DLOUHODOBÁ POTŘEBA ZÁVLAHOVÉ VODY JAKO UKAZATEL PRO POSOUZENÍ HYPOTÉZY NÁRŮSTU VÝSKYTU ZEMĚDĚLSKÉHO SUCHA V KLIMATU ČESKÉ REPUBLIKY

Pavel Spitz, Ivo Hemerka

V souvislosti s predikovanou klimatickou změnou nebo dokonce změnou klimatu vlivem globálního oteplování Země jsou vyvíjeny metody, které mohou tuto změnu ozřejmit. Jedním z průvodních jevů očekávané klimatické změny je možný zvětšený výskyt meteorologického sucha. V důsledku meteorologického sucha pak dochází i k dalším kategoriím sucha, tj. např. hydrologickému suchu, zemědělskému suchu apod. Předložený příspěvek uvádí novou metodu hodnocení, která byla použita pro posouzení hypotézy nárůstu výskytu zemědělského sucha v klimatu České republiky v recentní době.

Potřeba závlahové vody byla zvolena jako kritérium pro výskyt sucha, neboť je integrálním ukazatelem zahrnujícím meteorologické, půdně morfologické a agrotechnické činitele. Hodnotící metoda vycházela ze skutečnosti, že velikost potřeby závlahové vody je přímo úměrná velikosti zemědělského sucha, tj. čím vyšší je potřeba závlahové vody v roce, tím je rok zemědělsky sušší. Znalost potřeby závlahové vody je rovněž důležitým podkladem pro hydrologické stanovení potřeby vodních zdrojů pro závlahy. Byly uskutečněny výpočty ročních potřeb závlahové vody metodou retrospektivní vláhové bilance (RVB) za období roků 1931 až 2000, tj. 70-ti let. Zjištěné výsledky výpočtů byly statisticky analyzovány. V předloženém příspěvku jsou uvedeny výsledky pro území reprezentovaná klimatickými stanicemi, a to pro Žatecko a Lounsko (Žatec), Litoměřicko (Roudnice), střední Čechy (Brandýs nad Labem), východní Čechy (Pardubice), jižní Moravu (Znojmo, Podivín, Židlochovice), jihovýchodní Moravu (Strážnice), střední Moravu (Olomouc, Kroměříž), která se nacházejí v našich nejsušších oblastech, kde by se měl nárůst zemědělského sucha vlivem klimatické změny projevit nejdříve. Ze zjištěných výsledků lze učinit celkový závěr, že se nepodařilo jednoznačně prokázat hypotézu nárůstu zemědělského sucha v recentní době u nás vlivem predikované klimatické změny.

Klíčová slova: klimatická změna, sucho, zemědělské sucho, suchá oblast, klimatická stanice, retrospektivní vláhová bilance, potřeba závlahové vody, statistická analýza

Long-term need of irrigation water as a parameter for the assessment of the hypothesis of an increase of agricultural drought in the climate of the Czech Republic. *In connection with the predicted climatic change or even the change of climate due to global warming of the Earth, methods are being developed, which can help clarify this change. One of the accompanying phenomenons of the expected climatic change is the possible increased occurrence of the meteorological drought. As a result of the meteorological drought, other categories of drought occur, such as hydrological drought, agricultural drought etc. This contribution is presenting a new method of assessment, which was recently used for the assessment of the hypothesis of the increase of occurrence of the agricultural drought in the climate of the Czech Republic.*

The need of irrigation water was chosen as the criterion for the occurence of drought, because it is an integral parameter which includes meteorological, soil-morphological and agro-technical factors. The assessment method was based on the fact, that the need of irrigation water is directly proportional to the extent of the agricultural drought, in other words the greater the need of irrigation water in a year, the dryer agricultural-wise is the year. The knowledge of the need of irrigation water is also an important base for the hydrological determination of the need of water sources for the irrigation. Calculations of the yearly needs of irrigation water have been made by the method of retrospective moisture balance (RVB) for the period of 1931 to 2000, i.e. a period of 70 years. The ascertained results of the calculations have been statistically analysed. This contribution quotes the results for areas represented by climatic stations, namely for the Žatec and Louny region (Žatec), Litoměřice region (Roudnice), Central Bohemia (Brandýs nad Labem), Eastern Bohemia (Pardubice), South Moravia (Znojmo, Podivín, Židlochovice), and Central Moravia (Olomouc, Kroměříž), which are located in our dryest regions, where the creep of agricultural drought due to the climatic change should manifest itself earliest. From the gained results, an overall conclusion can be drawn, that it has not been unambiguously shown that the hypothesis of the recent increase of agricultural drought in our country due to the predicted climatic change is valid.

Key words: climatic change, agricultural drought, dry region, climatic station, retrospective moisture balance, irrigation water need, statistical analysis

ÚVOD

V souvislosti s predikovanou klimatickou změnou, která má základ ve statisticky prokázaném zvyšování průměrných ročních teplot v posledních 20 letech 20. století byla stanovena hypotéza nárůstu výskytu zemědělského sucha v klimatu České republiky již v recentní době. Cílem předložené práce je zjistit oprávněnost této hypotézy.

Zemědělské (agronomické) sucho je definováno jako nedostatek vody v půdě způsobený předchozím nebo současným meteorologickým suchem. Vlhkostní režim půdy určuje zásobování rostlin vodou, ovlivňuje vzdušné a teplotní režimy, biologickou aktivitu, biogeochemické cykly i stav rostlinných živin v půdě. Má dopad na technologické vlastnosti půd, určuje potřebu a optimální čas agrotechnických opatření, použitou techniku i spotřebu energie (Z l a t u š k o v á, 2003).

Je předpoklad, že nárůst zemědělského sucha se nejdříve projeví v našich nejúrodnějších a zároveň nejsušších oblastech jižní Moravy, Polabí a Žatecka a také ve východních Čechách, střední a jihovýchodní Moravě.

MATERIÁL A METODY

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

Metoda retrospektivní vláhové bilance

Metodou retrospektivní vláhové bilance (dále jen RVB) byly uskutečněny výpočty ročních potřeb závlahové vody za období roků 1931 až 2000, tj. 70-ti let.

Metodou RVB se vypočítává časový průběhu potřeby závlahové vody na podkladě sledování a ovlivňování vývoje vlhkosti v půdě u zemědělských plodin za minulou souvislou řadu let. (ČSN 75 0434, 1994). Kritériem pro výskyt zemědělského sucha byla zvolena potřeba závlahové vody, neboť je integrálním ukazatelem zahrnujícím meteorologické, půdně morfologické a agrotechnické činitele. Podrobněji je metoda RVB popsána v pracích Z d r a ž i l (1973, 1975), S p i t z (1979) a také Z d r a ž i l, S p i t z (1984).

Vstupními údaji do výpočtů metodou RVB jsou hodnoty denních srážek, průměrných denních teplot a sytostních doplňků od března do října v každém hodnoceném roce. Kromě toho jsou dalšími vstupními údaji: osevní struktura, půdní hydrolimity, velikost závlahové dávky, závlahový cyklus, průměrná sklonitost pozemků.

Bilance se uskutečnila v retrospektivní časové řadě 70 roků (1931–2000) pro všechny plodiny osevní struktury. Metoda bilancuje pro každý rok bilančního období v době od 1.3. do 31.10. stav půdní vláhy v návaznosti na vláhové potřeby plodin v denním časovém kroku. 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 údaje o teplotě a sytostním doplňku a tzv. koeficienty biologické křivky, výzkumně zjištěné pro podmínky České republiky.

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

Vstupní údaje, které vyžadují výpočty metodou RVB byly získány následujícím způsobem. Agronomické a pedologické údaje byly stanoveny ve spolupráci s MZLU v Brně. Meteorologická data (denní srážky, průměrné denní teploty a sytostní doplňky od 1. března do 31. října) z 10 klimatických stanic za roky 1931-2000 byly získány od ČHMÚ (Tab. 1).

Tab. 1 Zeměpisné souřadnice klimatických stanic ČHMÚ v zájmových oblastech

Tab. 1 Geographical co-ordinates of the climatic stations CHMI in the interest territories

Oblast	Klimatická stanice	Nadmořská výška [m n. m.]	Zemská délka	Zemská šířka
Žatecko a Lounsko	Žatec	201	13°33´	50°20´
Litoměřicko	Roudnice	200	14°16´	50°25´
Střední Čechy	Brandýs nad Labem	179	14°40´	50°11´
Východní Čechy	Pardubice	209	15°33´	50°02´
Jižní Morava	Židlochovice	180	16°36´	49°02´
	Podivín	169	16°51´	48°50´
	Znojmo	334	16°05´	48°53´
Jihovýchodní Morava	Strážnice	187	17°19´	48°53´
Střední Morava	Kroměříž	235	17°22´	49°17´
	Olomouc	225	17°14´	49°34´

Vstupní údaje pro výpočet se sestavují do 2 souborů, a to do souboru základních údajů a souboru meteorologických údajů.

Soubor základních údajů sestává z bloku základních údajů a bloku údajů plodin, které obsahují:

Blok základních údajů: název úlohy, název meteorologické stanice, délka závlahového cyklu, počet závlahových cyklů v roce, počet plodin, závlahová dávka, koeficient využitelné zimní vláhy, koeficient „biologické křivky“ holé půdy, varianty omezení kapacity hlavních závlahových zařízení.

Blok údajů plodin: název plodiny, koeficient ekonomické důležitosti, procento plochy, polní vodní kapacita pro počáteční hloubku kořenění, suma teplot pro maximální hloubku zakořenění, polní vodní kapacita a bod vadnutí pro maximální hloubku zakořenění, koeficient minimální vlhkosti, agrotechnický termín setí, suma teplot pro vzejití plodiny, agrotechnický termín zralosti plodiny, suma teplot pro plné zakrytí povrchu půdy, pole s údaji o sumě teplot, koeficientu biologické křivky a koeficientu fyziologické důležitosti závlahy. Agrotechnické údaje plodin jsou závislé na průměrné sumě teplot od 1.3. do 31.10. a jsou rozděleny do tří teplotních skupin 2950–3150 ºC, 3150-3350 ºC, 3350-3550 ºC.

Soubor meteorologických údajů obsahuje data: rok, denní srážky, denní sytostní doplňky, průměrné denní teploty. Všechny údaje za dobu od 1.3. do 31.10., tj. čítají celkem 735 údajů v roce.

Na struktuře pěstovaných plodin do jisté míry závisí potřeba závlahové vody a její časový průběh. Výpočty bylo třeba proto uskutečnit pro osevní strukturu. K tomu byla vypracována studie ve spolupráci s odborníky z MZLU v Brně (F i l i p a kol., 2002), která je věnována návrhu osevních struktur v našich nejsušších oblastech. Použité zastoupení plodin v osevních strukturách pro výpočty je uvedeno v tab. 2.

Velikost závlahové dávky se uvažovala 300 $m^3.ha^{-1}$ s dobou jejího dodání na zemědělský hon 7 dní, tj. sedmidenní závlahový cyklus při 16 – ti hodinové denní době provozu závlahy, kapacita hlavního závlahového zařízení neomezená.

Tab. 2 Zastoupení plodin v osevních strukturách pro jednotlivé oblasti podle studie Filip a kol. (2002)

Tab. 2 Representation of crop sorts in the area under crops for different separate individual territories according to study Filip and other (2002)

Plodina	Oblast		
	Jihomoravská a jihovýchodní Morava	**Středočeská**	**Lounsko - Žatecko**
	[%]	[%]	[%]
Pšenice ozimá	40	37	37
Ječmen jarní	20	21	25
Kukuřice na zrno	11	7	3
Cukrová řepa	5	10	8
Brambory rané	2	2	2
Pícniny víceleté	9	10	12
Pícniny jednoleté	8	10	10
Slunečnice	1	1	0
Zeleniny	4	2	2
Celkem	100	100	100
	Středomoravská	**Východočeská**	**Litoměřicko**
Pšenice ozimá	37	36	35
Ječmen jarní	25	22	22
Kukuřice na zrno	5	5	3
Cukrová řepa	10	10	13
Brambory rané	1	1	2
Pícniny víceleté	12	12	12
Pícniny jednoleté	8	12	10
Slunečnice	1	1	0
Zeleniny	1	1	3
Celkem	100	100	100

Poznámka: ve výpočtech je pícninou víceletou vojtěška, pícninami jednoletými je kukuřice na zeleno a kukuřice na siláž, zeleninami jsou květák pozdní, zelí pozdní, okurky nakladačky, rajčata.

Konkrétní agrotechnické vstupní údaje plodin potřebné pro metodu RVB byly pro stanice Brandýs nad Labem, Olomouc,Pardubice, Roudnice a Žatec převzaty z teplotní skupiny 2950–3150 ºC, pro stanice Kroměříž, Podivín, Strážnice, Znojmo a Židlochovice ze skupiny 3150-3350 ºC.

Pokud se týká půdních poměrů v uvedených územích, zmíněná studie F i l i p a k o l . (2002) uvádí jako převládající půdní druh hlinitou půdu. Podle toho byly zvoleny potřebné půdní hydrolimity: polní vodní kapacita 34 % objemu půdy, bod vadnutí 14 % objemu půdy.

Výsledky výpočtů metodou RVB se statisticky vyhodnotily. Hlavním cílem statistické analýzy uvedené časové řady 70 roků u všech území bylo zjistit, zdali je možné prokázat trend k nárůstu sucha recentních 25-ti let (1976–2000) oproti referenčnímu období předchozích 30-ti roků (1931–1960). Pro zjištění tohoto trendu jsou nejdůležitější hodnoty nadprůměrných potřeb závlahové vody.

Statistická analýza

Vlivem značné rozkolísanosti vypočtených potřeb závlahové vody v jednotlivých letech sledovaného sedmdesátiletí ve všech deseti klimatických stanicích, jak je zřejmé z grafů 1 až 10, ukázaly se metody statistické analýzy časových řad, konkrétně klouzavé průměry, trendové funkce (nejen lineární) s použitím metody nejmenších čtverců neprůkaznými s ohledem na kvantitativní hodnocení posouzení hypotézy nárůstu sucha v blízké minulosti u nás. Proto bylo nutno zvolit vlastní metodu hodnocení.

Vlastní statistická hodnotící metoda vychází ze skutečnosti, že velikost potřeby závlahové vody je přímo úměrná velikosti zemědělského sucha, tj. čím zemědělsky sušší je rok, tím vyšší je potřeba závlahové vody v roce. Přitom z hlediska posouzení hypotézy nárůstu sucha je rozhodující, jak již bylo řečeno, výskyt extrémně suchých roků, za které byly považovány ty, u nichž byla nadprůměrná

potřeba závlahové vody, tj. byla vyšší než průměr potřeby závlahové vody vypočtený za období 1931 až 2000.

Použitá statistická analýza trendu nárůstu sucha je založena na porovnání rozdílu relativních četností výskytu roků s nadprůměrnou potřebou závlahové vody v období let blízké minulosti 1976 až 2000 p_s k referenčnímu minulému období let 1931 až 1960 p_m. podle kritérií uvedených v tab. 3.

Tab. 3 Kritéria pro hodnocení vývojového trendu extrémně suchých roků v období 1976 až 2000 oproti období 1931-1960 podle rozdílu relativních četností výskytu p_s - p_m

Tab. 3 Criterions for values of the evolutionary tendency extreme dry years in period 1976 till 2000 with regard to period 1931 till 1960 according to difference of frequency occurrence p_s - p_m

Hodnota rozdílu relativních četností výskytu $p_s - p_m$ [%]	Vývojový trend výskytu extrémně suchých roků v období 1976-2000 oproti období 1931-1960
≥ 10	velmi významný nárůst
5 až 10	významný nárůst
0 až 5	nevýznamný nárůst
0	nulový nárůst (pokles)
0 až -5	nevýznamný pokles
-5 až -10	významný pokles
-10<	velmi významný pokles

VÝSLEDKY A DISKUSE

Zpětně za období roků 1931 až 2000 byly metodou RVB vypočteny potřeby závlahové vody pro osevní struktury plodin uvedené v tab. 2 pro zpracovávaná území Žatecko a Lounsko (reprezentované klimatickou stanicí Žatec), Litoměřicko (Roudnice), střední Čechy (Brandýs nad Labem), východní Čechy (Pardubice), jižní Moravu (Znojmo, Podivín, Židlochovice), jihovýchodní Moravu (Strážnice), střední Moravu (Olomouc, Kroměříž). Výpočty se uskutečnily pro teoretickou neomezenou kapacitu závlahového zařízení, kdy se každé plodině dodá každá požadovaná závlahová dávka.

Výsledkem výpočtů je výsledná tabulka režimu potřeby závlahové vody obsahující měsíční a roční hodnoty v $m^3.ha^{-1}$ za celou zpracovanou řadu let. Tato tabulka je základním podkladem pro vyjádření časového průběhu potřeby závlahové vody a je podkladem pro jeho statistické hodnocení. Vypočtené roční potřeby závlahové vody metodou RVB pro jednotlivá území byly z tabulkového vyjádření převedeny do grafické formy a jsou uvedeny v grafech 1 až 10.

Zpracované výsledky pomocí uvedených grafů a kriterií uvedených v tab. 3 jsou prezentovány v tab. 4.

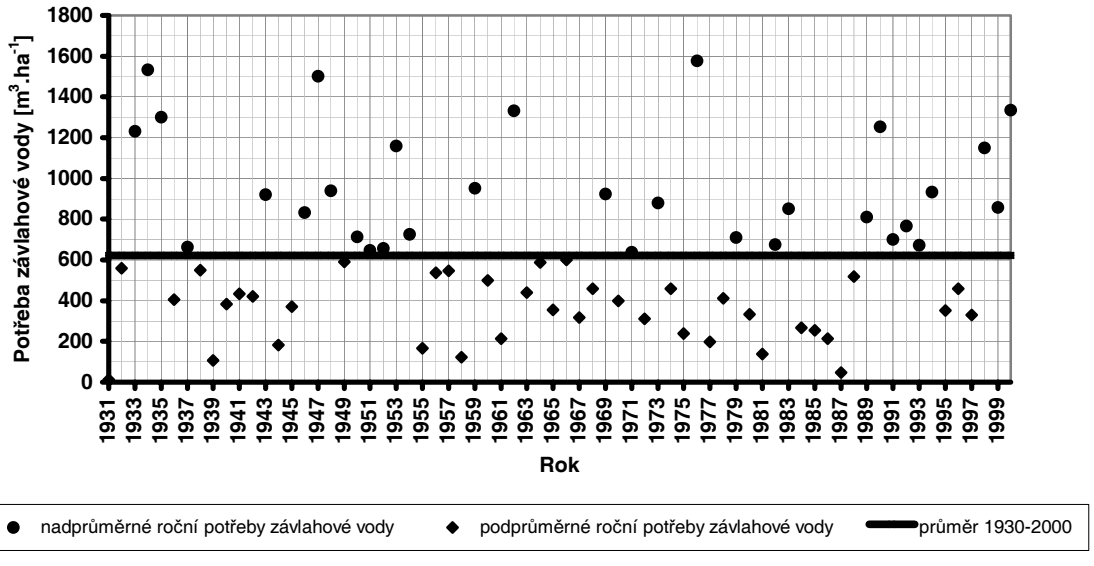
Z výsledků hodnocení období roků 1976–2000 vyplývá, že pro 40 % případů z 10 sledovaných klimatických stanic (Podivín, Pardubice, Roudnice, Brandýs nad Labem) se zjistil nárůst extrémně zemědělsky suchých roků oproti referenčnímu období 1931 až 1960, v 60 % (Žatec, Židlochovice, Znojmo, Strážnice, Kroměříž, Olomouc) případů se naopak neprokázal. To svědčí o tom, že na územích v okolí klimatických stanic Pardubice, Podivín, Roudnice a Brandýs nad Labem je možné připustit, že se již začíná projevovat predikovaná změna ke zvýšení zemědělského sucha, na zbývajících zkoumaných suchých územích u nás se zatím neprojevuje.

Tab. 4 Zjištění vývojového trendu výskytu extrémně suchých roků v období 1976 až 2000 oproti období 1931 až 1960 pro naše suché oblasti

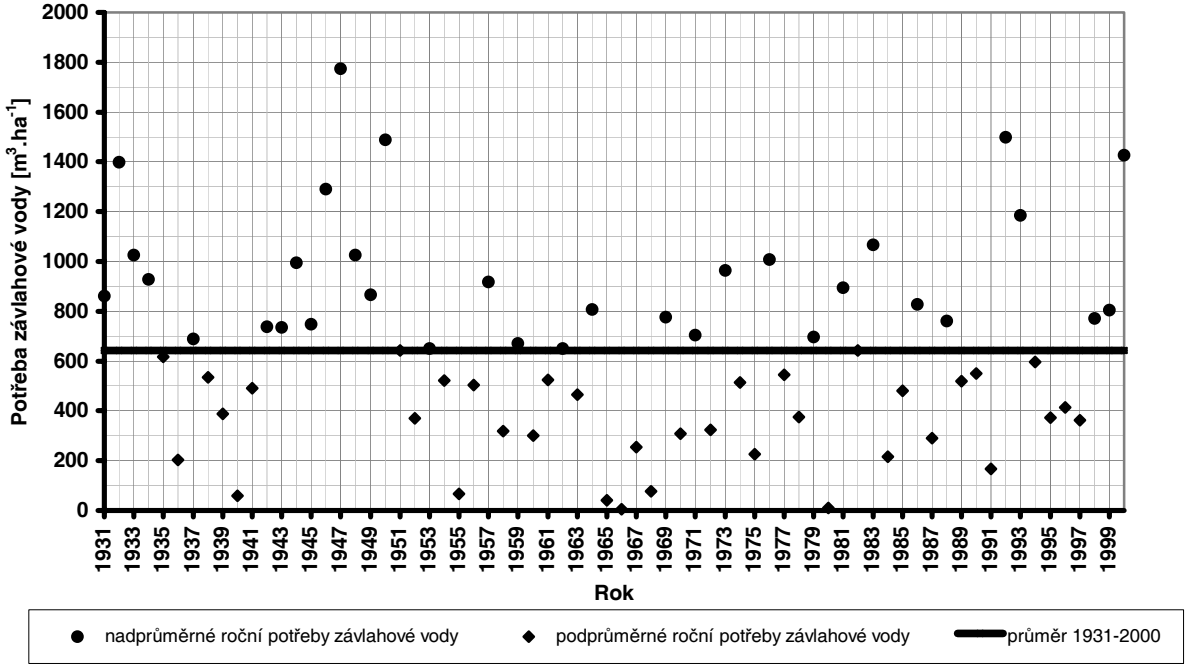
Tab. 4 Ascertainment of evolutionary tendency occurrence dry years in period 1976 till 2000 with regard to period 1931 till 1960 for our dry territories

Oblast	Klimatická stanice	Absolutní četnost výskytu extrémně suchých let		Relativní četnost výskytu extrémně suchých let [%]		Rozdíl $p_s - p_m$ [%]	Vývojový trend výskytu extrémně suchých roků v období 1976 až 2000 oproti období 1931 až 1960
		v období 1931 až 1960	v období 1976 až 2000	v období 1931 až 1960	v období 1976 až 2000		
				p_m	p_s		
Žatecko a Lounsko	Žatec	17	14	56,7	56,0	-0,7	nevýznamný pokles
Litoměřicko	Roudnice	14	13	46,6	52,0	+5,4	významný nárůst
Střední Čechy	Brandýs n.L	14	13	46,6	52,0	+5,4	významný nárůst
Východní Čechy	Pardubice	9	13	30,0	52,0	+22,0	velmi významný nárůst
Jižní Morava	Židlochovice	18	13	56,7	52,0	-4,7	nevýznamný pokles
	Podivín	11	15	36,7	60,0	+23,3	velmi významný nárůst
	Znojmo	16	13	53,3	52,0	-1,3	nevýznamný pokles
Jihovýchní Morava	Strážnice	17	13	56,7	52,0	-4,7	nevýznamný pokles
Střední Morava	Kroměříž	17	11	56,7	44,0	-12,7	velmi významný pokles
	Olomouc	19	12	63,3	44,0	-19,3	velmi významný pokles

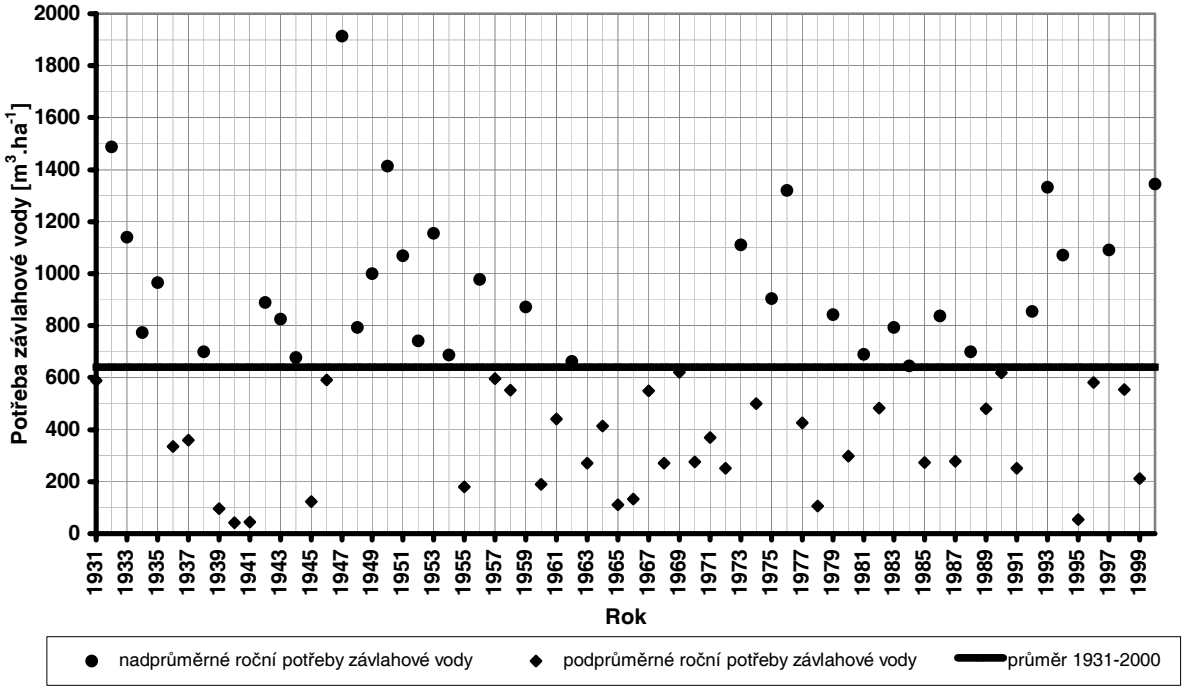
Graf 1 *Hodnoty potřeb závlahové vody v letech 1931-2000 vypočtené metodou RVB klimatická stanice Brandýs nad Labem*



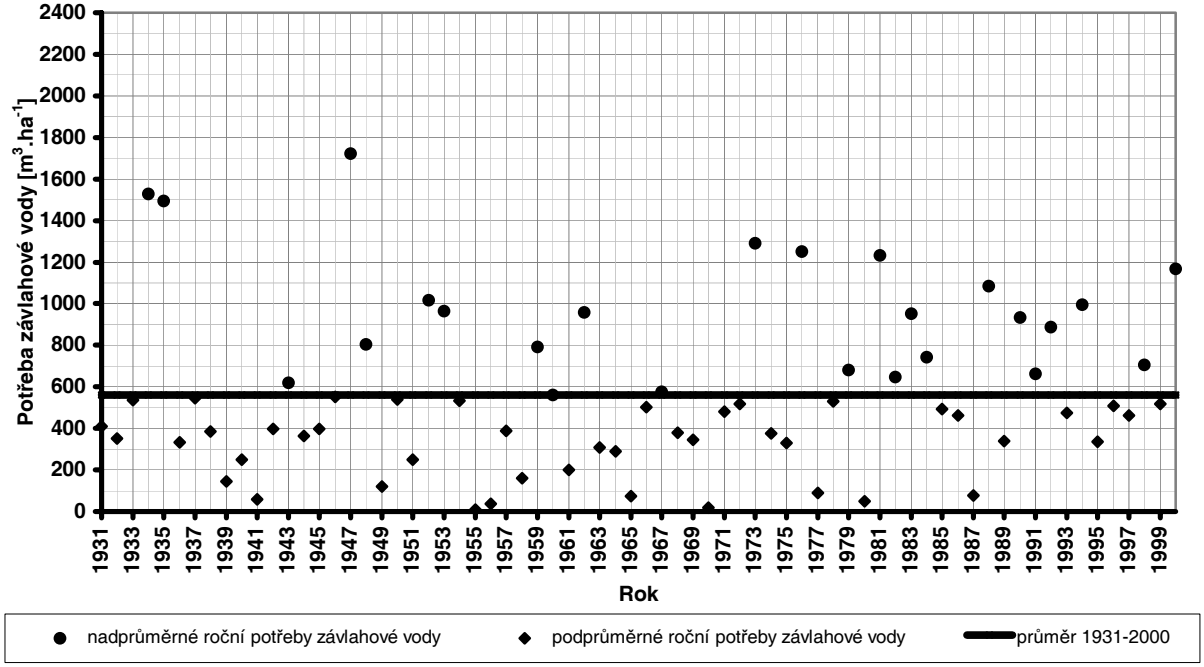
Graf 2 *Hodnoty potřeb závlahové vody v letech 1931-2000 vypočtené metodou RVB klimatická stanice Kroměříž*



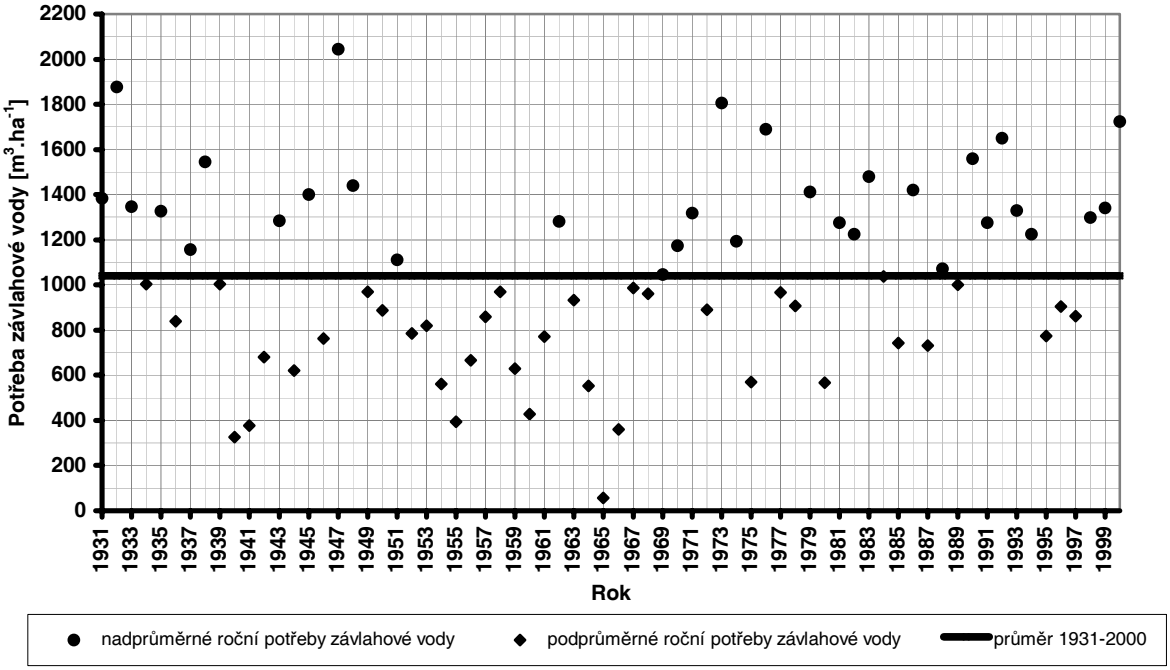
Graf 3 *Hodnoty potřeb závlahové vody v letech 1931-2000 vypočtené metodou RVB klimatická stanice Olomouc*



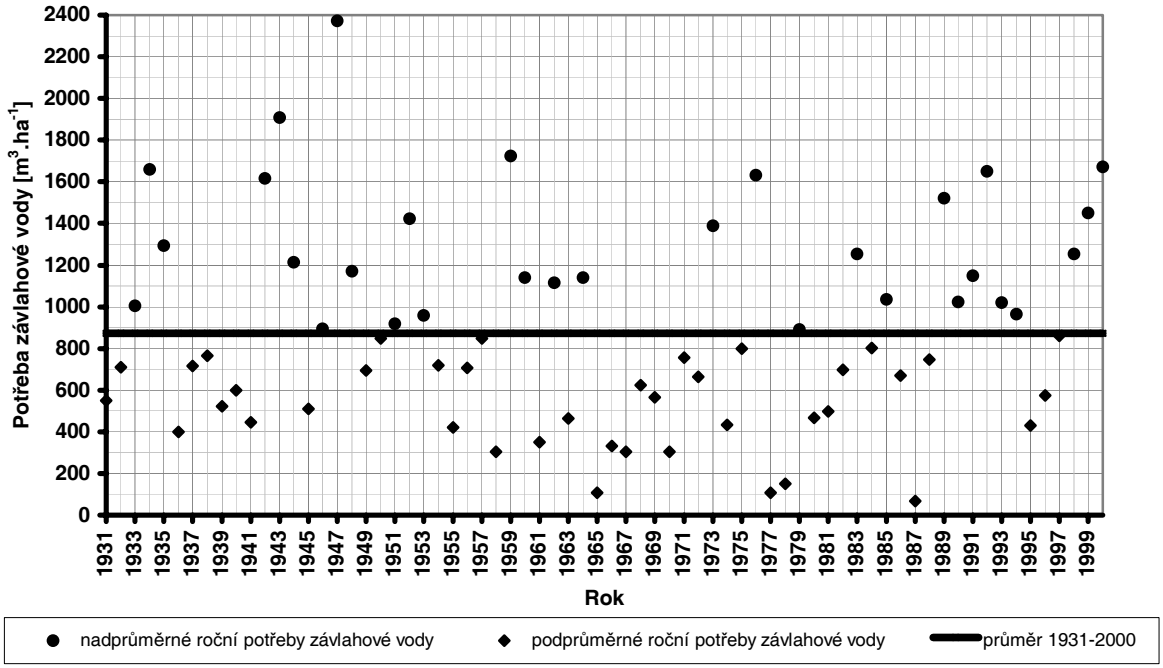
Graf 4 *Hodnoty potřeb závlahové vody v letech 1931-2000 vypočtené metodou RVB klimatická stanice Pardubice*



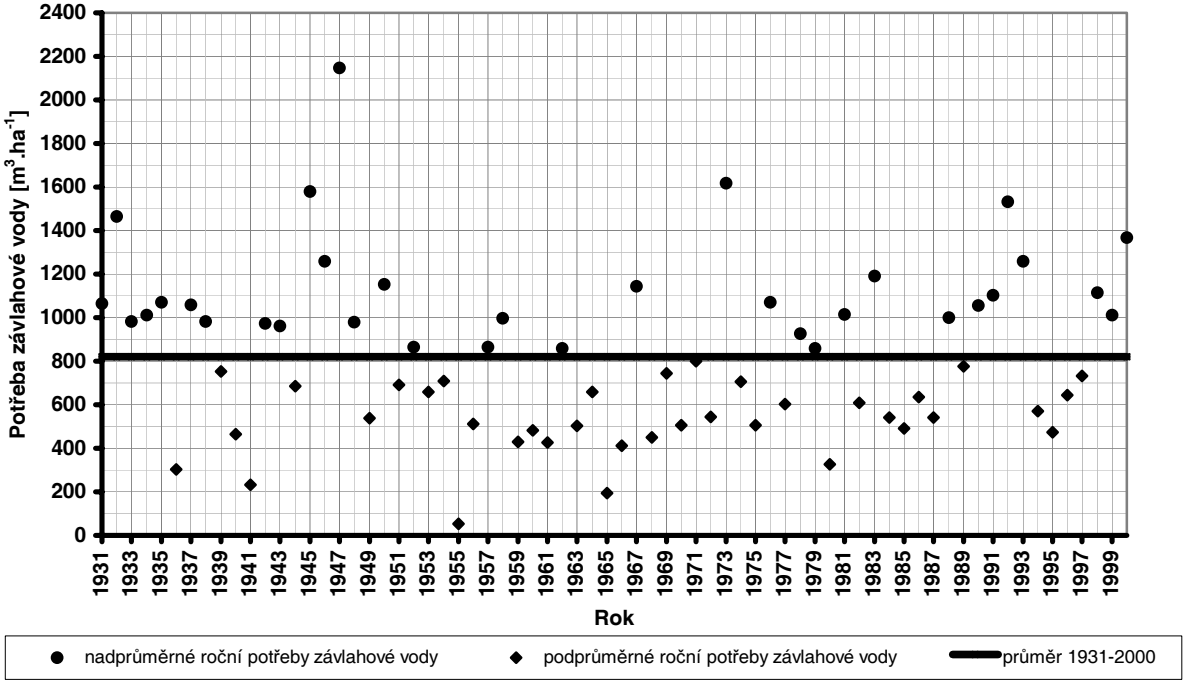
Graf 5 *Hodnoty potřeb závlahové vody v letech 1931-2000 vypočtené metodou RVB klimatická stanice Podivín*



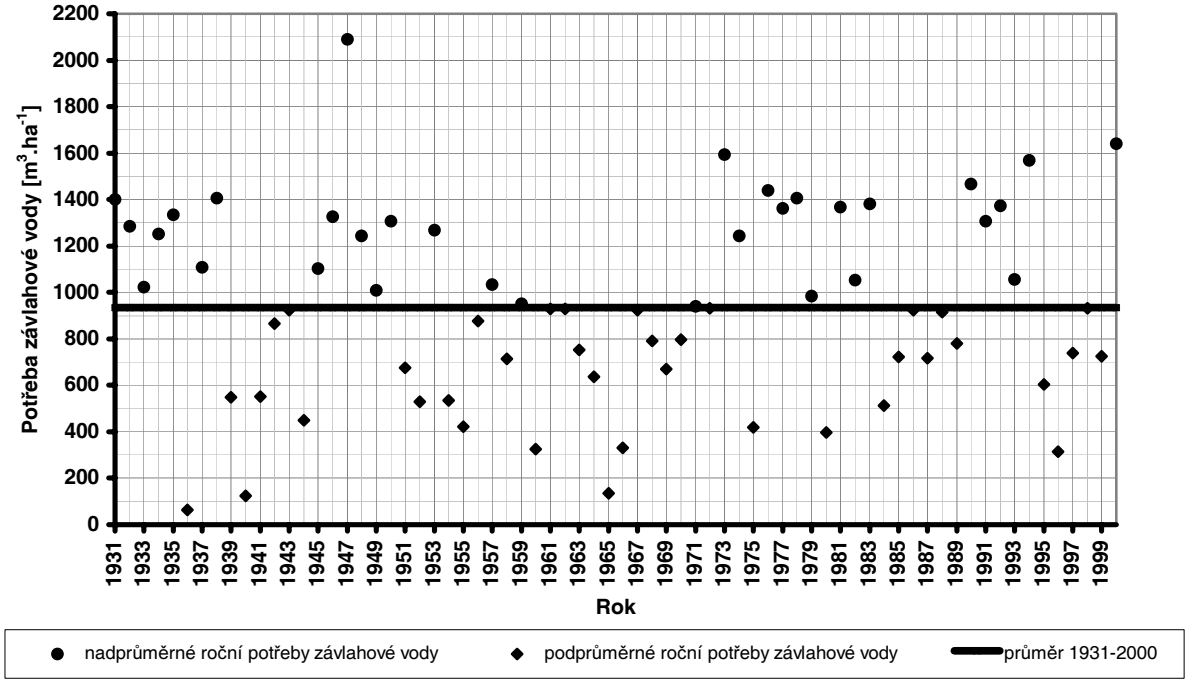
Graf 6 *Hodnoty potřeb závlahové vody v letech 1931-2000 vypočtené metodou RVB klimatická stanice Roudnice*



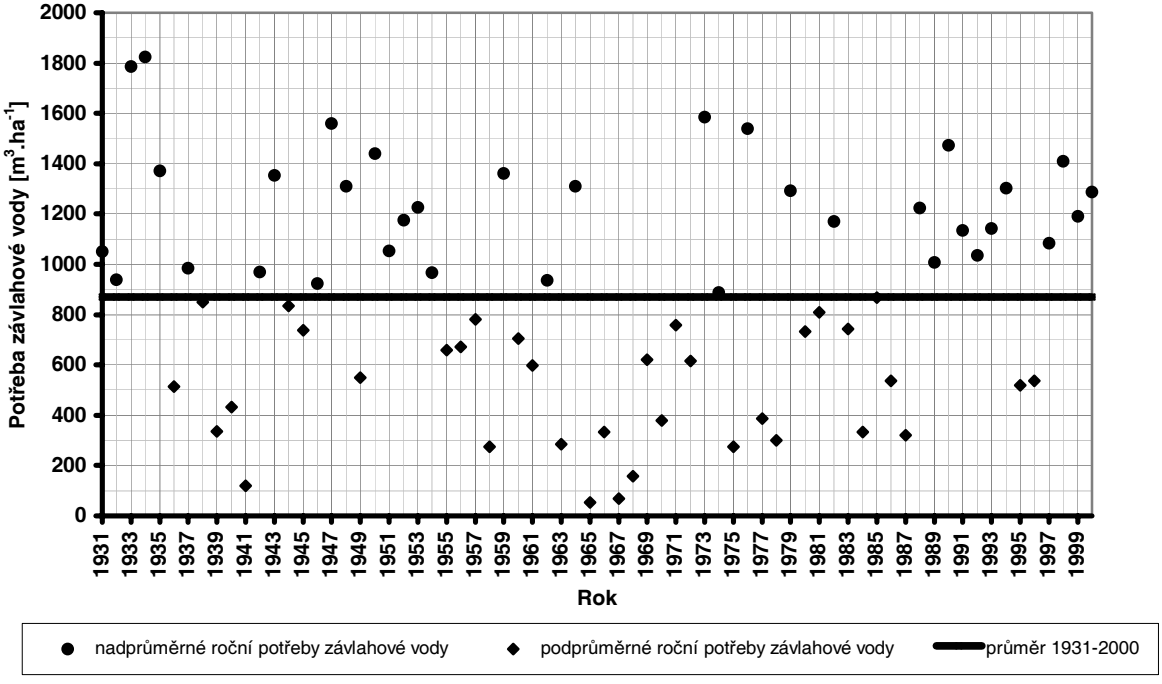
Graf 7 *Hodnoty potřeb závlahové vody v letech 1931-2000 vypočtené metodou RVB klimatická stanice Strážnice*



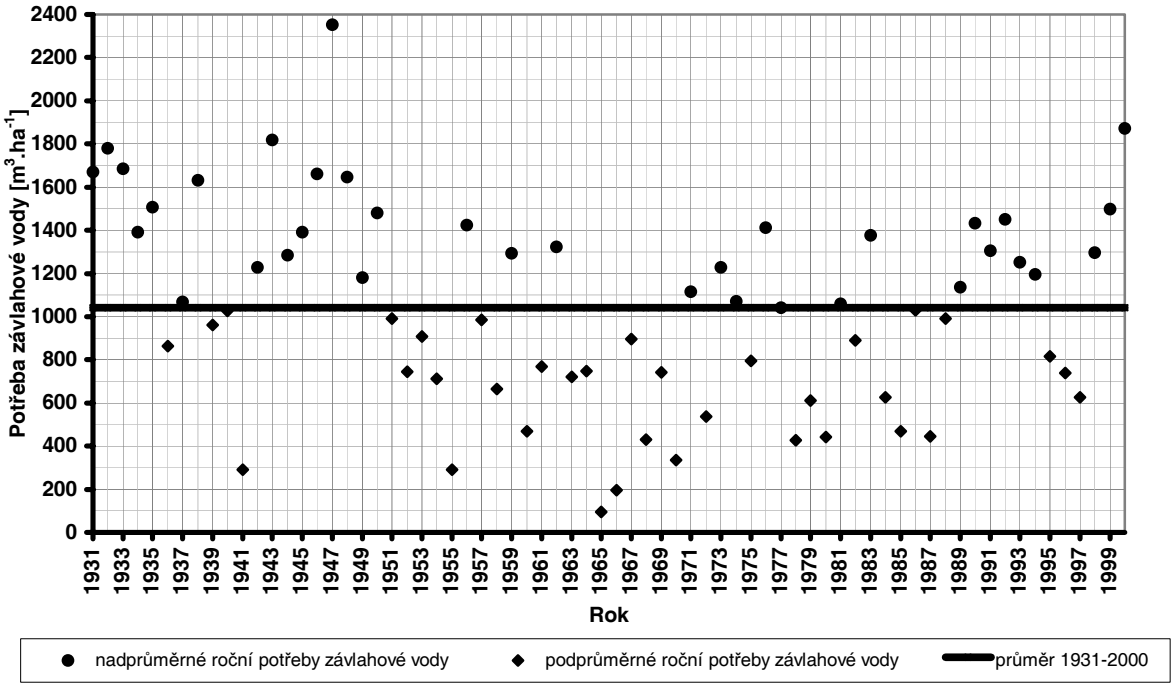
Graf 8 *Hodnoty potřeb závlahové vody v letech 1931-2000 vypočtené metodou RVB klimatická stanice Znojmo*



Graf 9 *Hodnoty potřeb závlahové vody v letech 1931-2000 vypočtené metodou RVB klimatická stanice Žatec*



Graf 10 *Hodnoty potřeb závlahové vody v letech 1931-2000 vypočtené metodou RVB klimatická stanice Židlochovice*



Graf 1 – 10 Hodnoty potřeb závlahové vody v letech 1931-2000 vypočtené metodou RVB pro klimatické stanice

Graf 1 – 10 Values of the irrigation water need in years 1931 till 2000 calculated with method RVB for climatic stations

ZÁVĚR

K posouzení hypotézy nárůstu výskytu zemědělského sucha v klimatu České republiky byly uskutečněny výpočty ročních potřeb závlahové vody metodou RVB retrospektivně za období roků 1931 až 2000, tj. 70-ti let. Potřeba závlahové vody byla zvolena jako kritérium pro výskyt sucha, neboť je integrálním ukazatelem zahrnujícím meteorologické, půdně morfologické a agrotechnické činitele. Zjištěné výsledky výpočtů byly statisticky analyzovány.

V předložené práci jsou uvedeny výsledky pro území reprezentovaná klimatickými stanicemi, a to pro Žatecko a Lounsko (Žatec), Litoměřicko (Roudnice), střední Čechy (Brandýs nad Labem), východní Čechy (Pardubice), jižní Moravu (Znojmo, Podivín, Židlochovice), jihovýchodní Moravu (Strážnice), střední Moravu (Olomouc, Kroměříž), která se nacházejí v našich nejsušších oblastech, kde by se měl nárůst zemědělského sucha vlivem klimatické změny projevit nejdříve.

Z výsledků hodnocení období roků 1976–2000 vyplývá, že pro 40 % případů z 10 sledovaných klimatických stanic (Podivín, Pardubice, Roudnice, Brandýs nad Labem) se zjistil nárůst extrémně zemědělsky suchých roků oproti referenčnímu období 1931 až 1960, v 60 % (Žatec, Židlochovice, Znojmo, Strážnice, Kroměříž, Olomouc) případů se naopak neprokázal.

Ze zjištěných výsledků lze tak učinit celkový závěr, že se nepodařilo jednoznačně prokázat hypotézu nárůstu zemědělského sucha u nás vlivem predikované klimatické změny.

Z výsledků je rovněž zřejmé, že při projevu zkoumaného jevu se uplatňují významně i místní podmínky daného území. Jedná se především o rozdělení a velikost srážek, které bývají značně místně rozdílné, také rozdíly v teplotách a relativních vlhkostech vzduchu, sklonitostní poměry území,

agronomické podmínky - především struktura osevu v daném území. Uplatní se i rozdílné půdní poměry charakterizované půdními hyrolimity (polní vodní kapacita, bod vadnutí, využitelná vodní kapacita). Je samozřejmé, že pro náš účel by bylo vhodné výpočty zpracovat i pro jiné druhy půd, ale to by znamenalo vymezit přesně území jednotlivých suchých oblastí připadajících k příslušné klimatické stanici a v nich stanovit plošný rozsah jednotlivých druhů půd. K uvedenému postupu jsme bohužel neměli dostatek podkladů.

Pro upřesnění zjištění nástupu možné klimatické změny bude vhodné prodloužit časové řady potřeb závlahové vody i pro léta po roce 2000 a tak i nadále se tomuto závažnému problému věnovat.

Předložené výsledky byly získány při řešení etapy výzkumného záměru MZE-M07-99-01-11 „Možnosti zmírňování extrémních hydrologických jevů – povodní a suchých období“.

Literatura

Filip, J. a kol.: Návrh závlahových osevních struktur. Zpráva. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002. 15 s., 39 s. příloh.

Klementová, E., Litschman, T.: Drought and their Evaluation. In Mezinár. konf. Drought Mitigation and Prevention of Land Desertification. Slovinsko, Bled : ICID, ERWG, ERWTD, SINCID, 21-25.4 2002, na CD-ROM příspěvek č. 25, 11 s.

Kubíček, J., Dufek, J.: Statistika. 2. vyd. Brno : Ediční středisko VŠZ v Brně, 1978. 329 s.

Sivakumar, M. V. K., Wilhite, D. A.: Drought preparedness and Drought Management. In Mezinár. konf. 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.

Spitz, P.: Posouzení hypotézy nárůstu výskytu sucha v klimatu České republiky (zpráva). Uživatelský výstup výzkumného záměru MZE-M07-99-01 etapa 11. Praha: VÚMOP Praha, 2003. 13 s., 20příloh.

Spitz, P.: Určení optimální kapacity závlahových zařízení na počítači. Závěrečná zpráva. Brno : Výzkumný ústav závlahového hospodárstva Bratislava, 1979. 27 s., 60 příloh.

Šanta, M.: Vplyv klimatických zmien na polnohospodársku výrobu a opatrenia na ich zmiernenie. Výzkumný ústav závlahového hospodárstva Bratislava, 1999.

Takáč, J.: Trendy vývoja vodného režimu pôd v modelových podmienkach Žitného ostrova. Vedecké práce Výskumného ústavu závlahového hospodárstva, 1999, č. 24, s. 195 – 208. ISBN 80-85755-07-6.

Toman, F., Spitz, P., Filip, J.: Impact of Predicted Climatic Change on Agriculture and Forestry in the Czech Republic. In Mezinár. konf. 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.

Vermes, I.: National Strategies and Actions Programmes on Drought Mitigation. In Mezinár. konf. Drought Mitigation and Prevention of Land Desertification. Slovinsko, Bled : ICID, ERWG, ERWTD, SINCID, 21-25.4 2002, na CD-ROM příspěvek č. 5, 5 s.

Wilhite, D. A.: Global Drought Preparedness Network „Creating a Network of Regional Drought Preparedness Networks“. In Mezinár. konf. 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.

Zdražil, K.: Výpočtové metody v závlahách. Závěrečná zpráva. Brno: Výskumný ústav závlahového hospodárstva Bratislava, 1975. 43 s., 7 příloh.

Zdražil, K.: Zpřesnění metody výpočtu režimu závlah retrospektivní vláhovou bilancí na počítači. Dílčí závěrečná zpráva. Brno: Výskumný ústav závlahového hospodárstva Bratislava, 1973. 51 s., 6 příloh.

Zdražil, K., Spitz, P.: Sestavení vstupních údajů pro výpočty metodou retrospektivní vláhové bilance (RVB) na počítači při projekci závlah. Řešení oborového tematického úkolu č. 7/84. Brno : Výskumný ústav závlahového hospodárstva Bratislava, 1984. 30 s., 29 příloh.

Zlatušková, S.: Sucho a metody jeho hodnocení – literární rešerše (zpráva). Uživatelský výstup výzkumného záměru MZE-M07-99-01 etapa 11. Praha: VÚMOP Praha, 2003. 19 s.

ČSN 75 0434 Potřeba vody pro doplňkovou závlahu. 1994.

Autoři

Pavel Spitz – Ivo Hemerka

Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, výzkumné oddělení Brno, Lidická 25/27, 657 20 Brno, Česká republika, tel. a fax: + 420 549 255 574, spitz@vumopbrno.cz, hemerka@vumopbrno.cz