabě, 1987; Římovský et al., 1988), v nichž je zdůrazněna především významná retenční schopnost travních

porostů vůči průsaku živin, a to i při aplikaci vysokých dávek N, P, K, Ca, což lze hodnotit z ekologického hlediska pozitivně. Obdobnou problematikou při hnojení kejdou se zabývali Šálek, Basanžav (1986) a Šálek (1988), z jejichž prací vyplývá, že pokud se zamezí jejímu povrchovému odtoku z pozemku, lze dosáhnout plynulé filtrace kejdou ředěné v poměru 1 : 6 až 1 : 9. V tomto případě byl zjištěn vysoký čistící účinek všech půdních druhů a dobré poutání živin rostlinami.

MATERIÁL A METODA

Předmětem studie byly zákonitosti vzniku a intenzity srážkoodtokových a erozních jevů na hlinité půdě svažitých pozemků s porostem vojtěšky. Cílem studie bylo objasnit, do jaké míry vojtěška a její stanoviště vytvářejí podmínky pro povrchový odtok vody z deště a v jaké míře je vojtěška schopná chránit půdu před vodní erozí.

Výzkum se uskutečnil na soustavě elementárních modelových povodí, založené v katastru obce Kníničky u Brna. Výzkumný objekt se skládá ze šesti obdélníkových ploch o rozměrech 5 x 4 m, uspořádaných do tří dvojic, evidovaných pod označením písmeny A, B, C, lišících se vzájemně sklonem povrchu ($I_A = 8\%$, $I_B = 3\%$, $I_C = 12\%$). Sběrné plochy jsou vybavené zařízením pro měření objemu povrchového odtoku a erozního smyvu půdy. Součástí soustavy je meteorologická stanice.

Experimentální plochy byly na podzim roku 1993 osety vojtěškou. Každoročně se uskutečnily čtyři seče vojtěšky o výšce 50 až 60 cm. Měřena byla výška porostu, jeho pokryvnost, množství a časový průběh dešťových srážek, objem přímého odtoku a hmotnost suši-

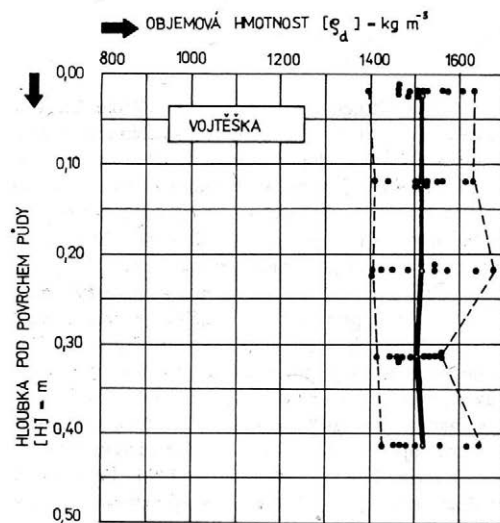
ny erozního smyvu půdy. Byl sledován vlhkostní stav půdy a stupeň jejího zhutnění. Na vybraných pozemcích katastru byla měřena objemová hmotnost půdy (jako ukazatel zhutnění) a infiltrační schopnost půdy (jako ukazatel propustnosti).

VÝSLEDKY A DISKUSE

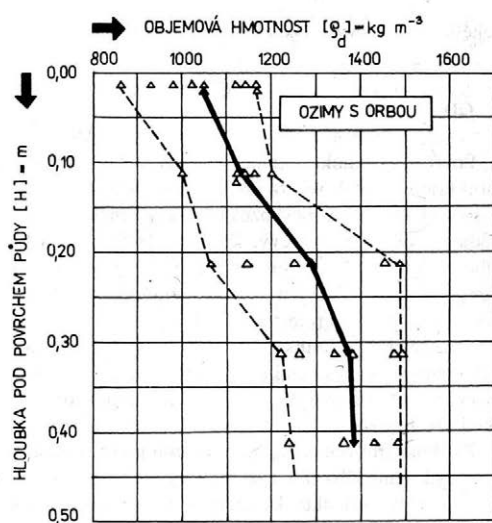
Schopnost půdy přijímat srážkovou vodu, resp. vytvářet povrchový odtok závisí mimo jiné na stupni jejího zhutnění. Fyzikálním ukazatelem zhutnění může být objemová hmotnost zeminy. Na obr. 1a je graficky znázorněn průběh objemové hmotnosti půdy stanoviště vojtěšky v závislosti na hloubce pod povrchem půdy, pro srovnání je na obr. 1b uvedena tatáž závislost pro stanoviště ozimých obilnin. Průzkum byl uskutečněn vždy na přelomu října a listopadu před nástupem mrazů. Na obrázcích vyjadřuje plná čára průběh středních hodnot objemové hmotnosti, čárkované čáry průběh krajních hodnot.

Stupeň zhutnění půdy ovlivňuje její infiltrační schopnost. Pomocí automatického infiltrometru vyvinutého na VUT v Brně byla vždy začátkem léta uskutečněna řada měření infiltrační schopnosti stanoviště vojtěšky a pro srovnání i stanoviště ozimých obilnin. Grafické zpracování výsledků měření je uvedeno na obr. 2.

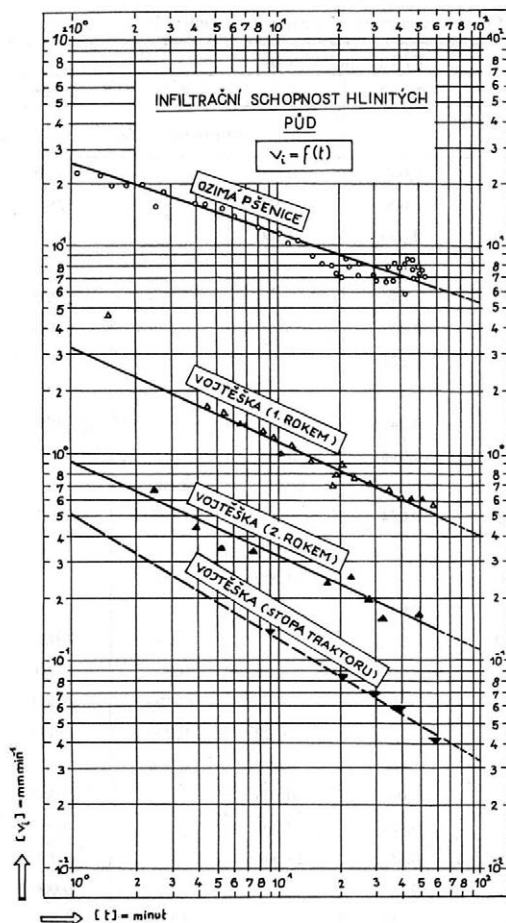
Přehled měření srážkových, odtokových a erozních jevů, které se vyskytly na soustavě elementárních modelových povodí, včetně výsledků jejich zpracování uvádí tab. I a II. Tab. I dokumentuje výskyt a charakteristiky tzv. efektivních neboli odtokotvorných dešťů, za které byly považovány deště nebo jejich část o intenzitě větší než $0,1 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$.



1a. Objemová hmotnost stanoviště vojtěšky (podzim) – Bulk density of alfalfa locations (autumn)



1b. Objemová hmotnost stanoviště ozimých obilnin (podzim) – Bulk density of winter cereals locations (autumn)



2. Infiltrační schopnost stanovišť vojtěšky a ozimé pšenice (v_i – rychlost infiltrace, t – čas) – Infiltration capacity of alfalfa and winter wheat locations (v_i – velocity of infiltration, t – time)

V tab. II jsou uvedeny přehledy hodnot odtokotvorné, resp. erodotvorné charakteristiky měřených příčiných dešťů a jim příslušné hodnoty součinitelů odtoku a měrného smyvu půdy. Pro určení míry odtokotvornosti deště, byl zvolen vztah:

$$F_D = i_s \cdot \sqrt{t_D}$$

kde: F_D – síla deště
 i_s – intenzita deště ($\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$)
 t_D – doba trvání deště (min)

Síla deště kolísá ve střední Evropě v rozmezí hodnot 1 až 12. V tropických krajinách a oblasti monzunů může síla deště přestoupit i hodnotu 30. U maximálních intenzit, které se vyskytnou v ČR, se pohybuje síla deště od 9,9 do 11,6. Na výzkumném objektu byl v období let 1994 a 1995 nejsilnější déšť zaznamenán dne 8. 8. 1994 a měl sílu 5,50.

Hodnoty součinitelů odtoku a měrného půdního smyvu uvedené v tab. II jsou hodnoty průměrné, vypočtené jako aritmetický průměr z hodnot naměřených

I. Hlavní charakteristiky efektivních dešťů v letech 1994 a 1995 (Kníničky) – Main characteristics of efficient rains in the years 1994 and 1995 (Kníničky)

Měření ¹	Datum výskytu ²	Úhrn ³ (mm)	Trvání ⁴ (min)	Intenzita ⁵ ($\text{mm} \cdot \text{min}^{-1}$)
1	13. 5. 1994	6,0	21,0	0,286
2	25. 5.	3,5	12,0	0,292
3	26. 5.	7,5	46,5	0,161
4	17. 7.	8,0	34,5	0,232
5	18. 7.	8,5	21,0	0,405
6	19. 7.	8,4	52,0	0,161
7	3. 8.	20,1	19,5	1,031
8	7. 8.	16,8	30,0	0,560
9	8. 8.	28,0	26,0	1,080
10	11. 8.	5,0	7,5	0,667
11	25. 8.	28,4	60,0	0,473
12	1. 9.	13,5	12,3	1,100
13	27. 9.	11,5	12,0	0,958
14	7. 10.	5,0	51,0	0,100
15	27. 5. 1995	27,7	63,4	0,453
16	31. 5.	11,2	50,0	0,224
17	1. 6.	2,6	26,0	0,100
18	5. 6.	9,5	70,0	0,135
19	7. 6.	6,5	45,0	0,144
20	8. 6.	6,1	54,0	0,113
21	9. 6.	8,0	80,0	0,100
22	14. 6.	8,2	60,7	0,135
23	15. 6.	15,0	35,0	0,429
24	21. 6.	11,8	56,0	0,211
25	4. 7.	11,2	19,5	0,574
26	28. 8.	3,5	10,0	0,350
27	31. 8.	5,2	57,0	0,100
28	14. 9.	17,4	123,0	0,142

¹measurements, ²date of occurrence, ³sum, ⁴duration, ⁵intensity

na všech šesti odtokových plochách se sklonem povrchu 3, 8 a 12 %. Odpovídají tedy průměrnému sklonu stanovišť vojtěšky 7,66 %.

Součinitel odtoku je definován jako objemový:

$$\varphi = \frac{V_O}{V_D}$$

kde: φ – objemový součinitel odtoku ($\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$)
 V_O – objem povrchově odtékající vody z deště (m^3)
 V_D – objem přítoku vody z deště (m^3)

Hodnoty odtoku a smyvu jsou roztrženy do tří kategorií podle stadia růstu, tj. výšky vojtěšky: 0 až 3 cm (strniště), 4 až 25 cm (obrostlé strniště), 26 až 60 cm (vzrostlý porost). Grafické znázornění závislosti hodnot na síle deště je uvedeno na obr. 3 a 4. Rozptyl naměřených hodnot je způsoben různou vlhkostí půdy před výskytem příčinného deště, různou hodnotou intercepce a pokryvnosti v rámci jedné výškové katego-

Měření ³	Dešť ¹		Výška vojtešky ² (cm)					
	datum výskytu deště ⁴	síla deště ⁵	0–3	4–25	26–60	0–3	4–25	26–60
			součinitel odtoku ⁶ (m ³ .m ⁻³)			měrný smyv půdy ⁷		
1	13. 5. 1994	1,310	0,041	–	0,000	0,550	–	0,000
2	25. 5.	1,012	0,015	–	0,000	0,250	–	0,000
3	26. 5.	1,100	0,010	–	0,000	0,300	–	0,000
4	17. 7.	1,363	–	0,013	–	–	0,000	–
5	18. 7.	1,860	–	0,020	0,047	–	0,000	0,000
6	19. 7.	1,161	–	0,005	0,007	–	0,000	0,000
7	3. 8.	4,530	–	–	0,221	–	–	1,252
8	7. 8.	3,067	–	–	0,360	–	–	1,100
9	8. 8.	5,500	–	–	0,247	–	–	3,910
10	11. 8.	0,960	0,680	–	0,018	0,810	–	0,000
11	25. 8.	3,660	0,312	0,182	–	29,957	0,100	–
12	1. 9.	3,860	–	0,138	0,084	–	1,580	0,561
13	27. 9.	4,280	0,269	0,211	–	21,900	6,510	–
14	7. 10.	0,741	0,017	0,000	–	0,000	0,000	–
15	27. 5. 1995	3,320	0,182	–	0,046	54,740	–	0,250
16	31. 5.	1,580	–	0,290	0,011	–	1,083	0,020
17	1. 6.	0,510	–	0,001	0,000	–	0,000	0,000
18	5. 6.	1,130	–	0,007	0,008	–	0,000	0,000
19	7. 6.	0,966	0,032	0,007	–	0,420	0,000	0,000
20	9. 6.	0,830	0,043	0,004	–	0,410	0,000	–
21	9. 6.	0,894	0,045	–	0,003	0,103	–	0,000
22	14. 6.	1,052	0,010	–	0,001	0,000	–	0,000
23	15. 6.	2,538	0,417	–	0,080	18,340	–	0,950
24	21. 6.	1,579	–	0,042	0,017	–	0,000	0,000
25	4. 7.	2,540	–	0,096	0,083	–	1,870	0,092
26	28. 8.	1,106	0,059	–	0,006	0,000	–	0,000
27	31. 8.	0,697	–	0,044	0,008	–	0,000	0,000
28	14. 9.	1,580	–	–	0,007	–	–	0,000

¹rain, ²height of alfalfa, ³measurement, ⁴date of rain occurrence, ⁵rain intensity, ⁶runoff coefficient, ⁷specific soil washing

rie a klesající tendenci propustnosti půdy v průběhu vegetačního období. Prezentované výsledky výzkumu dovolují vyvodit tyto závěry:

Vojtěška a její stanoviště významně ovlivňují tvorbu a průběh srážkoodtokových a erozních jevů. Stanoviště vojtešky vytváří vhodné podmínky pro tvorbu povrchového odtoku srážkových vod. V porovnání s ostatními stanovišti zemědělských plodin je půda stanoviště vojtešky v důsledku uplatňování odlišné agrotechniky (absence orby, časté sklizně v roce i za nepříznivého počasí aj.) zhuťnější, a tím i méně propustnější pro srážkovou vodu. Tuto skutečnost dokumentují obr. 1 a 2.

Střední objemová hmotnost orniční vrstvy hlinitých půd s ozimy činí 1 200 kg.m⁻³, kdežto půd s vojteškou 1 510 kg.m⁻³.

Řádově nižší propustnost stanovišť vojtešky dokumentují výsledky infiltračních měření na stanovištích ozimé pšenice a vojtešky (obr. 2). Vztah infiltrační

rychlosti (v_i) = mm.min⁻¹ jako funkce času (t) = min vyjadřují pro příslušná stanoviště tyto rovnice:

a) ozimá pšenice

$$v_i = 25,5 t^{-0,333}$$

b) vojteška v prvním produkčním roce

$$v_i = 3,20 t^{-0,460}$$

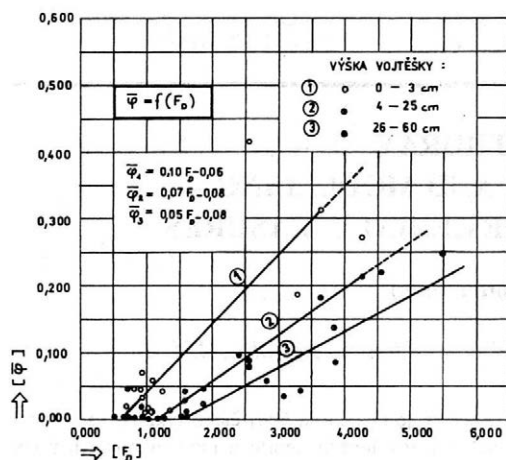
c) vojteška ve druhém produkčním roce

$$v_i = 0,93 t^{-0,460}$$

Podíl povrchového odtoku z deště závisí na síle deště F_D a růstovém stadiu (výšce) vojtešky. Vztahy ilustruje graf na obr. 3, z něhož také plynou tyto matematicky vyjádřené funkční závislosti:

a) strniště (výška vojtešky 1 až 3 cm)

$$\phi(1) = 0,10 F_D - 0,06$$



3. Závislost podílu povrchového odtoku z deště φ na jeho síle F_D a růstovém stadiu vojtěšky – Dependence of share of surface runoff from rain φ on its intensity F_D and alfalfa growth stage

b) obrostlé strniště (výška vojtěšky 4 až 25 cm)

$$\varphi(2) = 0,07 F_D - 0,08$$

c) vzrostlá vojtěška (výška 26 až 60 cm)

$$\varphi(3) = 0,05 F_D - 0,08$$

Vzrostlý porost vojtěšky dokonale chrání půdu před dešťovou erozí. Měrný erozní smyv půdy m_e závisí na síle deště F_D a růstovém stadiu vojtěšky. Vztahy ilustruje graf na obr. 4, z něhož jsou odvozeny tyto funkční závislosti:

a) strniště (výška vojtěšky 1 až 3 cm)

$$m_{e(1)} = 11,67 (F_D - 1)$$

b) obrostlé strniště (výška vojtěšky 4 až 25 cm)

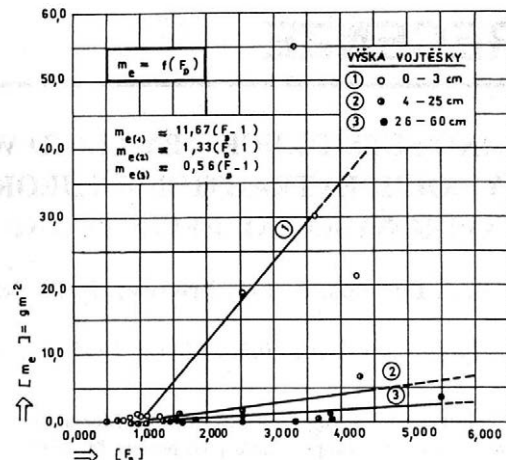
$$m_{e(2)} = 1,33 (F_D - 1)$$

c) vzrostlý porost (výška vojtěšky 26 až 60 cm)

$$m_{e(3)} = 0,56 (F_D - 1)$$

LITERATURA

- BOHUSLÁVEK, J.: Některé možnosti ochrany půdy před erozí. Úroda, 1994 (9): 42–43.
- BUCHGRABER, K. et al.: BAL-Bericht Praktische Ergebnisse aus der Arbeit mit Lysimeter. Gumpenstein, 1993.
- HALVA, E. – HRABĚ, F.: Vliv dlouhodobé aplikace N + PK a obnovy na dynamiku tvorby produkce lučního společenstva. Acta Univ. Agric. (Brno), 35, 1987: 53–65.



4. Závislost erozního měrného smyvu půdy m_e na síle deště F_D a růstovém stadiu vojtěšky – Dependence of erosion specific soil washing m_e on rain intensity F_D and alfalfa growth stage

Vysvětlivky k obr. 1 až 4 – Explanations to Figs 1 to 4:

osa x: objemová hmotnost – x axis: bulk density

osa y: hloubka pod povrchem půdy – y axis: depth under soil surface vojtěška – alfalfa

ozimý s orbou – winter cereals with tillage

infiltrační schopnost hlinitých půd – infiltration capacity of loam soils

ozimá pšenice – winter wheat

vojtěška (1. rokem) – alfalfa (1st year)

vojtěška (2. rokem) – alfalfa (2nd year)

vojtěška (stopa traktoru) – alfalfa (track of tractor)

výška vojtěšky – height of alfalfa

JANEČEK, M.: Lokalizace útlumu zemědělské výroby při zvýšení ochrany před erozí. Úroda, 1994 (9): 8–10.

KASPRZAK, K. et al.: Protierozní účinnost kořenového systému druhu a odrůd čeledi *Poaceae*. Acta Univ. Agric. (Brno), Fac. Agric., 27, 1980 (3–4): 223–238.

ŘÍMOVSKÝ, K. – LESÁK, J. – VÍTEK, L. – HRABĚ, F.: Současný stav a význam travních porostů na Českomoravské vrchovině. In: Nové poznatky z obnovy lučních a pastevních porostů. Brno, 1988: 1–13.

ŠÁLEK, J.: The influence of irrigation with cattle dung water on the quality of surface waters. Knižnice odborných a vědeckých spisů VUT, Brno, sv. B-120, 1988: 239–249.

ŠÁLEK, J. – BASANŽAV, C.: Výzkum vlivu hovězí kejdy na fyzikální vlastnosti a čistící účinek orniční vrstvy půdy. Knižnice odborných a vědeckých spisů VUT, Brno, sv. B-110, 1986: 213–225.

VELICH, J.: Studium vývoje produkčních schopností travních lučních porostů. [Závěrečná zpráva.] Praha, VŠZ 1986.

Došlo 5. 2. 1996

Kontaktní adresa:

Ing. Bohumil Braun, CSc., Výzkumný ústav pro chov skotu, s. s. r. o., Rapotín, 788 13 Vikýřovice, Česká republika, tel.: 0649/21 41 01, fax: 0649/21 57 02

LAND SUBSIDENCE – BY FLUID WITHDRAWAL – BY SOLID EXTRACTION – THEORY AND MODELLING – ENVIRONMENTAL EFFECTS AND REMEDIAL MEASURES

F. B. J. Barends, F. J. J. Brouwer, F. H. Schroder (eds)

Wallingford, Velká Británie, IAHS 1995, č. 234, 499 s., 41 tab., 309 obr., 451 lit.

Publikaci sponzoruje UNESCO v rámci Mezinárodního hydrologického programu jako projekt M.3.5.(C) *Hodnocení podzemní vody a dopadů na prostředí vedoucí ke zdokonalení*.

5. Mezinárodní sympozium o poklesu půdy v Haagu (Nizozemsko), konané ve dnech 16. až 20. října 1995, se uskutečnilo pod záštitou Mezinárodní hydrologické společnosti a UNESCO jako součást Mezinárodního hydrologického programu a činnosti Nizozemské geodetické komise.

Na poklesy půdy mají vliv nejen přirozené přírodní procesy, ale zejména lidská činnost, jako je čerpání podzemní vody, těžba hornin a minerálů, těžba uhlí, ropy, zemního plynu a další. Urychlení poklesů půdy nastalo po druhé světové válce. Nejčastěji jsou poklesy pozorovány na pobřeží moře a v zalidněných oblastech pak v místech, kde jsou území zatěžována soustavou hrází, přehrad, čerpacích stanic, ropnými nádržemi a podobnými technickými díly. Největší pokles působí čerpání tekutin a plynu. Následky jsou zjišťovány opožděně, až ve studních nebo vrtech voda klesne nebo vůbec zmizí. Hlavním cílem tohoto sympozia bylo dát dohromady široký tým odborníků, kteří by poklesy půdy studovali, a tento tým do určité míry koordinovat. Pozornost by měla být věnována i malým změnám, ze kterých pak lze predikovat změny velké.

Sborník je členěn na čtyři části, týkající se čerpání kapalin, těžby hornin, teorie a modelů poklesů půdy a konečně ekologických důsledků a protipatření. Obsahuje 56 příspěvků, první příspěvek je úvodní, další pak pojednává o 25 letech působení IAHS/UNESCO při technologickém transferu sledování výskytu a výzkumu poklesu půdy.

Pro naše potřeby jsou zajímavé příspěvky o poklesu půdy v geotermální pánvi na severovýchodě Itálie, nespojující s mořem (G. Gottardi a kol.), o Huecké pánvi v Texasu (Ch. Heywood), o zlomech v Kalifornii – první a druhá část (E. Rouffignac), o odhadu poklesu půdy v povrchových dolech v Polsku (H. Konderla, M. Hawrysz), o uhelných dolech Collie v Austrálii (I. Misich a kol.), o modelu důlního poklesu v uhelných dolech Comanesti v Rumunsku (C. Marunteanu), o poklesu půdy v Ruhrté pánvi včetně revitalizace potoka (D. D. Genske a kol.), o problémech dálnice na Tajvanu (L. Ping-Sien a kol.), o pružných základech inženýrských zařízení (N. Miura a kol.), o praskání silnic v Kalifornii (R. J. Shlemon), o problémech roztávajícího sněhu a postupech v Japonsku (S. Yamamota) a hlavně příspěvek o situaci v Handlové na Slovensku (V. Sedláček).

Mgr. Pavel Mikula

ÚČINNOST KAPKOVÉ ZÁVLAHY A MIKROPOSTŘIKU PŘI ZÁVLAZE LETNÍHO KVĚTÁKU A JARNÍHO SALÁTU

EFFICIENCY OF DRIP IRRIGATION AND MICROSPRAYING IN IRRIGATION OF SUMMER CAULIFLOWER AND SPRING LETTUCE

L. Slavík

Research Institute for Soil and Water Conservation, Praha, Czech Republic

ABSTRACT: The effect of drip irrigation and microspraying at different regime of pre-irrigation moisture on the yields of spring lettuce and summer cauliflower has been evaluated in experiments. The date of irrigation was derived from the pattern of suction pressure of soil water measured by sensors Watermark (USA). Indication of irrigation requirement was determined for pressure 7 cb (luxury irrigation regime) and 14 cb (basic saving irrigation regime). The effect of irrigations on the crop yields was not statistically unambiguous. In application of irrigation regime with lower frequency of small water rates (at 14 cb suction pressure), greater yield efficiency was confirmed as statistically highly significant (1 kg of production per 1 m³ of supplied irrigation water) than in irrigation with great pre-irrigation moisture. Drip irrigation eliminates the possibility of contamination of above-ground parts of crops with water in regions where from hygienic reason fresh-consumed vegetables cannot be spray irrigated. Implementation of measuring sensors Watermark will enable objective decision made on supply of production efficient irrigation water according to the momentary condition in the moisture regime of soils.

irrigation of vegetables; drip irrigation; microspraying; yield efficiency of water; measuring sensors Watermark

ABSTRAKT: Při závlaze zeleniny konzumované v čerstvém stavu lze nahradit zavlažování postřikem kapkovou závlahou. Tím se vyloučí možnost kontaminace plodin nevhodnou závlahovou vodou. Byla prokázána vysoká výnosová účinnost zavlažování při nižší předzávlahové vlhkosti, měřené čidly pro sledování sacích tlaků půdní vody Watermark.

závlaha zeleniny; kapková závlaha; mikropostřik; výnosová účinnost vody; měrná čidla Watermark

ÚVOD

Potřeba závlahové vody je při pěstování zeleniny nezbytná. Náklady na pořízení a provoz závlahových staveb a cena odebírané závlahové vody jsou vysoké a významně ovlivňují rentabilitu pěstování. Proto je perspektivní zavádět progresivní, úsporné způsoby distribuce závlahové vody na pozemky a vyřešit tak racionální systém hospodaření závlahovou vodou. Úsporné závlahové systémy, zvláště kapková závlaha a mikropostřik, podstatně snižují spotřebu závlahové vody, náklady na energii i na obsluhu (provoz).

Určujícím projevem těchto závlahových systémů je, že zabezpečují požadovaný produkční i ekonomický přínos. Produkční účinnost doplňkových závlahových dávek, vyjádřená výnosovým přínosem jednotky dodané závlahové vody (kg.mm⁻¹, t.m⁻³), je objektivním, srovnatelným kritériem pro vyjádření kvalitativní úrovně plánování, řízení a provozování závlah i pro posouzení vhodnosti určitého typu závlahového zařízení. Uváděný

ukazatel byl již aplikován při vyjádření přínosů exploatace závlah polních plodin i chmele (Slavík, Kopecký, 1994; Slavík, 1995; Šimon, 1995).

Podle ustanovení ČSN 75 7143 a ze závěrů monitoringu závlahových vod ve středním Polabí, na dolním toku Vltavy (Černá, Zavadil, 1994; Zavadil, 1995) vyplývá, že závlahová voda je klasifikována jako podmíněně vhodná, což vyvolává nutnost dodržovat karanténní lhůty mezi poslední závlahou a sklizní kvěťáku, salátu, jahod a jiných druhů zeleniny, konzumovaných v čerstvém stavu. Tato lhůta činí až 21 dní, čímž je znehodnoceno pěstování těchto plodin, zavlažovaných postřikem touto vodou.

Řešení je proto ve změně způsobů distribuce závlahové vody na plochu tak, aby nedocházelo k přímé kontaminaci nadzemní biomasy plodin vodou.

Výsledky experimentů, při kterých byla zavedena dodávka vody kapkovou závlahou, prokazují vhodnost tohoto způsobu zavlažování i v českých oblastech (Slavík, 1995).

Přesným maloparcelovým pokusem, vedeným ve vegetační hale VÚMOP Praha v areálu výzkumného pracoviště Mělník-Hořín v letech 1993 až 1995 (při řešení resortního výzkumného projektu MZeČR [Slavík, 1995]), byla sledována reakce letního kvěťáku (odrůda Candy Charm) a jarního salátu (odrůda Král máje) na diferencovaný systém distribuce závlahové vody plodině.

Na ploše vegetační haly, kde vláhový režim půd je důsledně řízen pouze zavlažováním (vliv srážek je vyloučen), byly založeny čtyři varianty pokusu:

- A – kapková závlaha (typ DRIPEX), uložená v řádku plodiny, s vyšším zabezpečením půdní vláh; indikace potřeby závlahy byla zvolena při poklesu sacího tlaku půdní vody na hodnotu 7 cb;
- B – kapková závlaha dtto varianta A; indikace potřeby závlahy při poklesu sacího tlaku na hodnotu 14 cb;
- C – závlaha mikropostřikem (typ NYLON NOZZLE) se zabezpečením půdní vláh odpovídající poklesu tlaku na 7 cb;
- D – závlaha mikropostřikem (viz varianta C) při poklesu sacího tlaku na 14 cb.

Na ploše variant se kontinuálně měřilo zásobení půdy vláhou v aktivní hloubce provlažování ($h_u = 0,25$ m) čidly Watermark (Thomson, Armstrong, 1987), která určují průběh sacích tlaků vody v půdě (cb). Na každé variantě bylo osazeno šest čidel.

Závlahové množství dodávané na plochu variant bylo měřeno vodoměry. Výnos sledovaných plodin byl stanoven u kvěťáku probírkovou sklizní, u salátu jednorázovou sklizní. Výnos z plochy byl zjištěn v šesti opakováních (po 3 m²).

Pro statistické posouzení významnosti rozdílů podle variant byla posouzena průkaznost rozdílů všech sklizených jedinců z kontrolních ploch.

Půdní podmínky na experimentální ploše jsou homogenní, odpovídají vlastnostem převažujících půd v dosahu velkoplošné závlahové soustavy Vltava V (okres Mělník).

Hodnota maximální kapilární kapacity se ve sledovaném půdním profilu na experimentální ploše pohy-

buje v rozmezí 29,5 až 31,5 % obj., bod vadnutí v rozmezí 7,3 až 9,1 % obj., objemová hmotnost činí 1,22 až 1,35 g.cm⁻³.

Veškeré agrotechnické a pěstební zásahy na ploše variant byly trvale shodné. Jediným variabilním faktorem byla distribuce závlahové vody. Průběh teploty vzduchu ve vegetačním období 1993 až 1994 je vyjádřen na obr. 1.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Způsob distribuce závlahové vody na pozemky a rozdílný vláhový režim půd ovlivňují úroveň dosažených výnosů zavlažovaných plodin, což prokazují údaje v tab. I, kde jsou shrnuty výnosové reakce letního kvěťáku a jarního salátu na zavlažování.

I. Vliv zavlažování na výnos zeleniny (kg.m⁻²) – Effect of irrigation on vegetable yield (kg.m⁻²)

Varianta ¹	1993	1994	
	letní kvěťák ²	jarní salát ³	letní kvěťák
A	2,62	2,07	2,32
B	2,36	2,08	2,02
C	2,43	2,12	1,75
D	2,45	2,09	1,94

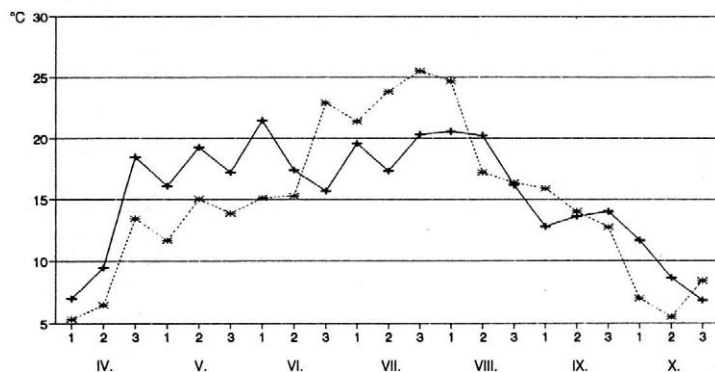
¹variant, ²summer cauliflower, ³spring lettuce

Analýzou variance byla posouzena statistická průkaznost rozdílů produkce rostlin na ploše zavlažovaných variant. Přehled je uveden v tab. II.

Diferencovaný režim plodin, indikovaný rozdílnou předzávlahovou vlhkostí, vyjádřenou průběhem sacích tlaků půdní vody, vyvolal rozdílné nároky na dodávku závlahové vody na plochy variant (tab. III).

Průběh vlhkostního stavu půdy na ploše zavlažované kapkovou závlahou při rozdílné úrovni předzávlahové vlhkosti je dokumentován na obr. 2.

Pro provozovatele závlah, resp. pěstitele zeleniny je rozhodujícím ukazatelem produkční účinnost dodané



1. Průběh teploty vzduchu v letech 1993 a 1994 – Pattern of air temperature in the years 1993 and 1994

—+— 1993

-*- 1994

osa x: dekády (arabské číslice), resp. měsíce (římské číslice) – x axis: decades (Arabic figures), months (Roman figures), respectively

II. Přehled průkaznosti rozdílů výnosů plodin – Survey of significance of differences of crop yields

Variety ¹	Květák ² (1993)		Květák (1994)		Salát ³ (1994)	
	F-test vyp. ⁴	statistická významnost ⁵	F-test vyp.	statistická významnost	F-test vyp.	statistická významnost
A x B	1,080	–	2,165	–	0,010	–
A x C	2,856	–	13,856	*	0,301	–
A x D	3,964	*	7,040	*	0,032	–
B x C	0,367	–	6,378	*	0,368	–
B x D	0,860	–	1,814	–	0,010	–
C x D	0,123	–	1,153	–	0,446	–
F-kritická hodnota ⁶	3,84		3,84		4,96	

* statisticky významný rozdíl mezi variantami ($P > 0,05$ %) – statistically significant difference between variants ($P > 0,05$ %)

¹variants, ²cauliflower, ³lettuce, ⁴F-test cal., ⁵statistical significance, ⁶critical value

III. Přehled provedených závlah – Survey of performed irrigations

Plodina ¹	Rok ⁴	Varianta ⁵							
		A		B		C		D	
		1	2	1	2	1	2	1	2
Letní květák ²	1993	33	333	27	224	27	318	25	270
Letní květák	1994	31	379	27	217	29	296	24	194
Jarní salát ³	1994	8	88	9	44	14	96	7	50

1 – počet závlahových dávek – number of water rates

2 – dodané závlahové množství (mm) – supplied quantity of irrigation (mm)

¹crop, ²summer cauliflower, ³spring lettuce, ⁴year, ⁵variant

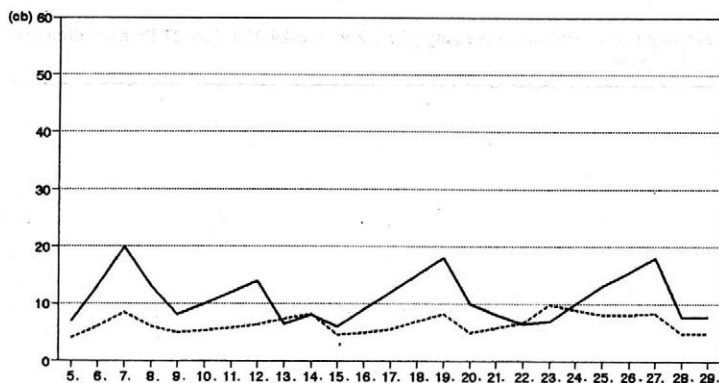
závlahové vody, vyjádřená podílem výnosu na jednotku dodané vody ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$).

Dosažené výsledky dokazují rozhodující, statisticky výsoce průkazný vliv předzávlahové vlhkosti půdy v aktivní hloubce provlažování v prostoru kořenové zóny zeleniny na produkční zhodnocení závlahové vody. Tato hodnota je vyjádřena v tab. IV.

Výsledky experimentálních prací ukazují nutnost odborného a prokázaného rozhodování o potřebě závlahové vody, v množství i v termínech, v závislosti na vývoji vnějších podmínek i při závlaze zeleniny. Varianty pokusu A, C, které reprezentují tzv. luxusní zá-

vlahový režim, při němž je udržována soustavně vysoká zásoba půdní vláhy (půdní vlhkost), vyžadují dodávání závlahové vody v malých závlahových dávkách s vysokou frekvencí.

Tento režim je v praxi převážně praktikován při závlaze zeleniny, zvláště u drobných pěstitelů. Vyžaduje velkou spotřebu vody, je tudíž nákladný, náročný na spotřebu energie i obsluhu zařízení. Jeho produkční přínosy jsou však nižší. Důsledkem je snížená rentabilita závlah a jejich provozování, omezení přirozené retenční schopnosti půdního profilu využívat přirozené srážky v mezizávlahovém období.



2. Průměrná denní vlhkost půdy (kapková závlaha květáku) – Average daily soil moisture (drip irrigation of cauliflower)

— kapková závlaha – varianta A – drip irrigation – variant A

--- kapková závlaha – varianta B – drip irrigation – variant B

5. 9. až 30. 9. 1993 měřeno čidly Watermark – 5 Sept. to 30 Sept. measured by sensors Watermark

osa x: dny – x axis: days

osa y: sací tlak – y axis: suction pressure

IV. Produkční účinnost závlahové vody podle variant zavlažování ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$) – Production efficiency of irrigation water according to the variants of irrigation ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

Varianta ¹	1993	1994	
	letní kvěťák ²	jarní salát ³	letní kvěťák
A	7,8	23,5	6,1
B	10,53	47,2	9,3
C	7,64	21,9	5,9
D	11,04	41,7	10,0

For 1–3 see Tab. I

Způsoby rozdělování vody na plochu jako kapková závlaha a mikropostřik nevykazují při srovnatelných vlhkostních režimech rozdílnou produkční účinnost. Z toho vyplývá, že v podmínkách odběru hygienicky závadné vody, kterou nelze použít k závlaze zeleniny postřikem, lze ekvivalentně zavlažovat kapkovou závlahou.

Indikace termínu závlahy měrnými čidly Watermark prokázala způsobilost jejich zavedení do provozních podmínek, do automatizovaných systémů řízení závlahových zařízení, zvláště při závlaze tržně hodnotných plodin.

ZÁVĚR

Výsledky experimentálních prací se závlahou zeleniny (jarního salátu a letního kvěťáku) prokázaly, že v regionech, kde z hygienických důvodů nelze zavlažovat zeleninu konzumovanou v čerstvém stavu postřikem, lze tento systém distribuce závlahové vody na plochu nahradit lokalizovanou, kapkovou závlahou. Při tomto způsobu zavlažování je zcela vyloučena kontaminace nadzemních částí plodin závlahovou vodou.

Kontinuální kontrolou půdní vlhkosti měrnými čidly Watermark lze operativně rozhodovat o termínu aplikace produkčně účinné závlahové dávky. Diferencovaný vlhkostní režim v aktivní hloubce provlažování, vyjád-

řený mezní hodnotou sací síly půdní vláhy, prokázal možnost volby úsporného závlahového režimu salátu a kvěťáku. V podmínkách závlahového režimu s velkou frekvencí malých závlahových dávek (při sacím tlaku 7 cb) se projevila snížená účinnost dodané závlahové vody na tvorbu tržního produktu (výnosu) než při závlaze s nižší předzávlahovou vlhkostí na úrovni sacího tlaku 14 cb.

Respektování tohoto poznatku významně sníží zejména provozní náklady na odběr závlahové vody, elektrické energie i náklady spojené s obsluhou závlahového zařízení a zajistí požadované zhodnocení dodané závlahové vody, resp. zvýší rentabilitu zavlažování.

Zavedení měrných čidel Watermark umožní objektivní rozhodování o dodávce závlahové vody v reálném čase podle skutečného vývoje vlhkostního režimu půd v aktivní kořenové zóně rostlin. Systém zakládá podmínky pro zavedení automatizovaného systému řízení závlahových zařízení.

LITERATURA

- ČERNÁ, M. – ZAVADIL, J.: Mutagenní aktivita plodin zavlažovaných vodou kontaminovanou xenobiotickými organickými látkami. *Rostl. Vyr.*, 40, 1994 (12): 1171–1176.
- SLAVÍK, L.: Transformace závlahových soustav a jejich exploatace. [Závěrečná zpráva.] Praha, VÚMOP 1995.
- SLAVÍK, L. – KOPECKÝ, J.: Vliv kapkové závlahy na výnos chmele. *Rostl. Vyr.*, 40, 1994 (12): 13–18.
- ŠIMON, J.: Spotřeba a využití závlahové vody polními plodinami na lehkých půdách středního Polabí. *Rostl. Vyr.*, 41, 1995 (6): 283–288.
- THOMSON, S. J. – ARMSTRONG, C. F.: Calibration of Watermark Model 200 soil moisture sensor. *Appl. Engng Agric.*, 3, 1987: 186–189.
- ZAVADIL, J.: Depozice xenobiotických látek závlahovou vodou. *Rostl. Vyr.*, 41, 1995 (10): 447–450.
- ČSN 75 7143. Jakost vody pro závlahy. 1991.

Došlo 23. 8. 1996

Kontaktní adresa:

Doc. Ing. Ladislav Slavík, DrSc., Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Žabovřeská 250, 156 27 Praha 5-Zbraslav, Česká republika, tel.: 02/59 12 05, fax: 02/59 12 08

POKYNY PRO AUTORY

Časopis uveřejňuje původní vědecké práce, krátká sdělení a výběrově i přehledné referáty, tzn. práce, jejichž podkladem je studium literatury a které shrnují nejnovější poznatky v dané oblasti. Práce jsou uveřejňovány v češtině, slovenštině nebo angličtině. Rukopisy musí být doplněny krátkým a rozšířeným souhrnem (včetně klíčových slov).

Autor je plně odpovědný za původnost práce a za její věcnou i formální správnost. K práci musí být přiloženo prohlášení autora o tom, že práce nebyla publikována jinde.

O uveřejnění práce rozhoduje redakční rada časopisu, a to se zřetelem k lektorským posudkům, vědeckému významu a přínosu a kvalitě práce.

Rozsah vědeckých prací nemá přesáhnout 15 stran psaných na stroji včetně tabulek, obrázků a grafů. V práci je nutné používat jednotky odpovídající soustavě měrových jednotek SI (ČSN 01 1300).

Vlastní úprava rukopisu má odpovídat státní normě ČSN 88 0220 (formát A4, 30 řádek na stránku, 60 úhůzů na řádku, mezi řádky dvojité mezery), k rukopisu je vhodné přiložit disketu s prací pořízenou na PC v některém textovém editoru, nejlépe v T602, a s grafickou dokumentací. Tabulky, grafy a fotografie se dodávají zvlášť, nepodlepují se. Na všechny přílohy musí být odkazy v textu.

Pokud autor používá v práci zkratky jakéhokoliv druhu, je nutné, aby byly alespoň jednou vysvětleny (vypsány), aby se předešlo omylům. V názvu práce a v souhrnu je vhodné zkratky nepoužívat.

Název práce (titul) nemá přesáhnout 85 úhůzů. Jsou vyloučeny podtitulky článků.

Krátký souhrn (Abstrakt) je informačním výběrem obsahu a závěru článku, nikoliv však jeho pouhým popisem. Musí vyjádřit všechno podstatné, co je obsaženo ve vědecké práci, a má obsahovat základní číselné údaje včetně statistických hodnot. Musí obsahovat klíčová slova. Nemá překročit rozsah 170 slov. Je třeba, aby byl napsán celými větami, nikoliv heslovitě. Je uveřejňován a měl by být dodán ve stejném jazyce jako vědecká práce.

Rozšířený souhrn (Abstract) je uveřejňován v angličtině, měly by v něm být v rozsahu cca 1–2 strojopisných stran kombované výsledky práce a uvedeny odkazy na tabulky a obrázky, popř. na nejdůležitější literární citace. Je vhodné jej (včetně názvu práce a klíčových slov) dodat v angličtině, popř. v češtině či slovenštině jako podklad pro překlad do angličtiny.

Úvod má obsahovat hlavní důvody, proč byla práce realizována a velmi stručnou formou má být popsán stav studované otázky.

Literární přehled má být krátký, je třeba uvádět pouze citace mající úzký vztah k problému.

Metoda se popisuje pouze tehdy, je-li původní, jinak postačuje citovat autora metody a uvádět jen případné odchylky. Ve stejné kapitole se popisuje také pokusný materiál.

Výsledky – při jejich popisu se k vyjádření kvantitativních hodnot dává přednost grafům před tabulkami. V tabulkách je třeba shrnout statistické hodnocení naměřených hodnot. Tato část by neměla obsahovat teoretické závěry ani dedukce, ale pouze faktické nálezy.

Diskuse obsahuje zhodnocení práce, diskutuje se o možných nedostacích a práce se konfrontuje s výsledky dříve publikovanými (požaduje se citovat jen ty autory, jejichž práce mají k publikované práci bližší vztah). Je přípustné spojení v jednu kapitolu spolu s výsledky.

Literatura musí odpovídat státní normě ČSN 01 0197. Citace se řadí abecedně podle jména prvních autorů. Odkazy na literaturu v textu uvádějí jméno autora a rok vydání. Do seznamu se zařadí jen práce citované v textu. Na práce v seznamu literatury musí být odkaz v textu.

Na zvláštním listě uvádí autor plné jméno (i spoluautorů), akademické, vědecké a pedagogické tituly a podrobnou adresu pracoviště s PSČ, číslo telefonu a faxu, popř. e-mail.

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Original scientific papers, short communications, and selectively reviews, that means papers based on the study of technical literature and reviewing recent knowledge in the given field, are published in this journal. Published papers are in Czech, Slovak or English. Each manuscript must contain a short and a longer summary (including the key words).

The author is fully responsible for the originality of his paper, for its subject and formal correctness. The author shall make a written declaration that his paper has not been published in any other information source.

The board of editors of this journal will decide on paper publication, with respect to expert opinions, scientific importance, contribution and quality of the paper.

The paper extent shall not exceed 15 typescript pages, including tables, figures and graphs.

Manuscript layout shall correspond to the State Standard ČSN 88 0220 (quarto, 30 lines per page, 60 strokes per line, double-spaced typescript). A PC diskette should be provided with the paper, written in an editor program, preferably T602, and with graphical documentation. Tables, figures and photos shall be enclosed separately. The text must contain references to all these annexes.

The **title** of the paper shall not exceed 85 strokes. Subtitles of the papers are not allowed either.

Abstract is an information selection of the contents and conclusions of the paper, it is not a mere description of the paper. It must present all substantial information contained in the paper. It shall not exceed 170 words. It shall be written in full sentences, not in form of keywords, and comprise base numerical data including statistical data. It must contain key words. It should be submitted in English and if possible also in Czech or Slovak.

Introduction has to present the main reasons why the study was conducted, and the circumstances of the studied problems should be described in a very brief form.

Review of literature should be a short section, containing only literary citations with close relation to the treated problem.

Only original method shall be described, in other cases it is sufficient enough to cite the author of the used method and to mention modifications of this method. This section shall also contain a description of experimental material.

In the section **Results** figures and graphs should be used rather than tables for presentation of quantitative values. A statistical analysis of recorded values should be summarized in tables. This section should not contain either theoretical conclusions or deductions, but only factual data should be presented here.

Discussion contains an evaluation of the study, potential shortcomings are discussed, and the results of the study are confronted with previously published results (only those authors whose studies are in closer relation with the published paper should be cited). The sections Results and Discussion may be presented as one section only.

The citations are arranged alphabetically according to the surname of the first author. References in the text to these citations comprise the author's name and year of publication. Only the papers cited in the text of the study shall be included in the list of references. All citations shall be referred to in the text of the paper.

If any abbreviation is used in the paper, it is necessary to mention its full form at least once to avoid misunderstanding. The abbreviations should not be used in the title of the paper nor in the summary.

The author shall give his full name (and the names of other collaborators), academic, scientific and pedagogic titles, full address of his workplace and postal code, telephone and fax number or e-mail.

OBSAH – CONTENTS

Hrádek F., Kovář P.: Odvozování návrhových průtoků pro malá povodí – Design discharges assessment on small catchments	337
Havelka F.: Kvalita povrchových vod Borkovických blat – The quality of Borkovická blata surface waters	343
Kvítek T.: Návrh řešení ochrany povrchových a podzemních vod v ČR vymezením zón zranitelnosti – A draft solution of surface and underground water protection in the Czech Republic by delimitation of vulnerability zones	349
Podlešáková E., Němeček J.: Kritéria kontaminace a intoxikace půd – Soil contamination and pollution criteria	357
Hybler V., Prax A., Vitoslavský J.: Vlhkostní režim půd na vybraných klimatologických stanicích ČHMÚ Brno – Soil moisture regime in selected climatic stations of the CHI Brno	365
Toman F.: Vliv četnosti výskytu vyšších denních srážkových úhrnů na vodní erozi – The effect of occurrence frequency on higher daily sums of precipitation on water erosion	371
Braun B., Kasprzak K., Kolář I.: Vliv porostu vojtěšky na povrchový odtok a vodní erozi – The effect of alfalfa stand on surface runoff and water erosion	375
INFORMACE – STUDIE – SDĚLENÍ – INFORMATION – STUDY – REPORTS	
Slavík L.: Účinnost kapkové závlahy a mikropostřiku při závlaze letního kvěťáku a jarního salátu – Efficiency of drip irrigation and microspraying in irrigation of summer cauliflower and spring lettuce	381
Jakubec V.: Informace o kolokviu pořádaném Nadací Alexandra von Humboldta v Praze	374
RECENZE – REVIEW	
Mikulka P.: F. B. J. Barends, F. J. J. Brouwer, F. H. Schroder: Land subsidence – by fluid withdrawal – by solid extraction – theory and modelling – environmental effects and remedial measures	380