

# VLIV MOŽNÉ KLIMATICKÉ ZMĚNY NA VÝVOJ POTŘEBY ZÁVLAHOVÉ VODY V SUCHÝCH OBLASTECH ČESKÉ REPUBLIKY

P. Spitz, I. Hemerka

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, výzkumné oddělení Brno, Lidická 25/27,  
657 00 Brno, Česká republika, [hemerka@vumopbrno.cz](mailto:hemerka@vumopbrno.cz)

The supposed climatic change in the Czech republic has been expressed with an increased occurrence of unfavourable extreme phenomena – floods and drought. Irrigation is the most effective protection of crops against agricultural drought. The paper presents results of the calculations of the irrigation water requirements (for sprinkler irrigation) with the method of retrospective moisture balance (RVB) for representatives of main sorts of crops, i.e. cereals, technical crops, root-crops, fodder crops, vegetables (concretely perennial wheat, sugar-beet, new potatoes, alfalfa, cucumbers) in the semiarid regions of the Czech republic (Southern Moravia, South-East Moravia, Middle Moravia, Žatecko and Lounsko, Litoměřicko, Middle Bohemia and Easter Bohemia) represented with 10 technical series (see tab. II) for recent years 1961 – 2000 and to the time horizons of years 2025, 2050 and 2075 with respect to a possible climatic change. The input meteorological data changes (average daily temperatures, daily precipitations and average daily air humidity) for calculations of irrigation water requirements to the introduced time horizons were realized by the help of the outputs of the scenarios for Bohemia and Moravia ascertained with the model of a climatic change HadCM3 (Hadley Centre Coupled Model, version 3). The results gained by means of the regression analysis are in tab. IV. They reflect the fact that the irrigation water requirement has an advancing development trend at all of chosen crops for an average and a dry year with an increase in a future time horizon. The obtained results show, if irrigation will be expanded in the Czech republic, it's necessary, by taking into account all the time more accurate informations concerning the climatic change, to dedicate the permanent attention to the irrigation water requirements in semiarid areas of the Czech Republic. The knowledge of the irrigation water requirements is an important base above all for the assessment of irrigation areas and the size of irrigation water resources.

climatic change, agricultural drought, irrigation water requirement, method of retrospective moisture balance, regression analysis

Očekává se, že jedním z hlavních důsledků projevu předpokládané klimatické změny, související s globálním oteplováním zemského podnebí a to i v České republice, bude zvýšený výskyt nepříznivých extrémních jevů – povodní a sucha.

V České republice je problematika sucha s ohledem na možnou klimatickou změnu rozpracována v práci "Územní studie změny klimatu pro Českou republiku" zpracované za technické a finanční pomoci U. S. Country Studies Program, v rámci Národního klimatického programu České republiky. Uvedená práce se zabývá i nepříznivými důsledky změny klimatu vedoucí ke zvýšení jeho suchosti ve vegetačním období, vlivem zvýšených teplot vzduchu s nedostatkem srážek na naše zemědělství a návrhy opatření k jejich zmírnění. Dílčí část citované prognostické studie zaměřená na zemědělství je obsažena v práci Rožnovský a kol. (1996) a také v rozšířené verzi o lesnickou a vodohospodářskou problematiku Tichý a kol. (1997), kde je mimo jiné vyčíslena i potřeba vodních zdrojů pro závlahy. Studie uvádí i potřebné finanční náklady na zajištění jednotlivých navrhovaných opatření a požadavky na nezbytné dotace od státu do roku 2030. Zásadním opatřením se jeví potřeba vybudovat postupně další závlahy především v našich nejúrodnějších oblastech pro stabilizaci výnosů na úrovni nejúrodnějších roků. Součástí prognózy byl i výpočet potřeby závlahové vody, který se zpracoval metodou retrospektivní vláhové bilance.

Předložený příspěvek navazuje na uvedenou studii a rozšiřuje ji o aktualizované výsledky potřeby závlahové vody pro představitele hlavních druhů zemědělských plodin v našich suchých oblastech reprezentovaných deseti technickými řadami pro období let blízké současnosti 1961 až 2000 a k časovým horizontům 2025, 2050 a 2075 s ohledem na možnou klimatickou změnu. Technickou řadou se rozumí retrospektivní řada klimatologických údajů složená z údajů blízkých stanic ČHMÚ vztažená k jednomu místu, obvykle srážkoměrnému.

## MATERIÁL A METODY

Zjištěné výsledky byly získány pomocí dvou hlavních metod, a to výpočty metodou retrospektivní vláhové bilance a vyhodnocením výsledků výpočtů statistickou analýzou.

### Metoda retrospektivní vláhové bilance

Pro výpočty potřeby závlahové vody pro představitele hlavních druhů zemědělských plodin (konkrétně pšenici ozimou, brambory rané, řepu cukrovou, vaječnici, okurky) v suchých oblastech ČR (jižní, jihovýchodní a střední Morava, Žatecko a Lounsko, střední a východní Čechy) reprezentovaných deseti technickými řadami pro období let blízké současnosti 1961 až 2000 a k časovým horizontům 2025, 2050 a 2075 s ohledem na možnou klimatickou změnu byla použita metoda retrospektivní vláhové bilance (dále jen RVB). Metodou RVB se vypočítává časový průběh potřeby závlahové vody na podkladě sledování a ovlivňování vývoje vlhkosti v půdě u zemědělských plodin za minulou souvislou řadu let (ČSN 75 0434, 1994). Podrobněji je metoda RVB popsána v pracích Zdražila (1973, 1975).

Metoda do výpočtů vyžaduje vstupní údaje hodnot denních srážek, průměrných denních teplot a sytostních doplňků od března do října v každém hodnoceném roce. Kromě toho jsou dalšími vstupními údaji: osevní struktura nebo i jednotlivé plodiny, půdní hydrolimity, velikost závlahové dávky, závlahový cyklus, průměrná sklonitost pozemků.

Metoda bilancuje stav půdní vláhy v návaznosti na vláhové potřeby plodin v denním časovém kroku pro každý rok bilančního období v době od 1. 3. do 31. 10. Bilance byla uskutečněna jednak v retrospektivní recentní časové řadě 40 roků (1961–2000) a také k časovým horizontům 2025, 2050 a 2075 s ohledem na možnou klimatickou změnu pro všechny uvedené představitele hlavních druhů plodin. Aktiva vláhové bilance – srážky a závlahové dávky – do řešení vstupují skutečnými hodnotami. Pasiva, tj. evapotranspirace a nevyužitý odtok, se vypočítávají. Současně do výpočtu vstupují meteorologické prvky o teplotě a sytostním doplňku a tzv. koeficienty biologické křivky, zjištěné pro podmínky České republiky výzkumně. Pro účely klimatických změn k roků 2025, 2050 a 2075 byly hodnoty vstupních meteorologických prvků (průměrné denní teploty, denní srážky a průměrné denní vlhkosti vzduchu) v jednotlivých měsících upraveny o opravné koeficienty, které jsou výstupy modelu klimatické změny Hadley Centre Coupled Model, version 3 (dále jen HadCM3), který je ve světě nejrozšířenější. Je to všeobecný cirkulační model atmosféra – oceán (dále jen AOGCM) vyvinutý v Hadley Centre ve Velké Británii. Výstupy modelu HadCM3 pro Čechy a pro Moravu vztažené k období 1961 až 1990 vypočetl Dubrovský (2005). Konkrétní hodnoty výstupů zjištěné klimatickými scénáři pro Čechy (za místo klimatických scénářů byla zvolena Roudnice) a pro Moravu (Židlochovice) jsou uvedeny v tab. I.

Hodnoty uvedené v tab. I jsou vypočtené střední hodnoty opravných koeficientů, které byly použity pro výpočty metodou RVB v našich nejsušších oblastech reprezentovaných 10 technickými řadami (viz tab. II).

Tab. I: Střední hodnoty opravných koeficientů změny měsíčních teplot, srážek a absolutních vlhkostí oproti roků 1961 až 1990 vypočtené Dubrovským (2005) pro klimatické scénáře stanovené pro Čechy a Moravu k roků 2025, 2050 a 2075 pomocí modelu HadCM3

Oblast	Meteorolog. prvek	Klimatický scénář k roku	Měsíc							
			III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Morava	Teplota [°C]	2025	0,817	0,890	0,969	1,011	1,318	1,640	1,485	1,032
		2050	1,414	1,540	1,678	1,750	2,281	2,838	2,570	1,786
		2075	1,854	2,019	2,200	2,294	2,991	3,721	3,370	2,342
	Srážka [%]	2025	5,029	5,651	3,247	-3,837	-10,505	-12,152	-7,205	0,315
		2050	8,703	9,781	5,620	-6,641	-18,182	-21,032	-12,470	0,545
		2075	11,411	12,824	7,369	-8,707	-23,838	-27,575	-16,349	0,715
	Absolutní vlhkost [%]	2025	5,138	5,075	5,425	4,626	5,463	4,526	4,076	6,431
		2050	8,892	8,784	9,389	8,007	9,455	7,833	7,055	11,131
		2075	11,659	11,517	12,310	10,498	12,397	10,270	9,250	14,594
Čechy	Teplota [°C]	2025	0,782	0,812	0,869	0,902	1,179	1,472	1,407	0,983
		2050	1,354	1,405	1,504	1,561	2,041	2,548	2,435	1,701
		2075	1,775	1,842	1,972	2,047	2,675	3,341	3,192	2,230
	Srážka [%]	2025	8,943	7,199	4,975	0,232	-10,363	-11,940	-8,015	-0,210
		2050	15,479	12,459	8,610	0,402	-17,936	-20,666	-13,873	-0,363
		2075	20,295	16,335	11,289	0,527	-23,516	-27,095	-18,189	-0,476
	Absolutní vlhkost [%]	2025	5,129	4,847	5,167	4,576	5,606	4,537	4,224	6,450
		2050	8,878	8,389	8,944	7,920	9,702	7,853	7,312	11,163
		2075	11,640	10,999	11,726	10,385	12,721	10,296	9,586	14,636

Tab. II: Vymezení technických řad v rámci suchých oblastí ČR

Čechy				
Suchá oblast	Žatecko a Lounsko	Litoměřicko	střední Čechy	východní Čechy
Technická řada	Žatec	Roudnice	Brandýs nad Labem	Pardubice
Morava				
Suchá oblast	jižní Morava		jihovýchodní Morava	střední Morava
Technická řada	Židlochovice	Podivín	Znojmo	Strážnice
				Kroměříž
				Olomouc

Ve výpočtu jsou zohledněny: omezení závlahy před sklizní a po sklizni, snižování výparu v závislosti na půdní vlhkosti. Doba vzházení, stadia vývoje a doba sklizně plodiny se určuje podle sumy teplot. Výpočet rovněž umožňuje zohlednit vliv sklonitosti závlahové plochy na využitelnost denních srážek.

Klimatologická data (denní srážky, průměrné denní teploty a sytostní doplňky od 1. března do 31. října) z 10 technických řad za roky 1961–2000 byla získána od ČHMÚ.

Velikost závlahové dávky se uvažovala 30 mm s dobou jejího dodání na zemědělský pozemek 7 dní, tj. sedmidenní závlahový cyklus při 16hodinové denní době provozu závlahy.

Půdní poměry v uvedených územích byly převzaty ze studie, kterou zpracoval Filip a kol. (2002), jako převládající půdní druh je uváděna hlinitá půda. Podle toho byly zvoleny potřebné půdní hydrolimity: polní vodní kapacita 34 % objemu půdy, bod vadnutí 14 % objemu půdy.

## Statistická analýza

Metodou RVB vypočtené 30leté event. 40leté soubory roční potřeby závlahové vody pro každou vybranou plodinu (pšenice ozimá, řepa cukrová, brambory rané, vaječná, okurky), která byla zvolena jako představitel hlavního druhu pěstovaných plodin (obiloviny, technické plodiny, okopaniny, píce, zeleniny), byly zpracovány do grafů překročení roční potřeby závlahové vody pro všechna zkoumaná období (pro roky 1961–2000 a krokům 2025, 2050, 2075) ve zkoumaných deseti technických řadách Žatec, Roudnice, Brandýs nad Labem, Pardubice, Židlochovice, Podivín, Znojmo, Strážnice, Kroměříž, Olomouc. Z uskutečněných výpočtů a zpracovaných grafů byly zjištěny potřeby závlahové vody v průměrném a suchém roce, které jsou uváděny jako jedny z požadovaných hodnot normou ČSN 75 0434 pro doplňkovou závlahu. Potřeba závlahové vody v suchém roce byla stanovena s pravděpodobností překročení 20 %. Předchozí výpočty pro vybrané plodiny pak byly podkladem pro zjištění trendu vývoje jejich potřeby závlahové vody k časovým horizontům roku 2000, 2025, 2050 a 2075, a to souhrnně pro všechny sledované suché oblasti Čech a Moravy pomocí regresních přímk.

## VÝSLEDKY A DISKUSE

Výpočty potřeby závlahové vody pro vybraných pět plodin metodou RVB byly uskutečněny pro recentní dobu 1961–2000 a k časovým horizontům roku 2025, 2050 a 2075 u všech deseti technických řadách reprezentujících suché oblasti Čech a Moravy. Pro výpočty metodou RVB k budoucím časovým horizontům byly u každé technické řady vzaty do výpočtů denní hodnoty vstupních meteorologických prvků třicetiletí 1961–1990, které byly upraveny pomocí opravných koeficientů uvedených v tab. I. Tak byly získány časové řady potřeby závlahové vody, ze kterých byly stanoveny hodnoty potřeby vody pro průměrný a suchý rok uvedené v tab. III. Stanovení suchého roku je zřejmé z obr. 1, kde je uveden příklad zkonstruovaného grafu překročení ročních potřeb závlahové vody řepy cukrové pro technickou řadu Podivín.

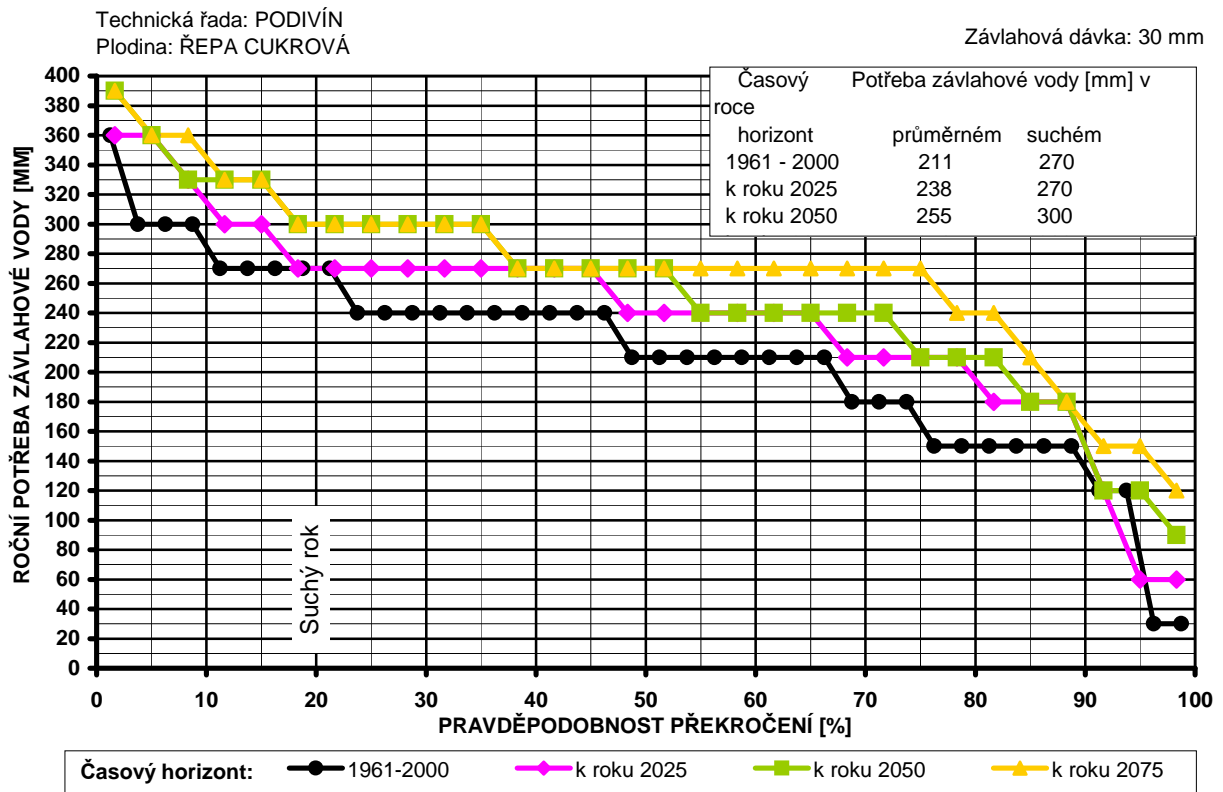
V dalším kroku byly sloučeny vypočtené potřeby závlahové vody v průměrném a suchém roce zjištěné pro všechny zkoumané časové horizonty u každé plodiny a odděleně zpracovány pro území suchých oblastí v Čechách a na Moravě. Zpracování bylo uskutečněno v grafické formě, grafů bylo vytvořeno celkem 10. Pomocí grafů byly stanoveny regresní přímky pro průměrný a suchý rok pro každou zkoumanou plodinu v Čechách a na Moravě, a takto byl stanoven vývojový trend potřeby závlahové vody jednotlivých plodin přes všechny uvažované časové horizonty. Příklad vývoje potřeby závlahové vody v průměrném a suchém roce pro řepu cukrovou pro suché oblasti na Moravě je uveden v grafu na obr. 2. Tendence vývoje potřeby závlahové vody k časovým horizontům 2000, 2025, 2050 a 2075 pro uvažované plodiny zjištěné regresní analýzou pro suché oblasti v Čechách a na Moravě jsou uvedeny v tab. IV.

Z tab. IV je zřejmé, že s využitím modelu klimatické změny HadCM3 vypočtené potřeby závlahové vody pro průměrný i suchý rok mají s růstem budoucího časového horizontu u všech plodin vzestupnou tendenci vývoje a jsou vesměs vyšší než hodnoty zjištěné pro uvažované recentní období 1961–2000. Zároveň je patrné, že hodnoty potřeby závlahové vody v průměrném i suchém roce jsou pro suché oblasti na Moravě, až na nevýznamné výjimky, převážně větší než tyto hodnoty pro suché oblasti v Čechách. Uvedené hodnoty v tab. IV jsou vypočteny pro závlahový způsob postřikem, který je v ČR převážně používán a předpokládá se i v budoucnu, při možné nové výstavbě závlah ve větším rozsahu, jeho převážné uplatnění. Uváděné hodnoty v předloženém příspěvku jsou tzv. netto potřeby závlahové vody, při započtení ztrát vody na pozemku a provozem je třeba tyto potřeby násobit součinitelem ztrát, který se pro postřik podle ČSN 75 0434 pohybuje v rozmezí 1,15 až 1,25.

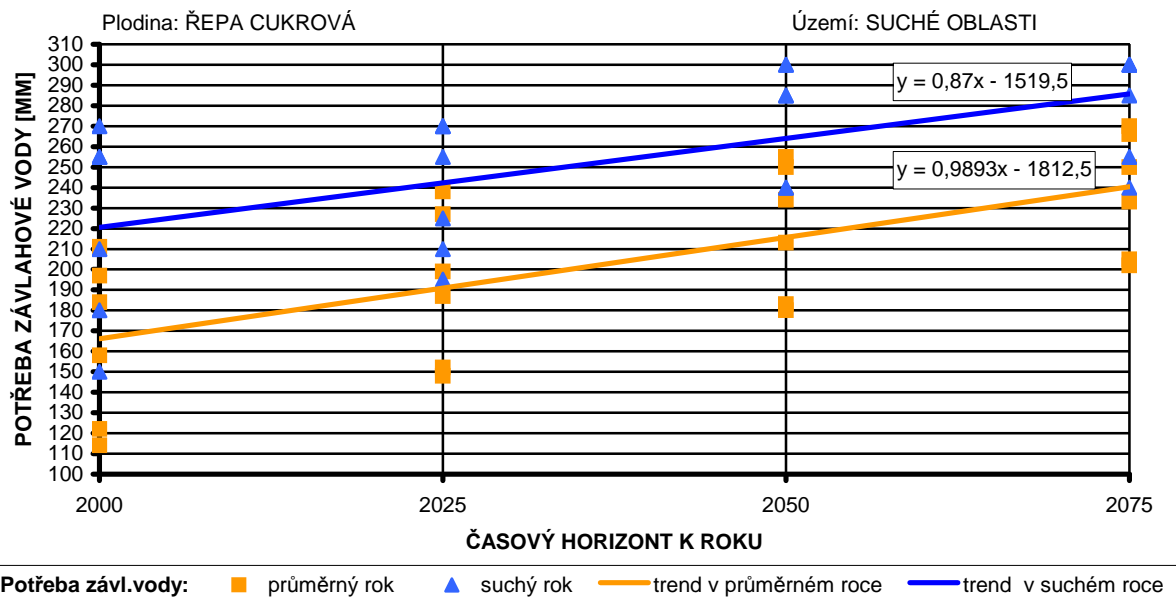
V dostupné literatuře naší i zahraniční jsme nezjistili podobný přístup k řešení problematice. Ze zjištěných poznatků a výsledků vyplývá, že pokud se budou v ČR závlahy rozšiřovat, je třeba, s uvážením neustále se zpřesňujících informací o klimatické změně, věnovat permanentní pozornost potřebě závlahové vody v suchých oblastech ČR, a to nejen pro jednotlivé plodiny, ale i pro celé osevní struktury plodin. Znalost potřeby závlahové vody je důležitým podkladem především pro stanovení plošné výměry závlahy a zajištění vodního zdroje pro závlahu.

Tab. III: Vývoj roční potřeby závlahové vody v mm v průměrném a suchém roce pro vybrané plodiny v suchých oblastech ČR vypočtené metodou RVB s použitím výstupů modelu klimatické změny HadCM3 zpracovaných Dubrovským (2005) pro časové horizonty k rokům 2000 2025, 2050 a 2075

Plodina	Rok	Časový horizont k roku	Čechy				Morava					
			Žatecko a Lounsko	Litoměřicko	střední Čechy	východní Čechy	jižní Morava			jihových. Morava	střední Morava	
			Žatec	Roudnice	Brandýs n/L	Pardubice	Židlochovice	Podivín	Znojmo	Strážnice	Kroměříž	Olomouc
Pšenice ozimá	Průměrný	2000	62	59	44	42	69	86	70	61	44	42
		2025	62	59	47	44	67	91	80	71	48	47
		2050	72	66	53	49	90	100	94	79	54	64
		2075	77	73	56	56	96	111	101	91	68	65
	Suchý	2000	105	90	60	60	90	120	105	90	60	60
		2025	120	105	90	90	90	120	120	90	75	60
		2050	105	120	90	90	120	120	120	120	90	90
		2075	120	120	90	90	120	150	120	120	90	90
Brambory rané	Průměrný	2000	64	65	54	54	72	78	64	62	46	54
		2025	63	56	55	56	75	84	69	70	51	55
		2050	62	61	54	60	79	89	73	76	55	65
		2075	67	63	52	61	83	91	81	76	62	64
	Suchý	2000	90	105	90	90	90	120	90	90	75	75
		2025	90	90	90	90	90	120	105	90	90	90
		2050	105	90	90	90	90	120	90	90	90	90
		2075	120	105	90	90	120	120	120	90	90	90
Řepa cukrová	Průměrný	2000	141	130	113	106	184	211	197	158	122	114
		2025	179	169	149	151	199	238	227	187	148	152
		2050	207	193	172	173	234	255	250	213	183	180
		2075	223	215	194	195	250	270	266	233	205	202
	Suchý	2000	210	195	180	150	255	270	255	210	150	180
		2025	255	240	210	210	255	270	270	225	195	210
		2050	270	240	210	225	285	300	300	285	240	240
		2075	285	270	270	240	300	300	300	285	240	255
Vojtěška užit. rok	Průměrný	2000	146	130	105	92	167	186	171	136	102	103
		2025	155	134	109	104	162	182	176	142	112	117
		2050	169	150	121	122	177	195	190	165	134	135
		2075	179	167	137	138	182	203	201	174	159	156
	Suchý	2000	225	210	165	150	240	240	240	195	150	150
		2025	210	210	150	150	210	210	225	180	150	180
		2050	225	210	150	180	225	240	240	225	195	180
		2075	225	210	180	195	225	240	240	210	210	195
Okurky	Průměrný	2000	234	225	209	207	269	290	283	252	227	202
		2025	269	266	257	254	288	295	294	274	253	252
		2050	285	271	263	256	293	304	302	276	264	256
		2075	289	284	264	270	303	307	305	283	275	263
	Suchý	2000	300	270	240	255	330	330	330	300	270	240
		2025	315	330	300	315	330	330	330	315	300	300
		2050	330	315	300	300	330	330	330	300	300	300
		2075	330	330	300	330	345	330	330	315	300	300



Obr. 1: Příklad grafu překročení ročních potřeb závlahové vody



Obr. 2: Vývoj potřeby závlahové vody v průměrném a suchém roce vypočtený metodou RVB s použitím výstupů modelu klimatické změny HadCM3 zpracovaných Dubrovským (2005) pro časové horizonty k rokům 2000, 2025, 2050 a 2075

Tab. IV: Tendence vývoje potřeby závlahové vody podle plodin k časovým horizontům 2000, 2025, 2050 a 2075 v souhrnu pro suché oblasti v Čechách a na Moravě zjištěné regresní analýzou

Plodina	Časový horizont k roku	Suché oblasti v Čechách				Suché oblasti na Moravě			
		Průměrný rok		Suchý rok		Průměrný rok		Suchý rok	
		Potřeba závlahové vody	Zvýšení potřeby závl. vody oproti recentní době	Potřeba závlahové vody	Zvýšení potřeby závl. vody oproti recentní době	Potřeba závlahové vody	Zvýšení potřeby závl. vody oproti recentní době	Potřeba závlahové vody	Zvýšení potřeby závl. vody oproti recentní době
		[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]	[mm]	[%]
Pšenice ozimá	2000	61	0	85	0	61	0	86	0
	2025	66	7,9	93	9,3	70	15,3	96	11,6
	2050	71	15,8	101	18,6	79	30,7	106	23,2
	2075	76	23,7	108	27,9	88	46,0	116	34,8
Brambory rané	2000	58	0	91	0	63	0	91	0
	2025	59	1,1	93	2,9	67	7,3	95	4,7
	2050	60	2,1	96	5,8	72	14,6	99	9,4
	2075	60	3,2	99	8,7	77	22,0	103	14,1
Řepa cukrová	2000	128	0	191	0	166	0	221	0
	2025	156	21,7	216	13,4	191	14,9	242	9,9
	2050	183	43,3	242	26,8	216	29,8	264	19,7
	2075	211	65,0	267	40,2	240	44,7	286	29,6
Vojtěška už. rok	2000	116	0	182	0	141	0	197	0
	2025	129	10,9	187	3,1	153	8,7	204	3,9
	2050	141	21,7	193	6,2	166	17,4	212	7,9
	2075	154	32,6	199	9,3	178	26,0	220	11,8
Okurky	2000	229	0	279	0	258	0	305	0
	2025	247	7,9	296	5,9	270	4,4	310	1,9
	2050	265	15,8	312	11,8	281	8,7	316	3,8
	2075	284	23,7	329	17,7	292	13,1	322	5,7

Pro hodnocení zemědělského sucha není v současné době dostatek vhodných metod. Velikost potřeby závlahové vody je přímo úměrná velikosti zemědělského sucha, tj. čím vyšší je potřeba závlahové vody v roce, tím je zemědělsky sušší rok. Ukazuje se tedy, že potřeba závlahové vody může být i hodnotícím kritériem výskytu zemědělského sucha, neboť je integrálním ukazatelem zahrnujícím meteorologické, půdní, morfologické a agrotechnické činitele. Tento přístup uvádějí ve své práci Spitz a Hemerka (2005).

## SOUHRN

Podle současných predikcí se má v ČR předpokládaná klimatická změna projevit zvýšeným výskytem nepříznivých extrémních jevů – povodní a sucha. Předložený příspěvek je věnován zemědělskému suchu. Závlaha je nejúčinnější ochranou zemědělských plodin proti suchu. Jsou uvedeny výsledky výpočtů potřeby závlahové vody (pro závlahu postřikem) metodou retrospektivní vláhové bilance (RVB) pro představitele hlavních druhů zemědělských plodin, tj. obiloviny, technické plodiny, okopaniny, píceiny, zeleniny (konkrétně pro pšenici ozimou, brambory rané, řepu cukrovou, vojtěšku, okurky) v našich suchých oblastech (jižní, jihovýchodní a střední Morava, Žatecko a Lounsko, střední a východní Čechy) reprezentovaných deseti technickými řadami pro období let blízké současnosti 1961 až 2000 a k časovým horizontům 2025, 2050 a 2075 s ohledem na možnou klimatickou změnu. Změny vstupních meteorologických prvků (průměrné denní teploty, denní srážky a průměrné denní vlhkosti vzduchu) pro výpočty potřeb závlahové vody k uvedeným časovým horizontům byly uskutečněny pomocí výstupů scénářů pro Čechy a pro Moravu zjištěných modelem

klimatické změny Hadley Centre Coupled Model, version 3 (HadCM3), který je ve světě nejrozšířenější. Je to všeobecný cirkulační model atmosféra – oceán (AOGCM) vyvinutý v Hadley Centre ve Velké Británii. Výsledky výpočtů metodou (RVB) jsou prezentovány pro průměrný a suchý rok v tab. III a byly podkladem pro zjištění trendu vývoje potřeby závlahové vody vybraných plodin k časovým horizontům roků 2000, 2025, 2050 a 2075, a to souhrnně pro všechny sledované suché oblasti Čech a Moravy pomocí regresních přímk (příklad je uveden na obr. 2). Regresní analýzou zjištěné výsledky jsou obsahem tab. IV a ukazují, že potřeby závlahové vody pro průměrný i suchý rok mají s růstem budoucího časového horizontu u všech vybraných plodin vzestupnou tendenci vývoje a jsou vesměs vyšší než hodnoty zjištěné pro uvažované recentní období 1961–2000. Zároveň je patrné, že hodnoty potřeby závlahové vody v průměrném i suchém roce jsou pro suché oblasti na Moravě, až na nevýznamné výjimky, převážně větší než tyto hodnoty pro suché oblasti v Čechách.

Ze získaných hlavních výsledků a poznatků vyplývá, že pokud se budou v ČR závlahy rozšiřovat, je třeba, s uvážením neustále se zpřesňujících informací o klimatické změně, věnovat permanentní pozornost potřebě závlahové vody v suchých oblastech ČR, a to nejen pro jednotlivé plodiny, ale i pro celé osevní struktury plodin. Znalost potřeby závlahové vody je důležitým podkladem především pro stanovení plošné výměry závlahy a zabezpečení vodního zdroje pro závlahu.

klimatická změna, zemědělské sucho, potřeba závlahové vody, metoda retrospektivní vláhové bilance, regresní analýza

Předložený příspěvek je výstupem výzkumného projektu NAZV č. QF3100 „Posouzení nárůstu klimatického sucha v zemědělství a zmírňování jeho důsledků závlahami“.

## LITERATURA

- [1] DUBROVSKÝ, M., 2005 *Scénáře změny klimatu pro Českou republiku*. Hradec Králové: Akademie věd ČR, 7 s.
- [2] DUBROVSKÝ, M., NEMEŠOVÁ, I., KALVOVÁ, J., 2005 *Uncertainties in Climate Change Scenarios for the Czech Republic*. Climate Research. Praha: Karlova univerzita, v tisku.
- [3] FILIP, J. a kol., 2002 *Návrh závlahových osevních struktur*. Zpráva. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 15 s., 39 s. příloh.
- [4] HARVEY, L. D. D., GREGORY, J., HOFFERT, M., JAIN, A., LAL, M., LEEMANS, R., RAPER, S. B. C., WIGLEY, T. M. L., DE WOLDE, J., 1997 *The introduction to simple climate models used in the IPCC (Second Assessment Report)*. Switzerland, Geneva: Panel on Climate Change, 50 s.
- [5] HULME, M., WIGLEY, T. M. L., BARROW, E. M., RAPER, S. C. B., CENTELLA, A., SMITH, S., CHIPANSHI, A. C., 2000 *Using a climate scenario generator for vulnerability and adaptation assessments: MAGICC and SCENGEN Version 2.4 Workbook*. UK, Norwich: Climatic Research Unit, 52 s.
- [6] KALVOVÁ, J. A KOL., KAŠPÁREK, L. A KOL., JANOUŠ, D. A KOL., ŽALUD, Z. A KOL., KAZMAROVÁ, H. A KOL., 2002 *Scénáře změny klimatu na území České republiky a odhady dopadů klimatické změny na hydrologický režim, sektor zemědělství, sektor lesního hospodářství a na lidské zdraví v ČR*. Praha: Nakladatelství Český hydrometeorologický ústav, 158 s.
- [7] KLEMENTOVÁ, E., LITSCHMANN, T., 2001 Drought and their evaluation. In *9<sup>th</sup> International Conference of Horticulture*. Lednice na Moravě: vol. 2, s. 443–447.
- [8] KLEMENTOVÁ, E., LITSCHMANN, T., ROŽNOVSKÝ, J., 2002 Assessment of Drought in Landscape. In *Participation of women in the fields of meteorology, operational hydrology and related sciences*. Bratislava: 16.–17. V. 2002, s. 143–148.
- [9] KURPELOVÁ, M., COUFAL, L., ČULÍK, J., 1975 *Agroklimatické podmienky ČSSR*. vyd. Bratislava: Hydrometeorologický ústav Bratislava, 267 s.



- [10] Mc. KEE, T.B., DOESKEN, N. J., KLEIST, J., 1993 The relationship of drought frequency and duration to time scales. *8th Conference on Applied Climatology*. Anaheim: CA, 17.–22. 1. 1993 s. 179–184.
- [11] ROŽNOVSKÝ, J. A KOL., 1996 *Návrh opatření na ochranu proti změně klimatu v sektoru zemědělství* (adaptační opatření). Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 35 s.
- [12] SIVAKUMAR, M. V. K., WILHITE, D. A., 2002 Drought Preparedness and Drought Management. In International Conference *Drought Mitigation and Prevention of Land Desertification*. Slovinsko, Bled: ICID, ERWG, ERWTD, SINCID, 21.–25. 4. 2002, na CD-ROM příspěvek č. 2, 16 s.
- [13] SPITZ, P., FILIP, J., HEMERKA, G., PRUDKÝ, J., 1999 Prognóza vodohospodářských opatření proti suchu pro případ nepříznivé klimatické změny v České republice. In Sborník mezinár. konf. *Krajina, meliorace a vodní hospodářství na přelomu tisíciletí*. Brno: VUT Brno, s. 269–274.
- [14] SPITZ, P., FILIP, J., KUČERA, J., 2000 Prognóza závlah při klimatickém nárůstu sucha v České republice. *Vědecké práce Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha*, 12: s. 115–126. ISSN 1210-1672.
- [15] SPITZ, P., HEMERKA, I., 2005 Posouzení hypotézy nárůstu zemědělského sucha v klimatu České republiky. *Soil and Water Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy Praha*, 4: s. 85–94. ISSN 1213-8673.
- [16] TAKÁČ, J., 1999 Trendy vývoja vodného režimu pôd v modelových podmienkach Žitného ostrova. *Vedecké práce Výskumného ústavu závlahového hospodárstva*, 24: s. 195–208. ISBN 80-85755-07-6.
- [17] TICHÝ, M., VINŠ, B., ROŽNOVSKÝ, J., HLADNÝ, J., 1997 *Study on Adaptation - Background Report on Adaptation Measures*. Praha: SEVEN Praha, 42 s.
- [18] TOMAN, F., SPITZ, P., FILIP, J., 2002 Impact of Predicted Climatic Change on Agriculture and Forestry in the Czech Republic. In International Conference *Drought Mitigation and Prevention of Land Desertification*. Slovinsko, Bled: ICID, ERWG, ERWTD, SINCID, 21.–25. 4. 2002, na CD-ROM příspěvek č. 71, 8 s.
- [19] WILHITE, D. A., 2002 Global Drought Preparedness Network „Creating a Network of Regional Drought Preparedness Networks“. In International Conference. *Drought Mitigation and Prevention of Land Desertification*. Slovinsko, Bled: ICID, ERWG, ERWTD, SINCID, 21.–25. 4. 2002, na CD-ROM příspěvek č. 4, 11 s.
- [20] DE WRACHIEN, D., RAGAB, R., GIORDANO, A., 2002 Climate Change Impact on Land Degradation and Desertification in the European Mediterranean Region. In International Conference *Drought Mitigation and Prevention of Land Desertification*. Slovinsko, Bled: ICID, ERWG, ERWTD, SINCID, 21.–25. 4. 2002, na CD-ROM příspěvek č. 3, 23 s.
- [21] ZDRAŽIL, K., 1973 *Výpočtové metody v závlahách* (závěrečná zpráva). Brno: Výzkumný ústav závlahového hospodárstva Bratislava, 43 s., 7 s. příloh.
- [22] ZDRAŽIL, K., 1975 *Zpřesnění metody výpočtu režimu závlah retrospektivní vláhovou bilancí na počítači* (dílčí závěrečná zpráva). Brno: Výzkumný ústav závlahového hospodárstva Bratislava, 51 s., 6 s. příloh.
- [23] ČSN 75 0434 Potřeba vody pro doplňkovou závlahu. 1994.