

Popis období sucha na území Slovenska v časovom rade 1957 – 2016

Description of dry seasons in Slovakia in the period 1957 – 2016

Veronika Zuzulová¹, Matej Žilinský¹, Bernard Šiška¹

¹*Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko*

Absktrakt

Cieľom príspevku bolo popísanie výskytu období sucha na Slovensku. Pomocou Palmerovho indexu závažnosti sucha (PDSI) v mesačnom kroku boli určené obdobia sucha v časovom rade 1957 – 2016. Pre tento účel bolo vybraných 10 lokalít – Bratislava, Piešťany, Hurbanovo, Čadca, Sliač, Boľkovce, Poprad, Košice, Milhostov a Kamenica nad Cirochou – na základe limitných klimatických parametrov. Výsledky poukázali na striedanie sa suchých a vlhkých epizód a variabilitu priebehu počasia nielen v čase, ale aj plošne. Z analýzy lineárnych trendov vyplýva, že na väčšine hodnotených lokalít (9 lokalít), bol pozorovaný aridný trend.

Kľúčové slová: sucho, Palmerov index závažnosti sucha, klimatická zmena

Abstract

The aim of the paper was to describe the occurrence of dry seasons in Slovakia. Dry seasons in the period from 1957 to 2016 were determined according to the monthly Palmer Drought Severity Index (PDSI). For this purpose ten sites based on limit climatic parameters were chosen – Bratislava, Piešťany, Hurbanovo, Čadca, Sliač, Boľkovce, Poprad, Košice, Milhostov a Kamenica nad Cirochou. The results showed the alternation of dry and wet episodes and the variability of weather not only over time, but also over space. The analysis of linear trends showed that the arid trend was identified on most sites (9 localities).

Keywords: drought, Plamer Drought Severity Index, climate change

Úvod

Sucho je pomerne ťažko presne definovateľný pojem, pretože existuje niekoľko jeho typov: meteorologické, hydrologické, fyziologické, pôdne – poľnohospodárske, socio-ekonomické. Vo všeobecnosti môžeme za sucho považovať dlhodobý stav nerovnováhy medzi zrážkami a výparom, kedy prevažuje výpar nad zrážkami, a výraznú negatívnu odchýlku od priemernej hodnoty zrážok nad určitým územím (EPA, 2016). Takýto stav zasahuje rôzne sféry a je

jedným z najnebezpečnejších prírodných javov, ktorý môže mať vážne dopady v ekonomickej (hlavne v sektore poľnohospodárstva), sociálnej a prírodnej zložke (White, 2000).

Frekvencia výskytu sucha a jeho závažnosť od roku 1950 v Európe, a rovnako aj v podmienkach Slovenska, je častejšia a intenzívnejšia (Spinoni et al., 2015).

Analýza výskytu, poznanie priebehu historických období sucha a sledovanie jeho dôsledkov, najmä na produkčné systémy, je dôležitá z hľadiska tvorby adaptačných opatrení na tento prírodný fenomén. PDSI kvantifikuje meteorologické sucho na základe odchýlky od priemerného úhrnu zrážok, pričom pri stanovení sucha zohľadňuje ako zrážky, tak i teplotu vzduchu. Jedná sa o kumulatívny index, čiže sucho hodnotí z hľadiska dlhodobého vývoja (Šťastný, Turňa, 2013). Na svete sa využíva množstvo indexov sucha, pričom jednotlivé indexy zohľadňujú miestne špecifiká. PDSI index je využívaný najmä v Spojených štátoch, RDDI v Austrálii, China Z-index v Číne, SPI v Indii (Vinit, 2015). PDSI predstavuje vhodný ukazovateľ na stanovenie závažnosti sucha aj v podmienkach Slovenskej republiky, a to najmä pri výbere väčšieho počtu referenčných lokalít, ktoré umožnia porovnanie reálnosti vzniknutých rozdielov (Litschmann et al., 2001).

Cieľom tohto príspevku je na základe nameraných meteorologických prvkov stanoviť výskyt a závažnosť sucha na území Slovenskej republiky v rozmedzí rokov 1957 až 2016 a poskytnúť tak podklady, ktoré môžu slúžiť na stanovenie adaptačných opatrení v podmienkach klimatickej zmeny na danom území. Vyhodnocovanie historických údajov a posúdenie významných období sucha je jednou z hlavných zložiek koncepcie znižovania rizika výskytu sucha v rámci Metodiky pre prípravu plánov manažmentu sucha na území Slovenska (Fatulová, 2015).

Materiál a metódy

Identifikácia období sucha sa uskutočnila na základe výpočtov Palmerovho indexu závažnosti sucha (Palmer, 1965). Tento index je štandardizovaný pre rôzne regióny a rôzne časové rady, takže je použiteľný pre hodnotenie sucha na územiach s rozdielnou klímou (Dunkel, 2009). Uvedená metóda využíva nielen klimatické, ale aj pedologické charakteristiky prostredia. Výpočet bol realizovaný v mesačnom kroku pomocou programu, ktorý vyvinul Tom Heddinghaus z Univerzity Nebraska-Lincoln v roku 2003. Vstupné údaje zahŕňajú mesačné úhrny zrážok, priemerné mesačné teploty vzduchu, priemerné teploty vzduchu z celého sledovaného obdobia, zemepisnú šírku danej lokality a využiteľnú vodnú kapacitu. Klimatické údaje poskytol Slovenský hydrometeorologický ústav v Bratislave a pedologické údaje Výskumný ústav pôdozvedectva a ochrany pôdy v Bratislave.

Pre hodnotenie sucha na Slovensku bolo vybraných desať lokalít vzhľadom na pokrytie výškového profilu (limitovaný poľnohospodárskymi produkčnými oblasťami) a priestorový vplyv kontinentality – Bratislava, Piešťany, Hurbanovo, Čadca, Sliač, Boľkovce, Poprad, Košice, Milhostov a Kamenica nad Cirochou, ktoré sú zobrazené na mape (Obr. 1).

Variabilita období sucha bola charakterizovaná počas 60-ročného časového radu od roku 1957 do 2016. Z výsledných hodnôt PDSI boli vytvorené plošné grafy pre každú hodnotenú stanicu. Ako suché obdobia boli identifikované tie, v ktorých bola podľa Palmerovej klasifikácie (Tab. 1) dosiahnutá hodnota $\leq -1,00$ a zároveň sa aspoň jeden mesiac v období



nachádzal v kategórii mierneho sucha (-2,00 až -2,99) (Žalud et al., 2006). Do grafov bol pridaný aj lineárny trend pre determinovanie charakteru sledovaného časového radu na každej lokalite.

Tab. 1: Palmerova klasifikácia

| PDSI | Charakteristika mesiaca |
|--------------|-------------------------|
| $\geq 4,00$ | extrémne vlhký |
| 3,00 až 3,99 | veľmi vlhký |

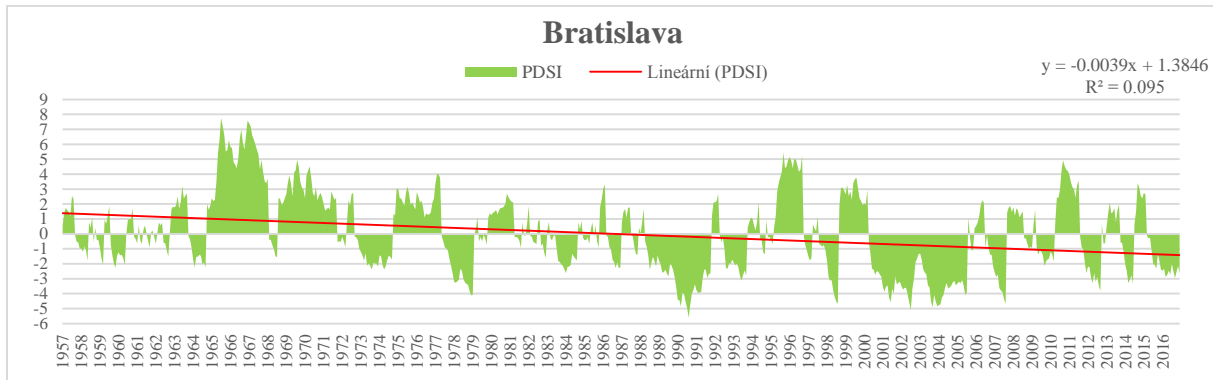
Obr. 1: Lokality vybrané pre hodnotenie sucha (1 – Bratislava, 2 – Piešťany, 3 – Hurbanovo, 4 – Čadca, 5 – Sliač, 6 – Boľkovce, 7 – Poprad, 8 – Košice, 9 – Milhostov, 10 – Kamenica nad Cirochou)

| | |
|----------------|----------------------------|
| 2,00 až 2,99 | mierne vlhký |
| 1,00 až 1,99 | slabo vlhký |
| 0,50 až 0,99 | obdobie začínajúceho vlhka |
| 0,49 až -0,49 | blízko normálu |
| -0,50 až -0,99 | obdobie začínajúceho sucha |
| -1,00 až -1,99 | slabo suchý |
| -2,00 až -2,99 | mierne suchý |
| -3,00 až -3,99 | veľmi suchý |
| $\leq -4,00$ | extrémne suchý |

Výsledky

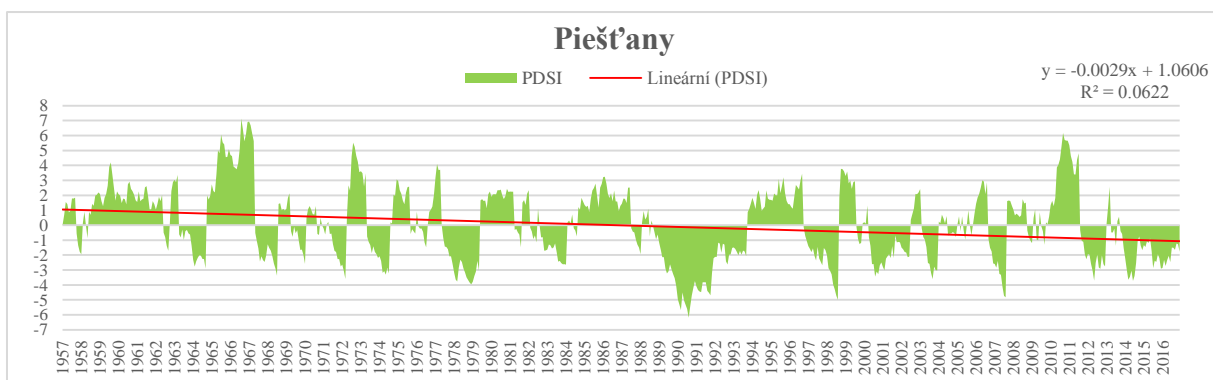
V Bratislave v sledovanom časovom rade bolo zaznamenaných 16 období sucha: február – marec 1959; september 1959 – máj 1960; január – september 1964; január 1973 – september 1974; september 1977 – január 1979, kedy boli posledné dva mesiace extrémne suché; august 1983 – august 1984; jún – december 1986; jún 1988 – október 1991 s deviatimi extrémne suchými mesiacmi v roku 1990; august 1992 – september 1993; december 1997 – august 1998, kedy boli zaznamenané tri extrémne suché mesiace; máj 2000 – júl 2005 s extrémnym suchom pretrvávajúcim 16 mesiacov; október 2006 – august 2007, kedy posledné dva mesiace boli extrémne suché; máj 2009 – marec 2010; október 2011 – september 2012; december

2013 – jún 2014; jún 2015 – december 2016. Lineárny trend bol klesajúci, tzn. aridný, čo zapríčinili extrémne a veľmi vlhké mesiace v prvej polovici sledovaného obdobia a nástup extrémne suchých mesiacov a početnejšie dlhotrvajúce obdobia sucha v druhej polovici (Obr. 2).



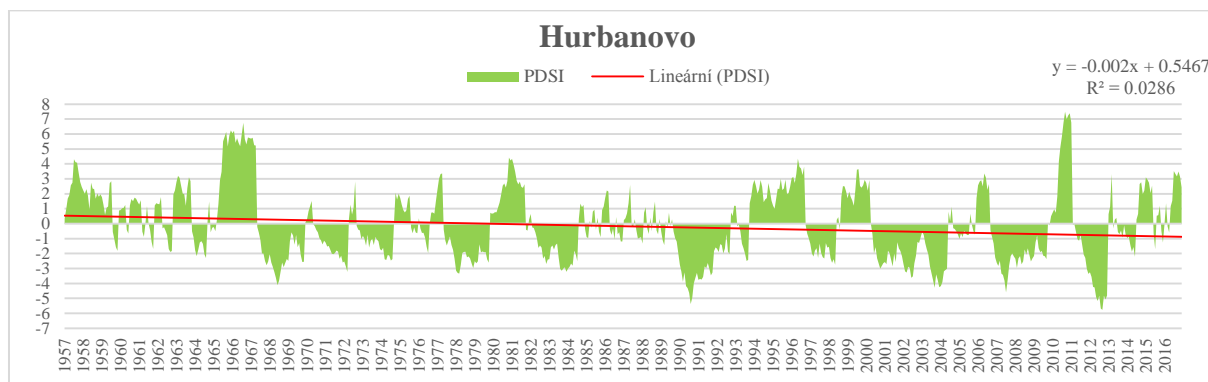
Obr. 2: Pribeh období sucha v Bratislave v časovom rade 1957 – 2016

V Piešťanoch bolo zaznamenaných 16 období sucha: december 1963 – september 1964; jún 1967 – júl 1968; september 1969 – január 1970; júl 1971 – marec 1972; jún 1973 – júl 1974; júl 1977 – máj 1979; november 1982 – január 1984; január 1989 – september 1993, kedy extrémne suchých bolo devätnásť mesiacov; december 1996 – august 1998, kedy posledné tri mesiace boli extrémne suché; máj 2000 – august 2001; október 2001 – jún 2002; máj – december 2003; október 2006 – august 2007, kedy tri mesiace boli extrémne suché; september 2011 – december 2012; december 2013 – september 2014; jún 2015 – december 2016. Lineárny trend bol klesajúci, aridný, čo zapríčinilo vystriedanie extrémne vlhkých mesiacov v rokoch 1965 až 1967 extrémne suchými mesiacmi začiatkom druhej polovice sledovaného obdobia (Obr. 3).



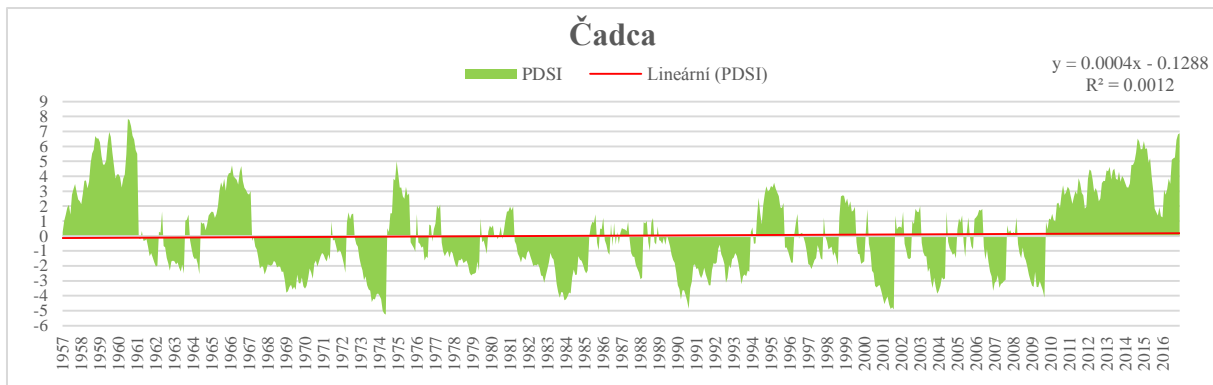
Obr. 3: Pribeh období sucha v Piešťanoch v časovom rade 1957 – 2016

V Hurbanove možno sledovať 17 významných období sucha počas periódy 1957 – 2016: január – august 1964; júl 1967 – február 1969, kedy bol zaznamenaný jeden extrémne suchý mesiac; júl – november 1969; október 1970 – marec 1972; október 1973 – august 1974; október 1977 – október 1979; jún 1982 – júl 1984; november 1989 – jún 1992 s piatimi extrémne suchými mesiacmi; august – september 1992; máj – september 1993; január 1997 – máj 1998; jún 2000 – november 2002; marec 2003 – máj 2004, kedy boli pozorované tri extrémne suché mesiace; november 2006 – február 2009 s jedným extrémne suchým mesiacom; apríl – september 2009; august 2011 – december 2012, kedy bolo zaznamenané extrémne sucho počas posledných desiatich mesiacov a marec – jún 2014. Lineárny trend bol aridný, čo bolo zapríčinené dvomi významnými obdobiami vlhka na začiatku pozorovaného obdobia a následným nástupom extrémneho sucha v druhej polovici obdobia (Obr. 4).



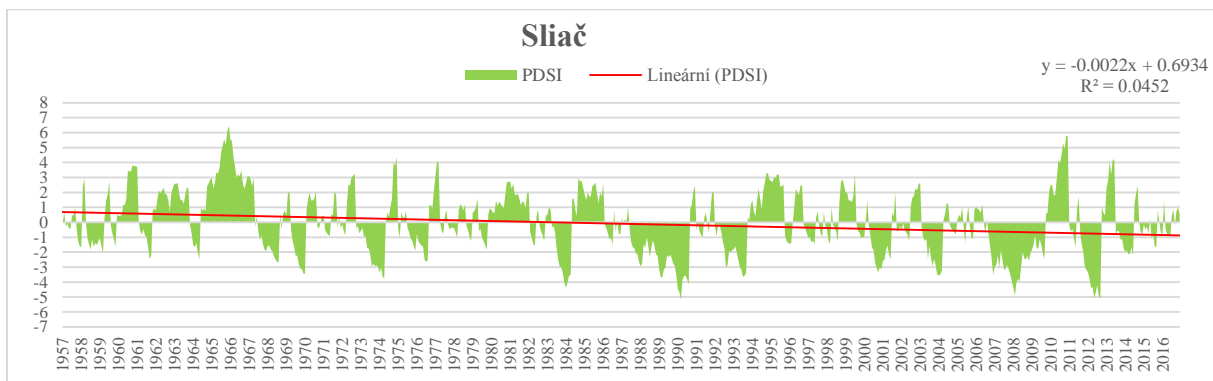
Obr. 4: Priebeh období sucha v Hurbanove v časovom rade 1957 – 2016

V Čadci bolo zistených 16 období sucha počas sledovanej periódy: september 1961 – február 1962; august 1962 – júl 1963; január – máj 1964; júl 1967 – máj 1971; december 1971 – marec 1972; december 1972 – máj 1974, kedy bolo zaznamenaných sedem extrémne suchých mesiacov; jún 1977 – máj 1979; február 1982 – marec 1985 so štyrmi extrémne suchými mesiacmi; júl 1987 – február 1988; september 1989 – február 1992, kedy sa vyskytli tri extrémne suché mesiace v roku 1990; máj 1992 – november 1993; december 1996 – jún 1997; máj 2000 – august 2001, v ktorom bolo osem mesiacov klasifikovaných ako extrémne sucho; marec 2003 – máj 2004; september 2006 – august 2007; august 2008 – september 2009 s jedným extrémne suchým mesiacom, ktorý bol posledným mesiacom z daného obdobia. Lineárny trend bol rastúci, teda humídny, v dôsledku extrémne vlhkého obdobia od roku 2010 do 2014 a v roku 2016 (Obr. 5).



Obr. 5: Priebeg období sucha v Čadci v časovom rade 1957 – 2016

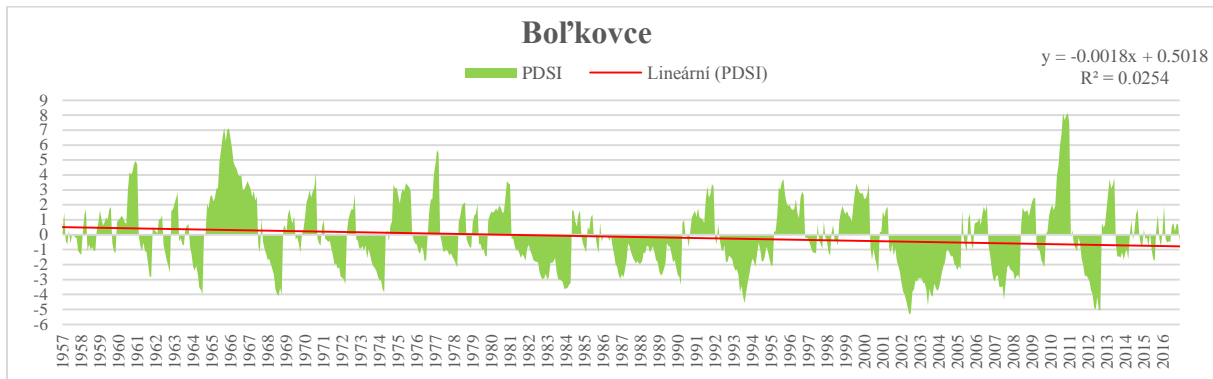
Na Sliachi bolo v sledovanej perióde zaznamenaných 16 období sucha: máj 1958 – marec 1959; august – október 1961; január – máj 1964; október 1967 – august 1968; máj 1969 – január 1970; máj 1973 – apríl 1974; február – august 1976; júl 1983 – apríl 1984, kedy boli tri mesiace extrémne suché; júl 1987 – august 1990, kedy v roku 1990 boli zaznamenané štyri extrémne suché mesiace; jún 1992 – september 1993; jún 2000 – jún 2001; marec 2003 – marec 2004; október 2006 – február 2009 s tromi extrémne suchými mesiacmi v roku 2008; apríl – september 2009; september 2011 – september 2012, kedy posledných sedem mesiacov bolo extrémne suchých; október 2013 – jún 2014. Lineárny trend bol aridný, čo bol výsledok výskytu významných vlhkých období na začiatku sledovaného obdobia a extrémneho sucha, ktoré sa prejavilo najmä v druhej polovici časového radu (Obr. 6).



Obr. 6: Priebeg období sucha na Sliachi v časovom rade 1957 – 2016

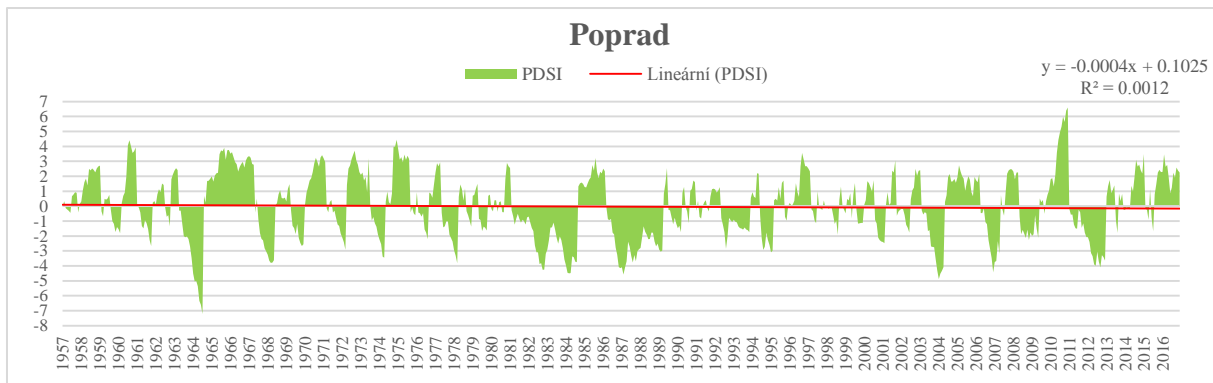
V Boľkovciach bolo v časovom rade 1957 – 2016 zaznamenaných 18 období sucha: jún – október 1961; júl – október 1962; december 1963 – júl 1964, kedy posledný mesiac z obdobia bol extrémne suchý; december 1967 – október 1968 s dvomi extrémne suchými mesiacmi; júl 1971 – marec 1972; júl 1973 – apríl 1974; jún 1977 – marec 1978; február 1982 – apríl 1984; august 1986 – apríl 1987; október 1988 – máj 1989; september 1989 – marec 1990; august

1992 – apríl 1994, kedy sa objavili dva extrémne suché mesiace; november 1994 – február 1995; august – október 2000; október 2001 – marec 2005 s ôsmimi extrémne suchými mesiacmi; október 2006 – máj 2008, kedy júl 2007 bol klasifikovaný ako extrémne suchý; jún – september 2009; september 2011 – september 2012 so šiestimi extrémne suchými mesiacmi. Lineárny trend bol klesajúci, aridný, keďže zo začiatku obdobia boli zaznamenané extrémne vlhké roky a obdobia s výskytom extrémneho sucha sa začali prejavovať najmä od roku 1993 (Obr. 7).



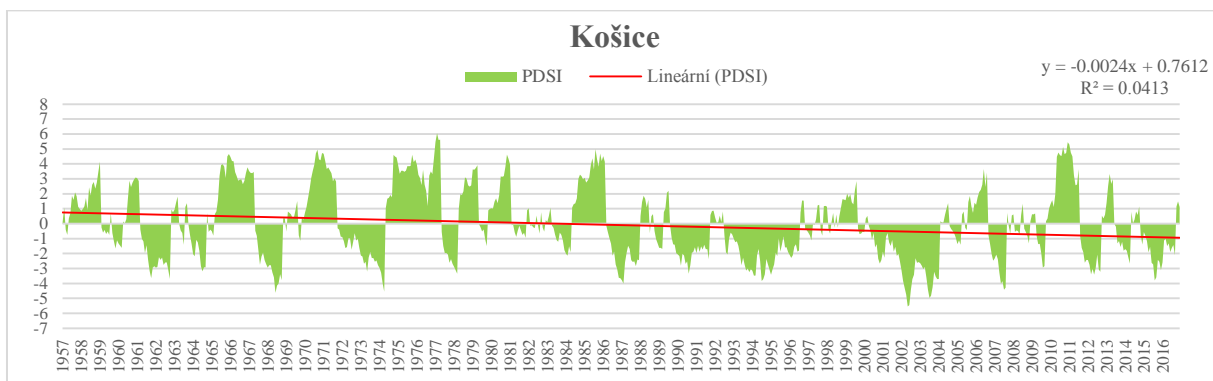
Obr. 7: Pribeh období sucha v Boľkovciach v časovom rade 1957 – 2016

V Poprade bolo zaznamenaných 18 období sucha: júl – október 1961; jún 1963 – júl 1964, kedy posledných šesť mesiacov bolo extrémne suchých; august 1967 – máj 1968; máj – december 1969; október 1971 – marec 1972; október 1973 – apríl 1974; jún – august 1976; jún 1977 – marec 1978; február 1982 – august 1984, kedy bolo zaznamenaných päť extrémne suchých mesiacov; júl 1986 – marec 1989 s piatimi extrémne suchými mesiacmi; jún – september 1992; júl 1994 – február 1995; september 2000 – február 2001; jún 2003 – apríl 2004, kedy posledných päť mesiacov bolo klasifikovaných ako extrémne suché; júl 2006 – apríl 2007 s jedným extrémne suchým mesiacom; jún 2008 – február 2009; apríl – máj 2009; september 2011 – december 2012, kedy bol zaznamenaný jeden extrémne suchý mesiac. Lineárny trend sa prejavil ako aridný, avšak veľmi mierne klesajúci. Tento trend vyrovnal extrémne vlhký rok 2010 (Obr. 8).



Obr. 8: Priebec období sucha v Poprade v časovom rade 1957 – 2016

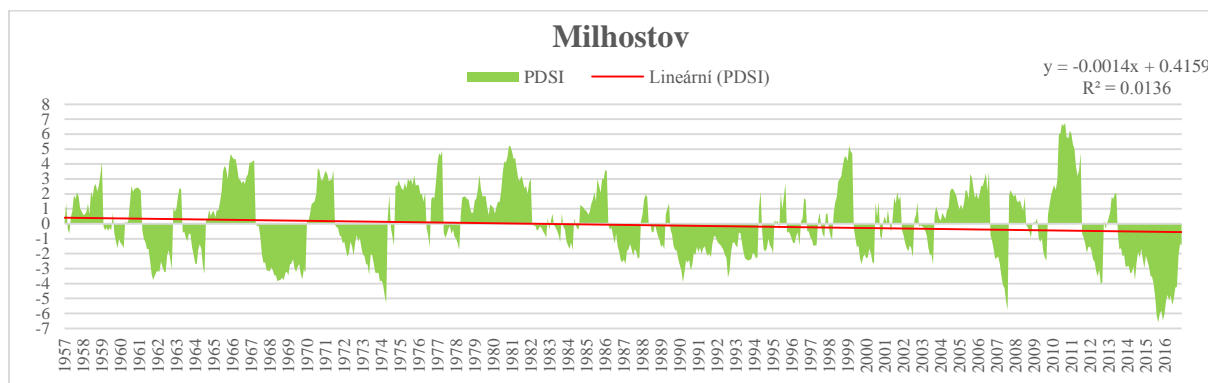
V Košiciach bolo zistených 18 období sucha počas rokov 1957 – 2016: apríl 1961 – október 1962; december 1963 – september 1964; júl 1967 – október 1968, kedy bolo extrémne sucho zaznamenané počas troch mesiacov; október 1972 – apríl 1974 s dvomi extrémne suchými mesiacmi; jún 1977 – marec 1978; november 1983 – apríl 1984; jún 1986 – december 1987, v ktorom bol pozorovaný jeden extrémne suchý mesiac; október 1989 – september 1991; august – september 1992; január 1993 – máj 1995; október 1995 – júl 1996; august 2000 – február 2001; máj 2001 – január 2004 s deviatimi extrémne suchými mesiacmi; október 2006 – august 2007, kedy tri mesiace boli extrémne suché; máj – september 2009; september 2011 – september 2012; august 2013 – apríl 2014; marec 2015 – september 2016. Lineárny trend bol klesajúci, tzn. aridný, zapríčinený významnými vlhkými obdobiami v prvej polovici sledovanej periódy a nástupom dvoch dlhodobých období sucha v druhej polovici (Obr. 9).



Obr. 9: Priebec období sucha v Košiciach v časovom rade 1957 – 2016

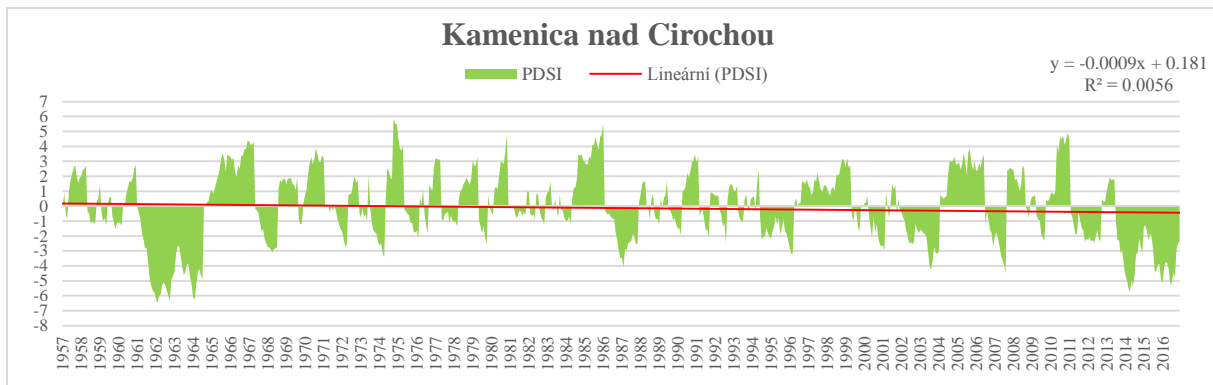
V Milhostove bolo v časovom rade 1957 – 2016 pozorovaných 16 období sucha: apríl 1961 – október 1962; november 1963 – júl 1964; august 1967 – december 1969; december 1971 – august 1972; december 1972 – apríl 1974, kedy boli posledné tri mesiace klasifikované ako extrémne suché; september 1986 – november 1987; september 1989 – október 1991; január

1992 – február 1993; máj 1993 – marec 1994; júl 1999 – jún 2000; február – júl 2002; máj – august 2003; október 2006 – august 2007 so štyrmi extrémne suchými mesiacmi; júl – september 2009; október 2011 – september 2012, počas ktorého bol pozorovaný jeden extrémne suchý mesiac; august 2013 – december 2016, kedy bolo zaznamenaných šesť extrémne suchých mesiacov počas rokov 2015 a 2016. Lineárny trend bol aridný. Jeho charakter mohol významne ovplyvniť výskyt veľmi suchých mesiacov v rokoch 2012, 2014 a 2015 a výskyt extrémne suchých mesiacov v rokoch 2012, 2015 a 2016 (Obr. 10).



Obr. 10: Pribeh období sucha v Milhostove v časovom rade 1957 – 2016

V Kamenici nad Cirochou bolo zaznamenaných 18 období sucha počas sledovaného časového radu: apríl 1961 – júl 1964, kedy možno sledovať dvadsaťdeväť extrémne suchých mesiacov; august 1967 – júl 1968; november 1971 – apríl 1972; august 1973 – apríl 1974; september 1975 – február 1976; jún – október 1979; september 1986 – november 1987 s jedným extrémne suchým mesiacom; júl – september 1991; jún – august 1992; júl 1994 – marec 1995; október 1995 – marec 1996; máj – jún 2000; august 2000 – február 2001; apríl 2002 – január 2004 s jedným extrémne suchým mesiacom; október 2006 – august 2007, kedy posledný mesiac bol extrémne suchý; júl – september 2009; september 2011 – september 2012; júl 2013 – december 2016, kedy bolo extrémne sucho pozorované počas sedemnástich mesiacov. Lineárny trend bol klesajúci, teda aridný, keďže rozloženie vlhkých a suchých mesiacov v sledovanom období bolo vyvážené s výraznejším výskytom extrémne suchých mesiacov na začiatku (1961 – 1964) a na konci (2014 – 2016) sledovaného časového radu (Obr. 11).



Obr. 11: Priebeg období sucha v Kamenici nad Cirochou v časovom rade 1957 – 2016

Diskusia

Z výsledkov hodnotenia sucha na Slovensku pomocou PDSI vyplynulo niekoľko spoločných rokov zasiahnutých suchom pre všetky hodnotené lokality, ktorými boli 1964, 1973, 1974, 1992, 2000, 2003, 2006, 2007, 2011 a 2012. Obdobia sucha, ktoré sa prejavili v daných rokoch boli často súčasťou dlhotrvajúcich období sucha zasahujúcich aj niekoľko rokov, avšak vyskytli sa aj také, ktoré pretrvávali niekoľko mesiacov v uvedených rokoch. S výsledkami iných autorov, ktorí písali o suchu na Slovensku bola preukázaná čiastočná zhoda. Valach et al. (2014) zhodnotili výskyt sucha na Hornom Požitaví pomocou indexu SPEI (Vicente-Serrano et al., 2010) v časovom rade 1966 – 2013. Uvádzajú, že mimoriadne suchými boli obdobia: august 1967 až január 1968, august 1982 až jún 1984, august 1989 až marec 1994, máj 1997 až máj 1999, jún 2000 až august 2001, máj 2003 až máj 2004, december 2006 až jún 2008 a september 2011 až apríl 2013. Vido, J. et al. (2014) zhodnotili výskyt sucha na rovnakej lokalite v rovnakom časovom rade, avšak použitím indexu SPI (McKee et al., 1993). Najvýznamnejšie obdobia sucha sa prejavili počas rokov: 1968 – 1969, 1978 – 1979, 1989 – 1994 a 2012 – 2013. Z výsledkov oboch autorských kolektívov je zrejmé, že dochádzalo k cyklickému striedaniu sa suchých a vlhkých období, čo bolo graficky demonštrované aj v tomto príspevku.

Hodnotením sucha na lokalite Hurbanovo sa zaoberalo viacero prípadových štúdií. Patassiová et al. (2002) použili PDSI na zistenie výskytu suchých období v časovom rade 1961 – 2000 a posúdili aj lineárne trendy počas tejto periódy. Zamerali sa na hodnotenie sucha v apríli a v máji. Ako uvádzajú, v apríli boli veľmi suchými rokmi 1968, 1974 a 1990. Mierne suché boli roky 1984, 1991, 1997 a 1998. V máji zaznamenali výskyt hodnôt extrémneho sucha v roku 1990 a veľmi suchých hodnôt v roku 1968. Ako mierne suché boli kategorizované roky 1971, 1973, 1974, 1978, 1997 a 1998. V porovnaní s našimi výsledkami možno sledovať niekoľko

rozdielov. Hodnoty PDSI v apríli vykazovali extrémne suchu v roku 2012, keďže bol hodnotený dlhší časový rad. Ako veľmi suché sa prejavili roky 1968, 1990, 1991, 2004, 2007. Mierne suchými rokmi boli 1974, 1978, 1984, 1998, 2002, 2008. V máji bolo extrémne sucho zaznamenané rovnako v roku 1990, ale aj v roku 2012. Taktiež rok 1968 bol hodnotený ako veľmi suchý, ku ktorému sa pridali aj roky 2004 a 2007. Mierne suché boli roky 1971, 1974, 1991, 1998, 2001, 2002, 2003 a 2008. Litschmann et al. (2002) skúmali suchu v Hurbanove v časovom rade 1876 – 2000. Najnižšiu mesačnú hodnotu PDSI zaznamenali v auguste 1990, a to -6,0. V našom príspevku bola mesačná hodnota PDSI v auguste 1990 -5,38, avšak rovnako patrila do kategórie extrémneho sucha. Najnižšiu hodnotu dosiahol september 2012, a to -5,77.

Priebeh období sucha v Milhostove možno porovnať s výsledkami autorov Talla a Gomboša (2011). Z hodnoteného časového radu 1961 – 2007 poukazujú na extrémne suché roky 1974 a 2007, kedy mesačný index PDSI dosiahol hodnoty -5,0 a -4,5. Naše výsledky v Milhostove znázorňujú extrémne suchu v roku 2007 od mája do augusta s najnižšou hodnotou v auguste, a to -5,77. Extrémne suché boli aj roky 2015 a 2016 s najnižšou hodnotou -6,6 v septembri 2015.

Variabilita medzi výsledkami rôznych štúdií využívajúcich metódu PDSI (napriek tomu, že boli hodnotené rovnaké lokality) je pravdepodobne zapríčinená hodnotením rozdielnych časových radov.

Záver

Príspevok bol zameraný na zhodnotenie období sucha na Slovensku pomocou indexu PDSI v časovom rade 1957 – 2016. Z výsledkov hodnotenia desiatich vybraných lokalít vyplýva niekoľko období sucha spoločných pre všetky lokality. Tie predstavovali rôzne dlhé časové úseky počas rokov 1964, 1973, 1974, 1992, 2000, 2003, 2006, 2007, 2011 a 2012. Napriek tomu, že sa vyskytlo desať spoločných období sucha na všetkých hodnotených lokalitách možno konštatovať, že výsledky preukázali variabilitu priebehu počasia na území Slovenska nielen v časovom horizonte, ale aj v priestorovom rozložení. Lineárne trendy na deviatich sledovaných lokalitách boli klesajúce, tzn. že na Slovensku bol zistený prevažne trend vysušovania územia. V Čadci, ako v najsevernejšie položenej lokalite, bol zaznamenaný humidný trend, spôsobený aj významným výskytom veľmi vlhkých a extrémne vlhkých mesiacov počas rokov 2010 až 2016.

Literatúra

DUNKEL, Z. (2009): Brief surveying and discussing of drought indices used in agricultural meteorology. In *Időjárás : Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, vol. 113, no. 1-2, pp. 23 – 37. ISBN 0324-6329.

EPA (2016): *Climate change indicators in the United States, 2016. Fourth edition.* EPA 430-R-16-004. www.epa.gov/climate-indicators.

FATULOVÁ E., MAJERČÁKOVÁ O., HOUŠKOVÁ B. (2015): *Globálne vodné partnerstvo pre strednú a východnú Európu*. Príručka pre prípravu plánov manažmentu sucha. Vypracovanie a implementácia plánov v kontexte Rámcovej smernice EÚ o vode ako súčasť plánov manažmentu povodí, 48 pp. ISBN: 978-80-972060-0-0

LITSCHMANN, T., KLEMENTOVÁ, E., ROŽNOVSKÝ, J. (2002): Vyhodnocení period sucha v časových řadách pražského Klementina a Hurbanova pomocí PDSI. In ROŽNOVSKÝ, J., LITSCHMANN, T. (ed.) XIV. Česko-slovenská bioklimatologická konference. Lednice na Moravě, 2. – 4. 9. 2002, pp. 280-289. ISBN 80-85813-99-8. <http://www.cbks.cz/sbornik02/Lit%2BKlem%2BRoz.pdf>

LITSCHMANN T., KLEMENTOVÁ E., ROŽNOVSKÝ J. (2001): Palmerův index závažnosti sucha a jeho použití v našich podmínkách. Poster in: *transport vody, chemikálií a energie v systéme pôda-rastlina-atmosféra*, Bratislava 29. 11. 2001.

MCKEE, T. B., DOESKEN, N. J., KLEIST, J. (1993): The relationship of drought frequency and duration to time scales. In *Eighth Conference on Applied Climatology*, 17. – 22. January 1993, Anaheim : American Meteorological Society, pp. 179-184, <https://pdfs.semanticscholar.org/c3f7/136d6cb726b295eb34565a8270177c57f40f.pdf>

PALMER, W. C. (1965): *Meteorologic Drought : Research Paper no. 45*, Washington, D.C. : U.S. Weather Bureau, 58 p. <https://www.ncdc.noaa.gov/temp-and-precip/drought/docs/palmer.pdf>

PATASSIOVÁ, M., KLEMENTOVÁ, E., LITSCHMANN, T., ČISTÝ, M. (2002): Výskyt sucha a analýza zrážok pri jeho výskyte v jarných mesiacoch. In *Acta Hydrologica Slovaca*, vol. 3, no. 1, pp. 94-101. ISSN 13356291, <http://www.amet.cz/vyskytsucha.pdf>

SPINONI J., NAUMANN G., VOGT J., BARBOSA P. (2015): European drought climatologies and trends based on a multi-indicator approach, *Global and Planetary Change*, vol. 127, 2015, pp. 50-57, ISSN 0921-8181, <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2015.01.012>.

ŠŤASTNÝ P., TURŇA M. (2013): *Manažment sucha–Zhodnotenie rokov 2011 a 2012 podľa indexov sucha*.

TALL, A., GOMBOŠ, M. (2011): Aplikácia Palmerovho indexu pre hodnotenie sucha. In SALAŠ, P. (ed) Rostliny v podmínkách meníciho se klimatu. Lednice, 20. – 21. 10. 2011, Úroda, vědecká příloha, s. 623-628. ISSN 0139-6013.

VALACH, J., VIDO, J., ŠKVARENINA, J. (2014): Zhodnotenie výskytu sucha použitím indexu SPEI v regióne Horného Požitavia. In BRYCH, K., TESAŘ, M. (eds.): Hydrologie malého povodí 2014. 1. vydanie. Praha : Ústav pro hydrodynamiku AV ČR, v. v. i. a ČHMÚ, s. 544-550. ISBN 978-80-02-02526-2 (Ústav pro hydrodynamiku AV ČR, v. v. i.) ISBN 978-80-87577-32-5 (ČHMÚ).

VICENTE-SERRANO, S. M., BEGUERÍA, S., LÓPEZ-MORENO, J. I. (2010): A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: The Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. In Journal of Climate, vol. 23, no. 7, pp. 1696-1718, ISSN 1520-0442, DOI: 10.1175/2009JCLI2909.1

VIDO, J., VALACH, J., ŠKVARENINA, J. (2014): Zhodnotenie výskytu sucha použitím indexu SPI v regióne Horného Požitavia. In ROŽNOVSKÝ, LITSCHMANN, STŘEDA, STŘEDOVÁ (eds.) Extrémy oběhu vody v krajině. Mikulov, 8. – 9. 4. 2014 [CD]. Praha : ČHMÚ, ISBN 978-80-87577-30-1.

VINIT K. JAIN, RAJENDRA P. PANDEY, MANOJ K. JAIN, HI-RYONG BYUN (2015): Comparison of drought indices for appraisal of drought characteristics in the Ken River Basin, Weather and Climate Extremes, vol. 8, 2015, pp. 1-11, ISSN 2212-0947, <https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.05.002>.

WHITE D. A. (2000): Drought as a natural hazard: concepts and definitions A. Donald, A. Wilhite (Eds.), Drought: A Global Assessment, vol. I, Routledge, New York (2000), pp. 3-18

ŽALUD, Z., TRNKA, M., KAPLER, P., SEMERÁDOVÁ, D., DUBROVSKÝ, M. (2006): Sucho – problém současnosti i budoucnosti. In Kvasný průmysl, vol. 52, no. 7-8, pp. 203-234, <http://kvasnyprumysl.cz/pdfs/kpr/2006/07/04.pdf>

Pod'akovanie

Príspevok bol vypracovaný s podporou výskumného projektu VEGA č. 1/0767/17 : Regionálne dôsledky klimateckej zmeny na ekosystémové služby vinohradnícky využívanej krajiny – zmena funkcií v adaptačný potenciál.

Kontakt:

Ing. Veronika Zuzulová, PhD.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra
+421 37 641 5617
veronikazuzulova@centrum.sk