

Výhl'adová vodohospodárska bilancia zdrojov vody pre zavlažovanie

Perspective Water resources balance for irrigation

Štefan Rehák¹, Eubica Kopčová¹, Karol Kňava¹, Peter Stradiot¹, Bohumil Kovalčík¹

¹Výskumný ústav vodného hospodárstva, Nábřežie arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava

Abstrakt

Na základe klimatických scenárov a výstupov modelov všeobecnej cirkulácie atmosféry sa reálne predpokladá mimoriadny nárast teploty vo vegetačnom období vysokých zrážkových úhrnov a nárast počtu dní bez zrážok. Tieto skutočnosti budú vplývať na stabilitu poľnohospodárskej výroby prednostne v nížinných oblastiach. Zvýšila sa výmera oblastí s deficitom vody a došlo k nárastu vlahovej potreby plodín. Zároveň sa však znižujú disponibilné zdroje vody pre závlahy, čo bude limitovať ich rozvoj. Oblasti s deficitom vody, respektíve s potrebou závlah, boli vyčlenené na základe pomeru aktuálnej evapotranspirácie a potenciálnej evapotranspirácie ET_a/ET_0 . Vlahová potreba plodín bola vypočítaná s využitím modelu Daisy. Disponibilné zdroje závlahovej vody boli vyhodnotené s využitím hydrologickej bilancie podľa scenárov CCCM pre časové horizonty 2010, 2030 a 2075.

Kľúčové slová: Evapotranspirácia, zdroje závlahovej vody, vlahová potreba plodín, vodný deficit

Abstract

According to climate scenarios and outputs of models of general circulation of atmosphere there is expected extraordinary Increase of temperature during vegetation season as well as increase of number of days without precipitation. These facts will impacts the stability of agricultural production, especially in lowland areas. The area of land with water deficit increased and the moisture demand of crops also increased. However, the disposable resources of irrigation water decrease. This will limit the development of irrigation. The areas with water deficit were determined according to the ratio of actual and potential evapotranspiration ET_a/ET_0 . The irrigation demand of crops was calculated with the help of model Daisy. Disposable resources of irrigation water were evaluated with the help of hydrological balance according to scenarios CCCM for time horizons 2010, 2030 a 2075.

Key words: Evapotranspiration, irrigation water resources, moisture demand of crops, water deficit

Úvod

Po roku 1987 sa priemery teploty vzduchu výrazne zvýšili aj v strednej Európe a rekordy najvyššej teploty od začiatku pozorovaní na jednotlivých staniciach sa vyskytujú asi 5-krát častejšie ako rekordy najnižšej teploty (Lapin et al. 2003, 2012). Ak aplikujeme na prípravu scenárov mimoriadnych epizód počasia výstupy modelov všeobecnej cirkulácie atmosféry, tak môžeme reálne predpokladať rast teploty počas vegetačného obdobia a rast počtu dní so suchom do roku 2100 až o 50 % v porovnaní s podobnými mimoriadnymi epizódami v minulosti. Je zrejmé, že problémy so suchom budú významnejšie na juhu Slovenska (Hrvol' et al. 2001).

Oblasti s deficitom pôdnej vody v rizosfére počas vegetačného obdobia sú tzv. vlhkostne deficitne oblasti Slovenska, v ktorých je potrebné dnes, alebo v budúcnosti regulovať obsah vody v pôde, pokiaľ chceme zachovať v týchto oblastiach poľnohospodársku výrobu..

Voda ako bezalternatívny produkčný faktor výrazne ovplyvňuje stabilitu a produkciu agroekosystémov v poľnohospodársky výrobných oblastiach Dunajského regionu.

Materiál a metódy

Pri optimálnych podmienkach rastu poľných plodín sa úhrny aktuálnej evapotranspirácie len málo líšia od potenciálnej evapotranspirácie, t. j. maximálne možnej evapotranspirácie v daných klimatických podmienkach, ak povrchová koreňová vrstva pôdy obsahuje dostatok vody pre normálny rast poľných plodín (Rehák 1994; Šútor et al. 2010).

V súlade s metódou, ktorú navrhli (M. I. Budyko a L. I. Zubenokova 1961), aktuálna evapotranspirácia E je daná vzťahom:

$$E = E_0 \frac{W}{W_0} \quad (1)$$

kde E_0 je potenciálna evapotranspirácia, W je vlhkosť pôdy za uvažovaný časový interval a W_0 je optimálna vlhkosť pôdy zabezpečujúca normálny rast poľných plodín.

Vychádzajúc z rovnice turbulentného prenosu vodnej pary od vyparujúceho povrchu do atmosféry, pre stanovenie úhrnov potenciálnej evapotranspirácie bol použitý vzťah:

$$E_0 = \rho D (q_s - q_2) \quad (2)$$

kde ρ je hustota vzduchu, D – integrálny koeficient vonkajšej difúzie (v zime $D = 0,30 \text{ cm.s}^{-1}$ a v lete $D = 0,6 - 0,7 \text{ cm.s}^{-1}$), q_s je merná vlhkosť vzduchu nasýteného vodnou parou pri teplote vyparujúceho sa povrchu a q_2 je merná vlhkosť vzduchu vo výške 2 m nad povrchom (v meteorologickej búde).

Ak údaje o teplote vyparujúceho povrchu chýbajú, potom q_s sa určuje metódou matematického modelovania z rovnice energetickej bilancie povrchu. Priemernú vlhkosť pôdy:

$$W = \frac{W_1 + W_2}{2} \quad (3)$$

určujeme z rovnice vodnej bilancie metódou postupných priblížení (W_1 je vlhkosť pôdy na začiatku a W_2 na konci zvoleného časového intervalu, za ktorý počítame W).

Hodnoty optimálnej vlhkosti pôdy (W_o) pre najvyššiu jeden meter hrubú vrstvu pôdy sa menia od 100 do 200 mm v závislosti od klimatických pomerov a ročného obdobia. V ročnom chode pozorujeme pokles W_o od jari k letu a jej rast na jeseň, čo súvisí s vývojom koreňového systému počas roka, ktorým plodiny čerpajú vodu z väčších hĺbok pôdy (Budyko 1974, Budyko, Zubenok 1961).

Z rovnice (1) je zrejmé, že $W < W_o$ pomer

$$\frac{E}{E_o} = \frac{W}{W_o}$$

t.j. $\frac{E}{E_o}$ je funkciou vlhkosti pôdy (4)

Relatívna evapotranspirácia $\frac{E}{E_o}$ a tiež evapotranspiračný deficit ($E_o - E$) umožňujú

kvantifikovať nedostatok vody v pôde pre optimálny rast plodín, t. j. dovoľujú stanoviť množstvo vody potrebnej na závlahy (Tab. 1).

Podkladom pre vyhodnotenie relatívnej evapotranspirácie na území Slovenska bol modelový výpočet mesačných úhrnov potenciálnej a aktuálnej evapotranspirácie za vegetačné obdobie na 32 meteorologických staniách za obdobie 1981 až 2010. Ako doplňujúce údaje boli použité ročné hodnoty E/E_o za obdobie 1951 až 1980 na 54 staniách (tab. 2.).

Výpočet mesačných úhrnov E a E_o bol robený aplikáciou metódy založenej na spoločnom riešení rovníc energetickej a vodnej bilancie povrchu. Matematický model bol rozpracovaný na Katedre meteorológie a klimatológie Matematicko-fyzikálnej fakulty UK v Bratislave.

Tab. 1. Výskyt relatívnej evapotranspirácie v rámci vybraných poľnohospodárskych výrobných oblastí. Dunajského regiónu

Vlhkostná charakteristika	Oblasť	Typický výskyt
$E / E_o \leq 60 \%$	suchá	Podunajská nížina (Podunajská rovina, Podunajská pahorkatina)
$60 < E / E_o \leq 70 \%$	mierne suchá	Záhorská nížina, Považie južne od Trenčína, stredné Ponitrie, južné Slovensko, Východoslovenská nížina na juh od Michaloviec (Východoslovenská rovina), Lučensko-košická zníženina (Juhoslovenská kotlina, južná časť Košickej kotliny), Fatransko-tatranská oblasť (Hornonitrianska kotlina), Slovenské stredohorie (juhovýchodná časť Zvolenskej kotliny), Slovensko-moravské Karpaty (Myjavská pahorkatina), Podunajská nížina (Podunajská rovina, Podunajská pahorkatina)
$70 < E / E_o \leq 80\%$	mierne vlhká	stredné polohy Malých a Bielych Karpát, stredné Považie, horné Ponitrie, stredné Pohronie, údolie riek južného Slovenska, Popradská kotlina, Východoslovenská nížina na juh od spojnice Sabinov – Humenné (Východoslovenská pahorkatina), Lučensko-košická zníženina (Košická kotlina) Nízke Beskydy (Beskydské predhorie), Slovenské rudohorie (Rožňavská kotlina, Revúcka vrchovina), Slovenské stredohorie (Zvolenská kotlina)
$80 < E / E_o \leq 90 \%$	vlhká	hrebeňová poloha Malých Karpát, Žilinská kotlina, Turiec, Liptovská kotlina, Spišská kotlina, predhoria do nadmorských výšok 670 m
$E / E_o > 90 \%$	veľmi vlhká	severná Orava, pohoria nad 670 m nad morom

Tab. 2. Vlhkostne deficitné oblasti s vybranými meteorologickými stanicami

Oblasť	Názov vlhkostne deficitnej oblasti	Stanica	Aktuálna evapotranspirácia E [mm]	Potenciálna evapotranspirácia E _o [mm]	Evapotranspiračný deficit E - E _o [mm]	Relatívna evapotranspirácia E / E _o *100[%]
			Vegetačné obdobie (apríl – september) 1981 – 2010	Vegetačné obdobie (apríl – september) 1981 – 2010	1981 – 2010	Vegetačné obdobie (apríl – september) 1981 – 2010
I.	Podunajská nížina – juh	Hurbanovo, Žihárec	362 367	659 606	-297 -239	54,93 60,56
II.	Podunajská nížina – sever a časť Hornonitrianskej kotliny	Bratislava – letisko, Jaslovské Bohunice, Piešťany, Nitra, Prievidza	358 408 373 358 395	623 640 604 621 569	-265 -232 -231 -263 -174	57,46 63,7 61,75 57,65 69,42
III.	Záhorská nížina	Malacky, Myjava	409 392	658 574	-249 -182	62,15 68,29
IV.	Juhoslovenské kotliny	Boľkovce, Rimavská Sobota	386 400	602 631	-216 -231	64,12 63,39
V.	Východoslo	Michalovce,	399	594	-195	67,17

	venská nížina	Somotor, Čaklov	377 414	603 559	-226 -145	62,52 74,06
VI.	Košická kotlina	Košice, Moldava n. Bodvou	409 402	586 557	-177 -155	69,80 72,17

V Európe, s ohľadom na klimatický vývoj, sa závlahy prestávajú posudzovať a navrhovať ako intenzifikačný faktor poľnohospodárskej produkcie, ale ako jej stabilizačný faktor udržateľného rozvoja poľnohospodárstva. Podľa predpokladov, rozšírenie závlahových sústav v hlavných závlahových oblastiach bude jedným z hlavných adaptačných opatrení na zmiernenie negatívnych dôsledkov meniacej sa klímy.

Zdroje vody je možné využívať len dovtedy, pokiaľ sa nenaruší funkcia vody v ekosystéme. Stanovenie hydroekologických limitov, resp. hodnoty minimálneho prietoku, ktorý je nevyhnutný pre zachovanie bioty toku, patrí k veľmi zložitým problémom vodného hospodárstva u nás i v cudzine a problém nie je možné považovať za doriešený. Hydroekologické limity súvisia s povoľovaním odberov z povrchových a podzemných vôd.

Pri výpočte miery ovplyvnenia hydrologického režimu boli použité údaje z kvantitatívnej vodohospodárskej bilancie za rok 2012:

E – ovplyvnený prietok,

C – očistený prietok (prirodzený prietok, ktorý by bol v profile bez ľudských vplyvov – odberov a manipulácii na vodných stavbách).

Výpočet bol prakticky vypočítaný podľa vzorca:

$$C - E / E \quad (5)$$

pričom:

C – E – vplyv užívania vôd, vrátane vplyvu manipulácii na vodných stavbách

E – zdroj vody ovplyvnený, čiže prietok ktorý zostal po všetkých vplyvoch!

Pri kvantitatívnej vodohospodárskej bilancii povrchových vôd sa posudzuje vzťah medzi zdrojmi vody (Z) a požiadavkami na vodu (P) v danom priestore (povodie, sieť profilov, resp. výhľadovo sieť vodných útvarov):

$$Z \Leftrightarrow P \quad (6)$$

kde Z je označenie pre zdroje a P je označenie pre potrebu vody.

Širší tvar základnej bilančnej rovnice používanej v SR je:

$$ZP \pm ZN \pm ZPR \Leftrightarrow P + MQ - V \quad (7)$$

kde je:

ZP – prirodzený zdroj vody,

ZN – zmena zdroja spôsobená vodnými nádržami,

ZPR – zmena zdroja spôsobená prevodmi vody,

P – potreba vody (odbery),

MQ – minimálny bilančný prietok,

V – vypúšťanie vody do toku.

Základné bilančné hodnotenie sa posudzuje podľa dvoch parametrov:

1. Bilančného stavu vypočítaného z pomeru hodnôt Z/P:

ak $Z/P \leq 0,9$ ide o pasívny (nevyhovujúci) bilančný stav,

ak $0,9 < Z/P < 1,1$ ide o napätý bilančný stav,

ak $Z/P \Rightarrow 1,1$ ide o aktívny bilančný stav.

2. Využiteľnej kapacity zdroja vypočítanej ako rozdiel Z-P:

ak Z-P je kladná hodnota, zdroje prevyšujú potreby vôd (možnosť ďalších odberov),

ak Z-P je záporná hodnota, je nedostatok vôd (potreby vody možno kryť ďalšími zdrojmi).

Výsledky

Vyčlenenie vlhkosti deficitných oblastí bolo vykonané na základe klimatických regiónov a pôdnych parametrov poľnohospodárskych výrobných oblastí, avšak ako determinujúce kritérium bola zvolená evapotranspirácia, resp. pomer aktuálnej a potenciálnej evapotranspirácie počas vegetačného obdobia za reprezentatívne obdobie, tzv. relatívna evapotranspirácia (ETa/ETp).

V priemere najmenšie hodnoty E/E_0 za obdobie 1981 až 2010 boli zaznamenané na Podunajskej nížine ($E/E_0 < 60\%$), t. j. v našej najteplejšej a na atmosférické zrážky najchudobnejšej oblasti. Západná časť Záhorskej nížiny, južné Slovensko a južná časť Východoslovenskej nížiny sú v priemere charakterizované relatívnou evapotranspiráciou

menšou ako 65 %. V južnej časti Košickej kotliny, na juhozápadnom Slovensku, na východnej časti Záhorskej nížiny, na Považí južne od Trenčína, na strednom Ponitří, v strednej časti Východoslovenskej nížiny na juh od Michaloviec a v juhovýchodnej časti Zvolenskej kotliny je priemerná hodnota E/E_0 menšia ako 70 %. Na severe Slovenska a hlavne v horských oblastiach pozorujeme dostatok zrážok počas celého roka, a preto hodnoty relatívnej evapotranspirácie sú tu väčšie ako 90 %.

Vlhkostne deficitné oblasti boli vymedzené čiarou relatívnej evapotranspirácie:

oblasť I. Podunajská nížina – Juh je ohraničená *izočiarou relatívnej evapotranspirácie 0,6*. Je to najsuchšia oblasť na Slovensku s najväčšou intenzitou poľnohospodárskej výroby.

oblasť II. Podunajská nížina – Sever sa rozprestiera medzi Bratislavou a Šahami na území medzi *izočiarami relatívnej evapotranspirácie 0,6 až 0,7*. Je to mierne suchá oblasť, v ktorej by mali v budúcnosti prevládať v štruktúre plodín husto siate obilniny.

oblasť III. Záhorská nížina predstavuje mierne suchú oblasť ohraničenú *izočiarou relatívnej evapotranspirácie 0,7* a hraničnou riekou Morava.

oblasť IV. Juhoslovenskej kotliny je mierne suchá oblasť ohraničená *izočiarou relatívnej evapotranspirácie 0,7*, od Šiah po Lenártovce a hranicou s Maďarskom.

oblasť V. Východoslovenská nížina zaberá mierne suchú oblasť ohraničenú *izočiarou relatívnej evapotranspirácie 0,7* a hranicami s Maďarskom a Ukrajinou.

oblasť VI. Košická kotlina tvorí významnú mierne suchú až mierne vlhkú oblasť.

Uvedené nížinné oblasti Slovenska sú charakteristické úhrnmi aktualnej evapotranspirácie nižšími ako sú úhrny potenciálnej evapotranspirácie (ET_c). Počas vegetačného obdobia má na vznik pôdneho sucha vo vlhkostne deficitných oblastiach dominantný vplyv výskyt extrémnych bezzrážkových časových období.

Obsah vody v nenasýtenej zóne pôdy medzi bodom PVK a BV, t. j. (PVK-BV), je existenčným intervalom obsahu vody pre rastlinný kryt na danom stanovišti územia, pretože v tomto intervale je voda v nenasýtenej zóne pôdy preň dostupná (Šútor, Rehák 1999). Aby ju rastliny mohli využiť, musia mať rozvinutý koreňový systém a taký sací tlak, aby bol schopný prekonať väzbu vody s pôdou (Šútor 1998, Šútor a Rehák 1999, Štekauerová, Nagy 2002, Štekauerová, Nagy 2003).

Dynamika obsahu vody v pôde a jej retencia je významne ovplyvňovaná hydrofyzikálnymi a základnými fyzikálnymi vlastnosťami pôdy. Ak sa časový interval medzi zrážkami zvýši na

čas, počas ktorého zásoba vody v zóne aerácie pôdy klesne vplyvom evapotraspirácie porastu až na hodnotu odpovedajúcu bodu vädnutia, začína pôdne suchu. Identifikácia tohto stavu zásob v časovom a priestorovom prejave je fundamentálnym podkladom na boj spoločnosti proti suchu.

Rozšírenie závlah na takmer 500 tis. ha bude vytvárať veľký tlak na vhodné vodné zdroje. Závlahová potreba plodín bola vypočítaná pomocou modelu Daisy. Do časového horizontu roku 2075 sa predpokladá nárast celkovej potreby vody pre závlahy o 115 % a jej spotreba na úroveň cca 75 %.

Prognóza potreby závlahovej vody podľa scenárov klimatickej zmeny bola vytvorená pre časové obdobie rokov 2010, 2030 a 2075. Prognóza potreby závlahovej vody je spracovaná pre jednotlivé vlhkkostne deficitné oblasti Slovenska. V tabuľke č.3. a 4. sú uvedené priemerné simulované množstvá potreby závlahovej vody, prognózované výmer závlah pre tieto oblasti pre časové horizonty rokov 2010, 2030 a 2075.

Table 3. Prognosis of irrigation water demand according to the scenario CCCM (Takáč, Alena et al. 2005)

Oblasť	Horizont 2010*			Horizont 2030			Horizont 2075		
	m ³ .ha ⁻¹	tis. ha	mil. m ³	m ³ .ha ⁻¹	tis. ha	mil. m ³	m ³ .ha ⁻¹	tis. ha	mil. m ³
I.	1 380	160	220,8	1 400	255	357,0	1 480	325	481,0
II.	1 000	60	60,0	990	70	69,3	1 050	75	78,75
III.	900	15	13,5	950	25	23,75	1 030	35	25,75
IV.	1 090	8	8,75	1 130	25	28,25	1 320	35	46,2
V.	1 020	7	7,15	1 040	25	26,0	1 210	30	36,3
VI.	400	0	0	430	0	0	430	0	0
Spolu	Ø 1 240	250	310,2	Ø 1 240	400	504,3	Ø 1 336	500	668,0

*Rok 2010 je referenčný rok

Table 4. Prognosis of irrigation water demand according to the scenario GISS (Takáč, Alena et al. 2005)

Oblasť	Horizont 2010*			Horizont 2030			Horizont 2075		
	m ³ .ha ⁻¹	tis. ha	mil. m ³	m ³ .ha ⁻¹	tis. ha	mil. m ³	m ³ .ha ⁻¹	tis. ha	mil. m ³
I.	1 390	160	222,4	1 420	255	362,1	1 450	325	481,0
II.	1 000	60	60,0	1 050	70	73,5	1 050	75	78,75
III.	870	15	13,0	890	25	22,25	1 030	35	25,75
IV.	1 100	8	8,8	1 120	25	28,0	1 320	35	46,2
V.	990	7	6,9	1 000	25	20,0	1 210	30	36,3
VI.	390	0	0	390	0	0	430	0	0
Spolu	Ø 1 245	250	311,1	Ø 1 265	400	505,85	Ø 1 325	500	662,5

*Rok 2010 je referenčný rok

Ako je z uvedených tabuliek (č. 3 a 4.) zrejmé, medzi scenármi CCCM a GISS nie sú výrazné rozdiely v celkovej potrebe závlhovej vody v jednotlivých oblastiach a časových horizontoch. V priebehu cca 60 rokov by mala celková potreba závlhovej vody vzrásť o cca 115 %, čo bude spôsobené nárastom deficitu potenciálnej a aktuálnej evapotranspirácie a výmery potrebných závlah, ktorá by sa mala zvýšiť o cca 100 % v porovnaní k súčasnému stavu, resp. roku 2010. Nárast celkovej potreby vody pre závlahy bude možné riešiť zavádzaním nových spôsobov zavlažovania, s dôrazom na efektívnosť zavlažovania a šetrenia vody. Avšak aj napriek technickému pokroku v závlahách je pravdepodobné, že potreby vody poľných plodín budú uspokojené len čiastočne.

Prognóza zabezpečenia disponibilných zdrojov vody pre závlahy:

aktuálne spracovaná prognóza vodohospodárskej bilancie (Fekete 2013) uvažuje na strane potrieb vôd na závlahy zo scenára CCCM pre horizonty 2010, 2030 a 2075. Na strane zdrojov vody sú uvažované prirodzené priemerné mesačné prietoky s vysokou zabezpečenosťou a na strane minimálnych zostatkových prietokov sú použité platné hodnoty MQ (Fekete 1985, 1990). Bilancia je spracovaná hodnotením výustných profilov jednotlivých čiastkových povodí. Výsledky sú deklarované prostredníctvom kapacity zdrojov vody (prietokov). Záporné číslo znamená nedostatok zdrojov vody (tab. č. 5, 6.,7.)

Table 5. Capacity of water resources [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$] from April to October – year 2010* in Danube region

Povodie	mesiac						
	4	5	6	7	8	9	10
Bodrog	26,85	18,71	9,801	0,383	0,196	3,604	6,140
Hron	6,461	6,042	3,072	1,165	-1,554	0,961	-0,111
Ipeľ	0,763	0,110	-0,686	-0,972	-0,792	-0,053	0,311
Slaná	1,894	3,496	1,480	0,476	0,221	0,549	0,550
Nitra	2,456	0,575	-0,833	-1,018	-1,453	-0,026	0,567
Váh	47,42	17,95	13,64	4,707	-2,042	0,529	-1,365
Morava	30,99	22,93	9,396	3,022	2,013	5,314	3,219
Dunaj	888,5	828,4	824,1	890,8	437,5	276,7	13,6
Bodva	-0,005	0,339	0,306	-0,249	-0,299	-0,318	-0,178
Poprad	5,386	6,261	8,239	3,874	2,923	2,137	1,381
Hornád	2,047	3,396	2,024	1,745	1,035	0,126	0,604

Žlté bunky znamenajú nedostatok disponibilných zdrojov vody. *Rok 2010 je referenčný rok

Table 6. Capacity of water resources [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$] from April to October – year 2030 in Danube region

Povodie	mesiac						
	4	5	6	7	8	9	10
Bodrog	26,56	17,38	7,691	-1,166	-1,001	3,168	5,928
Hron	5,047	3,980	0,957	-0,321	-3,040	-0,103	-0,886
Ipeľ	0,206	-1,129	-2,023	-2,050	-1,655	-0,331	0,203
Slaná	1,475	2,595	0,409	-0,425	-0,590	0,223	0,415
Nitra	2,294	0,214	-1,223	-1,332	-1,720	-0,107	0,551
Váh	45,73	15,31	10,78	1,890	-4,015	-0,257	-1,722
Morava	30,51	22,21	8,566	2,218	1,363	4,997	3,143
Dunaj	881,8	815,9	811,1	880,3	428,2	272,8	11,2

Žlté bunky znamenajú nedostatok disponibilných zdrojov vody

Table 7. Capacity of water resources [$\text{m}_3\cdot\text{s}^{-1}$] from April to October – year 2075

Povodie	mesiac						
	4	5	6	7	8	9	10
Bodrog	26,40	16,64	6,538	-2,012	-1,654	2,929	5,813
Hron	4,242	2,602	-0,467	-1,190	-3,909	-0,599	-1,126
Ipeľ	-0,216	-2,069	-3,036	-2,867	-2,309	-0,543	0,122
Slaná	1,075	1,735	-0,614	-1,285	-1,364	-0,088	0,286
Nitra	2,036	-0,360	-1,841	-1,831	-2,144	-0,236	0,526
Váh	43,66	12,04	7,237	-1,571	-6,459	-1,221	-2,151
Morava	29,94	21,33	7,569	1,254	0,582	4,618	3,051
Dunaj	875,5	804,0	798,4	870,0	419,4	269,4	9,3

Žlté bunky znamenajú nedostatok disponibilných zdrojov vody

Diskusia

Základom úspešného využitia numerickej simulácie pre záujmove oblasti je spracovanie vstupných údajov.

Parametrizácia stavu zásob vody v zóne aerácie pôdy je založená na chodoch zásob vody v definovanom horizonte s danou mocnosťou a hydrolimitmi PVK (poľná vodná kapacita), BZD (bod zníženej dostupnosti) a BV (bod vädnutia) Ak chod zásob vody v pôde najprv v bezzrážkovom období v dôsledku evapotranspirácie dosiahne hodnotu zodpovedajúcu bodu vädnutia, šartuje v pôde stav sucha.

Simulácia stavu zásob vody na matematickom modeli vodného režimu pôdy je efektívna metóda na hodnotenie stavu zásob vody v zóne aerácie pro futuro, t. j. pre vybrané časové horizonty v budúcnosti. Kvantifikácia stavu zásob vody v pôde je založená na definícii pôdneho sucha a jeho parametrizácii s využitím hydrolimitov. Dynamika obsahu vody v pôde a jej retencia je významne ovplyvňovaná hydrofyzikálnymi a základnými fyzikálnymi vlastnosťami pôdy (Stradiot et al. 2009, Šútor et al. 2010, Šútor et al. 2009). Na posudzovanie disponibilných zásob vody v pôde pre vegetačný kryt sú na základe konvencie vybrané charakteristické body vlhkostnej retenčnej čiary, t. j. hydrolimity PVK, BZD a BV.

Nížinné územia Slovenska sú charakteristické ročnými zrážkovými úhrnmi nižšími, ako sú ročné úhrny potenciálnej evapotranspirácie (ETc). Vyčlenenie vlhkostnej deficitných oblastí bolo vykonané na základe pomeru aktuálnej a potenciálnej evapotranspirácie počas vegetačného obdobia za reprezentatívne obdobie, tzv. relatívna evapotranspirácia (ETa/ETp).

Zvyšovanie rozdielov medzi úhrnmi aktuálnej evapotraspirácie a úhrnmi potenciálnej evapotraspirácie zvyšuje citlivosť územia na suchu. Pri zložitých pôdnych podmienkach to znamená značnú závislosť zložiek vodnej bilancie územia od prejavov klimatickej zmeny.

Počas vegetačného obdobia na vznik pôdneho sucha vo vlhkostne deficitných oblastiach ma dominantný vplyv výskyt extrémnych bezzrážkových časových období

Ak sa časový interval medzi zrážkami zvýši na čas, počas ktorého zásoba vody v zóne aerácie pôdy klesne vplyvom evapotraspirácie porastu až na hodnotu zodpovedajúcu bodu vädnutia, začína pôdne sucho.

Integrálny dopad sucha na prírodné prostredie možno špecifikovať na báze pôdneho sucha. Zmeny na zásoby vody v zóne aerácie pôdy a jej dynamika (kde ich kritický stav sa prejavuje suchom) nastoľuje problém identifikácie fenoménu sucha v reálnom čase a taktiež v prognózovaných časových horizontoch

Na posudzovanie disponibilných zásob vody v pôde pre vegetáciu bol použitý model Daisy a charakteristické body vlhkostnej retenčnej čiary.

Rozšírenie závlahových sústav vo vlhkostne deficitných oblastiach bude jedným z hlavných adaptačných opatrení na zmiernenie negatívnych dôsledkov vyskytu sucha

V priebehu cca 60 rokov by mala celková potreba závlahovej vody vzrásť o cca 115 %, čo bude spôsobené nárastom deficitu potenciálnej a aktuálnej evapotraspirácie a výmery potrebných závlah, ktorá by sa mala zvýšiť o cca 100 % v porovnaní k súčasnému stavu, resp. roku 2010.

Spracovaná prognóza zabezpečenia disponibilných zdrojov vody pre závlahy vychádza z vodohospodárskej bilancie. Uvažuje na strane potrieb vôd na závlahy zo scenára CCCM pre horizonty 2010, 2030 a 2075. Na strane zdrojov vody sú uvažované prirodzené priemerné mesačné prietoky s vysokou zabezpečenosťou a na strane minimálnych zostatkových prietokov sú použité platné hodnoty MQ.

Nárast celkovej potreby vody pre závlahy bude možné riešiť zavádzaním nových spôsobov zavlažovania, s dôrazom na efektívnosť zavlažovania a šetrenia vody. Napriek technickému pokroku v závlahách, potreby vody poľných plodín budú uspokojené len čiastočne z dôvodu obmedzených disponibilných zdrojov vody pre závlahy v niektorých oblastiach Dunajského regiónu.

Literatúra

ALENA, J., TAKÁČ, J., SOBOCKÝ, I., HRÍBIK, J. 2005: Prebiehajúca klimatická zmena a jej dopady na rozvoj spoločnosti. Dôsledky klimatickej zmeny v oblasti závlahového hospodárstva. Záverečná správa čiastkovej úlohy 03“ Úloha štátneho programu výskumu a vývoja: Aktuálne otázky rozvoja spoločnosti. Hydromeliorácie, Bratislava. 85 s.

BUDYKO, M.I. 1974: Klimat i žizň. Leningrad, Gidrometeoizdat.

BUDYKO, M.I., ZUBENOK, L., I. 1961: Estimation of evaporation from the Earth. Izvestija AN SSR, Ser. Geograf., 6, 3-17. Budyko, M.I. (1974). Climate and life. Leningrad, Gidrometeoizdat.

HRVOĽ, J., LAPIN, M., TOMLAIN, J. 2001: Changes and variability in solar radiation and evapotranspiration in Slovakia in 1951-2000. Acta Meteorol. Univ. Comen., XXX, 31-58.

FEKETE, V. 1985: Prehodnotenie bilančných profilov ŠVHB a MQ, VÚVH Bratislava. 50 s.

FEKETE, V. 1990: Stanovenie MQ, QZ, a QR v bilančných profiloch ŠVHB, Záverečná správa úlohy R 05-531-162.03.07, VÚVH, Bratislava.

FEKETE, V. 2013. Výhľadová VHB množstva a kvality povrchovej vody k časovému horizontu 2021 vrátane prehodnotenia výhľadových vodných nádrží, VÚVH Bratislava.

LAPIN, M., HLAVČOVÁ, K., PETROVIČ, P., 2003: Vplyv klimatickej zmeny na hydrologické procesy. Acta Hydrologica Slovaca, Vol. IV, No. 2, 2003, 211-221.

LAPIN, M., BAŠTÁK-ĎURÁN, I., GERA, M., HRVOĽ, J., KREMLER, M., MELO, M. 2012: New climate change scenarios for Slovakia based on global and regional general circulation models. Acta Met. Univ. Comen., 37, 25-74.

REHÁK Š., 1994: Postavenie závlah v ekosystéme poľnohospodársky využívanej krajiny. In: Možnosti zvyšovania účinnosti závlah. Bratislava: VÚZH a VŠP Nitra, s.198-200.

ŠÚTOR, J., REHÁK, Š., STRADIOT, P., KALÚZ, K. 2010: Treshold value of water storage in soil for disruption of agro-ecosystem (AASPIC).

REHÁK, Š., BÁREK, V., JURÍK, L., ČISTÝ, M., IGAZ, D., ADAM, Š. A KOL, 2015: Zavlažovanie poľných plodín, zeleniny a ovocných sádov. Veda, Bratislava, 607strán. ISBN 978-80-224-1429-6

Pod'akovanie

Týmto ďakujeme Agentúre na podporu výskumu a vývoja za finančnú podporu tohto príspevku ako aj účasti na konferencii v rámci projektu APVV-16-0278 Využitie hydromelioračných stavieb na zmiernenie negatívnych účinkov extrémnych hydrologických javov vplývajúcich na kvalitu vodných útvarov v poľnohospodárskej krajine.

Kontakt:

doc. RNDr. Štefan Reháč, PhD.

Výskumný ústav vodného hospodárstva

Nábřežie arm. gen. L. Svobodu 5, 812 49 Bratislava 1

02 / 59 343 325, rehak@vuvh.sk