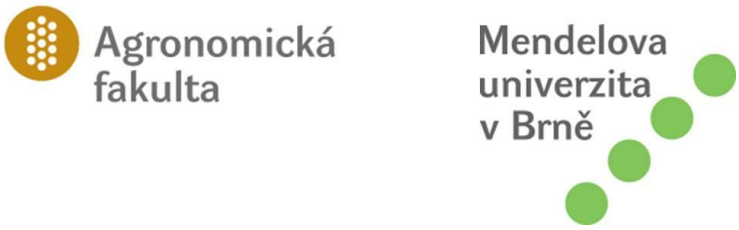
MENDELOVA UNIVERZITA V BRNĚ

AGRONOMICKÁ FAKULTA

DIPLOMOVÁ PRÁCE

BRNO 2017 **Bc. JAN LUDVÍK**

Mendelova univerzita v Brně
Agronomická fakulta
Ústav agrosystémů a bioklimatologie



Analýza počtu srážkových dní a srážkových úhrnů za období 1961-2010

Diplomová práce

Vedoucí práce:
prof. Ing. Zdeněk Žalud Ph.D.

Vypracoval:
Bc. Jan Ludvík

Brno 2017

Mendelova univerzita v Brně
Ústav agrosystémů a bioklimatologie

Agronomická fakulta

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Autor práce:	Bc. Jan Ludvík
Studijní program:	Zemědělská specializace
Obor:	Zemědělské inženýrství
Vedoucí práce:	prof. Ing. Zdeněk Žalud, Ph.D.
Název práce:	**Analýza počtu srážkových dní a srážkových úhrnů za období 1961-2010**
Jazyková varianta:	Čeština

Zásady pro vypracování:

1. Na vybraných srážkoměrných stanicích vyhodnotit počet dní se srážkami pro velké a hlavní vegetační období resp. pro vegetační léto
2. Na vybraných srážkoměrných stanicích vyhodnotit srážkové úhrny pod stanovenou hranici (např. 1 mm) pro velké a hlavní vegetační období resp. pro vegetační léto
3. Posoudit trendy počtu dní se srážkami a srážkových úhrnů pod stanovenou hranici se zaměřením na měsíce velkého vegetačního období.
4. Analyzovat srážkové sumy a jejich chod za jednotlivé roky a měsíce
5. Analyzovat četnosti bezesrážkových period pro rok a vegetační období

Rozsah práce: 50-60 stran

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem práci: Analýza počtu srážkových dní a srážkových úhrnů za období 1961-2010 vypracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity, a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše

V Brně dne:……..

……..

podpis

PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych chtěl poděkovat zejména prof. Ing. Zdeňkovi Žaludovi, Ph.D. za odborné vedení práce, čas věnovaný konzultacím a za jeho cenné připomínky a rady při zpracovávání této práce. Mé velké díky patří samozřejmě také celé mé rodině, která mi při psaní této práce byla oporou.

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce bylo na základě dat vybraných klimatologických stanic vyhodnotit výskyt srážkových dnů z pohledu jejich četnosti a výše srážkových úhrnů za padesátileté období (1961-2010). Byla provedena literární rešerše studií zabývajících se dlouhodobým výskytem srážek na území České republiky se zaměřením na jižní Moravu. V kontextu zvyšující se variability a změny klimatu byla testovaná hypotéza o snižujícím se počtu srážkových dní s nižšími úhrny (do 3, 5, 10 a 15 mm) pro duben, květen a červen, tedy měsíce s intenzivním nárůstem biomasy. Výsledky naznačují, že změna počtu srážkových dní závisí na měsících a má lokální charakter. Dále byly testovány na vybraných lokalitách bezesrážkové periody, zde se prokázalo, že přibývá počet delších bezesrážkových period nad 15 dnů.

Klíčová slova: variabilita srážek, bezesrážkové periody, dlouhodobé trendy, srážkové dny

ABSTRACT

The aim of the master thesis was based on the data of the selected climatological stations to evaluate the occurrence of precipitation days in terms of their frequency and amount of rainfall for the period of fifty years (1961-2010). Literature search was carried out for studies dealing with long-term incidence of rainfall in the territory of the Czech Republic focusing on the Southern Moravia. The hypothesis, in the context of the increasing variability and climate change, was tested about the increasing number of precipitation days with lower sums (3, 5, 10 and 15 mm) for April, May and June, which are the most important months for intensive plant growth and increase in biomass. The results indicate that the change in the number of precipitation days depends on the months and has a local character. Furthermore, were tested on the selected locality without a rainfall period, here has been shown that the number of non-rainfall period increase over 15 days.

Keywords: variability of rainfall, non-rainfall period, long-term trends, precipitation days

Obsah

1 Úvod 9

2 Cíl práce 11

3 Literární přehled 12

3.1 Základní pojmy v klimatologii a meteorologii 12

3.1.1 Srážky 12

3.1.2 Měření srážek 13

3.1.3 Druhy srážkoměrů 14

3.2 Srážky z bioklimatologického hlediska 15

3.2.1 Efektivní množství srážek 16

3.3 Srážky z hlediska českého zemědělství 16

3.3.1 Bezesrážkové periody 18

3.3.2 Možné změny dopadů klimatu na české zemědělství 18

3.4 Evapotranspirace 20

3.5 Hydrometeorologické extrémy 21

3.5.1 Sucho především zemědělské 22

3.5.2 Vodní eroze 26

4 Charakteristika stanic 28

5 Materiál a metodika 29

6 Výsledky a diskuze 30

6.1 Bystřice nad Pernštejnem 30

6.1.1 Srážky ve vegetačních obdobích 30

6.1.2 Počet dnů v měsíci duben s nízkými srážkovými úhrny 31

6.1.3 Počet dnů v měsíci květen s nízkými srážkovými úhrny 33

6.1.4 Počet dnů v měsíci červen s nízkými srážkovými úhrny 36

6.1.5 Bezesrážkové periody 39

6.2 Velké Meziříčí 41

6.2.1 Srážky ve vegetačních obdobích 41
6.2.2 Počet dnů v měsíci duben s nízkými srážkovými úhrny 42
6.2.3 Počet dnů v měsíci květen s nízkými srážkovými úhrny 44
6.2.4 Počet dnů v měsíci červen s nízkými srážkovými úhrny 47
6.2.5 Bezesrážkové periody 50
6.3 Velké Pavlovice 52
6.3.1 Srážky ve vegetačních obdobích 52
6.3.2 Počet dnů v měsíci duben s nízkými srážkovými úhrny 53
6.3.3 Počet dnů v měsíci květen s nízkými srážkovými úhrny 55
6.3.4 Počet dnů v měsíci červen s nízkými srážkovými úhrny 58
6.3.5 Bezesrážkové periody 61
7 Závěr 63
Seznam použité literatury 64

1 ÚVOD

Podnebí (klima) je dáno režimem meteorologických prvků na daném místě. Tento režim se dá sledovat kontinuálním měřením na meteorologických stanicích. Jako rozhodující pro formaci klimatu daného místa jsou následující procesy, tzv. klimatogenní faktory. Mezi ně řadíme radiační faktory, které mohou být přímé, odražené nebo rozptýlené. Radiační faktory jsou zdrojem energie pro všechny fyzikální děje, zdrojem tepla a také světla. Dalšími klimatogenními faktory jsou výměny vzduchu, jejíž základ tvoří všeobecná cirkulace atmosféry. Dále bychom do této skupiny mohli zařadit koloběh vody, respektive vodního režimu. Složky koloběhu jsou: výpar, oblačnost, vlhkost vzduchu, proudění vzduchu, srážky a povrchový či podpovrchový odtok. Významnými faktory jsou procesy související s charakterem zemského povrchu, tedy geografické a geofyzikální procesy, jako zeměpisná šířka, nadmořská výška, rozložení země a oceánů, orografie, tvar zemského povrchu, mořské proudy, vzdálenost od oceánů, typ aktivního povrchu, povrch půdy, vodních ploch, rostlinná, ledová a sněhová pokrývka apod. V poslední době se na formování klimatu podílí i tzv. antropogenní faktor tedy aktivity člověka a jeho podíl na změně složení vzduchu s přímým důsledkem oteplování klimatu.

Koloběh vody v přírodě je neustálý oběh podzemní a povrchové vody na Zemi, při kterém voda mění své skupenství. Koloběh vody je nepřetržitá cirkulace vody v ovzduší a na Zemi. Proces koloběhu vody zkoumá hydrologie. Voda na Zemi nemizí, jenom mění své skupenství, ukládá se na různých místech. 97 % světové vody se nachází v oceánech, 2 % tvoří ledovce a 1 % se částečně podílí na koloběhu vody. Koloběh vody dělíme na dva typy. Prvním typem je malý koloběh vody, který probíhá nad hladinou oceánu nebo nad pevninou, kde se voda odpařuje, tvoří se oblaka a voda ve formě srážek padá zpět do oceánu nebo na pevninu. Druhým typem je velký koloběh vody. Velký koloběh vody zahrnuje výměnu vody mezi oceánem a souší. Voda se odpařuje, kondenzuje do srážek a díky gravitaci padá na zemský povrch. Odtud se voda potoky a řekami dostává opět do oceánů. S koloběhem vody souvisí spousta procesů, jako například sublimace (přeměna pevné látky na plyn), desublimace (přeměna plynu na pevnou látku), vsakování (voda prosakuje do půdy), evaporace (fyzikální výpar), evapotranspirace (celkový výpar na určitém území).

Voda se v přírodě vyskytuje ve třech skupenstvích v kapalném, plynném a pevném. V kapalném stavu rozdělujeme na povrchovou a podpovrchovou vodu.

Povrchovou vodu tvoří vody tekoucí, stojaté, moře a oceány. Na zemský povrch se dostává srážkami, nebo vytryskne jako pramen, ze kterého pak vzniká potok, řeka atd. Podpovrchová voda se nachází v různých skupenstvích pod zemským povrchem. Je fyzikálně a chemicky vázaná a jedná se buď o vodu půdní, nebo podzemní. Kapalné či pevné skupenství vody vzniká v atmosféře kondenzací nebo desublimací z vodní páry. Tyto dvě skupenství tvoří kapičky resp. dešťové srážky a ledové krystaly ve formě sněhu. V pevném stavu se voda vyskytuje na Zemi ve formě ledu a sněhu. Tvoří ledovce a sněhovou pokrývku, tuto vodu můžeme charakterizovat i jako vodu sladkou.

Voda tvoří většinu živých soustav. Je součástí rostlinných i živočišných těl, i když v různém poměru. Organismy žijící v nepříznivých podmínkách mají ve svých tělech vody méně než organismy, žijící v podmínkách příznivých. Voda je podmínkou vzniku života na Zemi. Bez vody by organismy neexistovaly a nebyly by schopny se rozmnožovat. Dále je voda výborným rozpouštědlem, a proto se účastní velkého množství chemických reakcí. Všechny důležité funkce živého organismu probíhají ve vodných roztocích. Látky se přijímají a vylučují ve formě roztoků, tedy rozpuštěné ve vodě. Voda metabolická vzniká během složitých metabolických procesů probíhajících v živém organismu. Navíc pomáhá organismům udržovat tělesnou teplotu – odpařování, pocení. Pro mnoho z nich je jejich životním prostředím. Rostliny spotřebují vodu v procesu fotosyntézy, na své ochlazování a pro buňky je nejdůležitější součástí jejich těl.

Z pohledu území České republiky je nutné si uvědomit ještě jeden základní fakt. Do České republiky nepřitéká žádná významná řeka, naopak z našeho území odtékají všechny řeky do sousedních států, čímž je vodou významně dotujeme. Důsledkem je, že naše ekosystémy jsou plně závislé na srážkách a akumulaci srážkové vody. I na základě tohoto faktu mají studie zaměřené na vodu, resp. srážky značný teoretický i praktický význam.

2 CÍL PRÁCE

Na základě literární rešerše měření srážek bylo hlavním cílem vyhodnotit:

- vybrané klimatologické stanice z období 1961-2010 z pohledu výskytu a četnosti srážek ve velkém vegetačním období, hlavním vegetačním obdobím a ve vegetačním létě

- změny v rozdělení srážek se zaměřením na dny s nízkými srážkovými úhrny (do 3, 5, 10 a 15 mm) v měsících březen, duben, květen.

- četnosti bezesrážkových period pro vybrané měsíce ve vegetačním období

3 LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Základní pojmy v klimatologii a meteorologii

3.1.1 Srážky

Srážky jsou částice, které vznikly v atmosféře nebo na zemském povrchu kondenzací nebo desublimací vodní páry. Srážky rozdělujeme na vertikální a horizontální, dále podle skupenství na kapalné, tuhé a smíšené. Podle doby trvání na trvalé, přeháňky a srážky občasné a podle intenzity.

Vertikální srážky

Jako vertikální srážky označujeme srážky, které se pohybují vertikálně, tedy padají k zemi. Nejvýznamnější padající srážky jsou déšť, mrholení, sníh, sněhové krupky, sněhová zrna, námrazové krupky, kroupy a zmrzlý déšť.

Horizontální srážky

Za horizontální srážky považujeme všechny kondenzáty na povrchu země. Jsou to především rosa, zmrzlá rosa, jíní, jinovatka, námraza, náledí a ledovka.

Srážky podle trvání

Trvalé srážky jsou charakterizovány delší dobou výskytu s většinou mírnější, ale stálou intenzitou velkoplošných srážek (sníh, déšť apod.).

U občasných srážek se jedná o opakovaný výskyt srážek, u kterých bývají přestávky mezi srážkovými jevy dlouhé.

Přeháňky jsou charakterizovány jako krátké vypadávání srážek (řádově minuty, i desítky minut). Intenzita srážek a množství oblačnosti rychle kolísá.

Srážky podle původu

Konvektivní deště vznikají termickou konvekcí, vyskytující se jako intenzivní srážky s malým plošným rozsahem.

Frontální srážky vznikají v tlakových níších na atmosférických frontách jako důsledek nasouvání se teplejšího vzduchu na studený, nebo vytlačením teplého vzduchu chladnějším.

Orografické deště jsou ty, při kterých vzduch vystupuje jako důsledek zvlněného terénu. Právě orografické zvrstvení ve formě horských hřebenů ležících v kolmém směru na proudění vzduchu je příčinou vzniku orografické oblačnosti a následně srážek. Na návětrné straně je více srážek, než na závětrné. Na závětrné straně klesá vlhkost, rychle se rozpadá oblačnost a vzniká srážkový stín. U nás je to srážkový stín Krušných hor –

Žatecko, Rakovnicko, Kladensko. Nadmořská výška je významným faktorem, který mění množství srážek. S rostoucí nadmořskou výškou roste množství srážek (Žalud, 2015).

Srážky podle intenzity

Tab. 1: Vyjádření intenzity deště

Název	**Trvání**		
	1 hod.	**2. hod.**	**3. hod.**
Slabý déšť	pod 1	pod 1,5	pod 2,0
Mírný déšť	1,1-5,	0 1,6-7,5	2,1-9,0
Silný déšť	5,1-10,0	7,6-14,0	9,1-11,5
Velmi silný déšť	10,1-15,0	14,1-21,0	11,6-23,5
Liják	15,1-23,0	21,1-30,5	23,5-33,0
Příval	23,1-58,0	30,6-64,0	33,1-72,0
Průtrž mračen	nad 58,1	nad 64,1	nad 72,1

3.1.2 Měření srážek

Na stanicích ČHMÚ (Český hydrometeorologický ústav) jsou srážky měřeny dvěma různými způsoby a to jak manuálním měřením výšky vodního sloupce odebraného ze srážkoměrné nádoby, tak automaticky různými typy automatických srážkoměrů. Mezi automatické srážkoměry patří člunkové a váhové. Základní srážkoměrnou síť ČHMÚ tvoří asi 535 srážkoměrných stanic. Počet stanic se často z různých důvodů může měnit. Měření srážek také provádějí všechny stanice vyššího typu, do kterých zahrnujeme klimatologické stanice, meteorologické stanice, letecké stanice a observatoře. Celkový počet stanic ČHMÚ měřících srážky je 694. Tento počet ještě doplňují čtyři stanice Armády České republiky a dvě stanice ÚFA AV ČR (Ústav fyziky atmosféry akademie věd České republiky). Automatizovaně jsou srážky měřeny na 335 stanicích. Z těchto stanic máme k dispozici měření v minutových intervalech, které jsou zasílány každých 10 minut. Výsledky z manuálního měření pozorovatelé zasílají jednou měsíčně v denních úhrnech srážek. Denní úhrn srážek je období od 7 hodin včera, do 7 hodin dnes. Manuální měření srážek dělá pozorovatel v 7 hodin středoevropského času a výsledek je platný pro včerejší den. Množství srážek se udává v milimetrech. Tato jednotka odpovídá litrům na metr čtvereční plochy. Vždy je důležité znát období, ke kterému se úhrn srážek udává (Tolasz, 2007).

K vyjádření srážkových poměrů nestačí jen uvedení úhrnů srážek. Daleko lépe vyjadřuje rozdělení srážek v roce počet dnů se srážkami, které označujeme jako

srážkové dny. Nejčastěji je uváděn počet dnů se srážkami nad 1 mm. V suchých oblastech je to průměrně za rok přes 90 dní. V horských oblastech, které jsou nejvlhčí, je to téměř 190 dní (Rožnovský, Havlíček, 1998).

3.1.3 Druhy srážkoměrů

a) manuální srážkoměry

V síti ČHMÚ jsou používány manuální srážkoměry. Jsou složeny ze dvou stejně velkých válcových nádob, které se nacházejí ve výšce 50 cm, dále nálevky, konvice a skleněné odměrky. Plocha otvoru měřící srážky činí 500cm^2 a nachází se ve výšce 1 metr nad zemí. Toto platí u srážkoměrného typu Metra. Německý typ Hellman má minimální plochu měřící srážky 200cm^2. Manuální srážkoměry měří s přesností na desítky milimetrů (Sevruk, 1982).

b) automatické srážkoměry

Mezi automatické srážkoměry patří člunkové srážkoměry. Skládají se z čidla, nebo-li člunku a dále z vyhodnocovací jednotky. Ve vyhřívané verzi tyto srážkoměry umožňují měření i pevných srážek. Tyto srážkoměry mohou mít záchytnou plochu 200 cm^2 nebo 500 cm^2, s rozlišitelností srážek na 0,1 mm nebo 0,2 mm na jedno překlopení člunku. Princip měření spočívá na pohybu dvojitě děleného člunku podél osy. Dešťové srážky jsou vedeny ze sběrné nádoby výtokovým otvorem do horní poloviny překlápěcího člunku. Po naplnění člunku určitým množstvím srážek dojde k tomu, že se překlopení a začne se plnit druhý člunek. Při každém překlopení člunku se sepíná kontakt a zaznamená překlopení v měřící stanici. Takto se získává detailní časový průběh srážky. Přístroje vykazují zhruba 3 – 5% objemovou chybu, která může být způsobena buď výparem vody přímo z člunku, nebo relativně malou sběrnou plochou. Větší hodnoty objemové chyby může srážkoměr vykazovat zejména v období s dešti malé vydatnosti s malým celkovým úhrnem srážek, při kterém se stačí z člunku srážka odpařit bez překlopení (Kemel, 1996). Přenos dat z automatizovaných stanic do centrálních informačních systémů ČHMÚ probíhal dříve přes telefonní spojení. Nyní probíhá přes GPRS, tedy přes rádiový přenos dat, což má několik zásadních výhod. Mezi které patří především nižší cena přenosu dat, aktuální zobrazení v 15 minutových intenzitách online, nebo možnost dálkové komunikace se stanicí (Fryč, 2009).

Obr. 1 člunkový srážkoměr (zdroj: ČHMÚ pobočka Ústí nad Labem)

3.2 Srážky z bioklimatologického hlediska

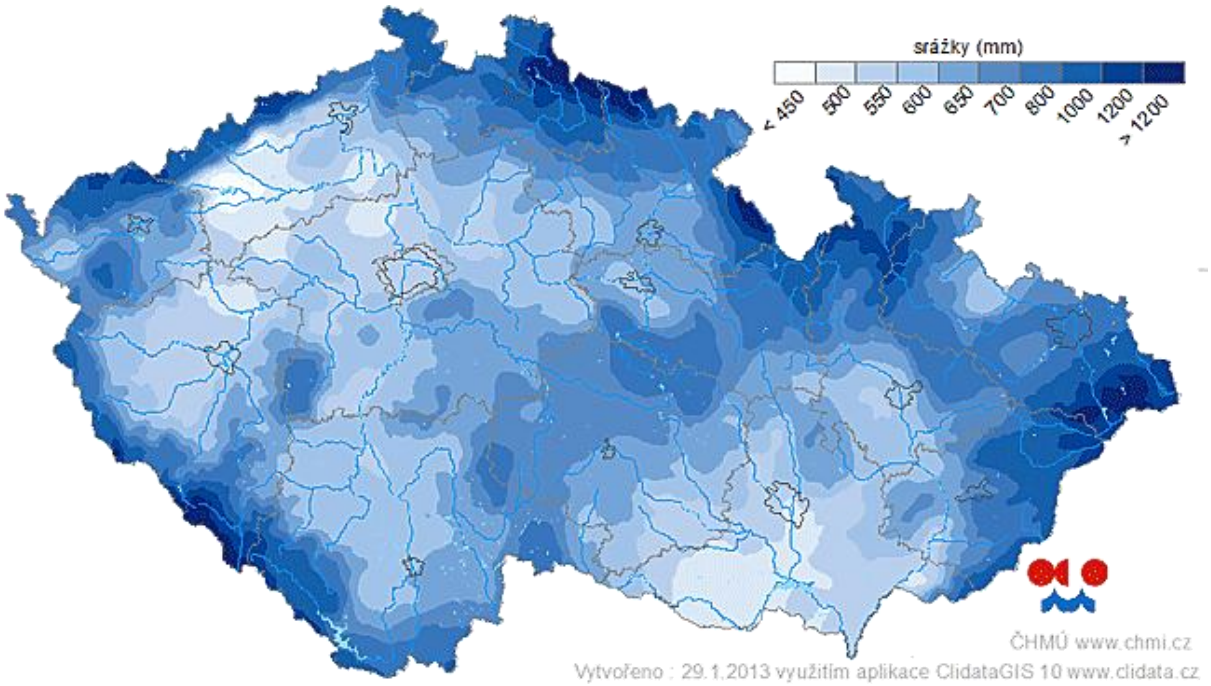
Voda je základní stavební složka rostlinných orgánů a plní funkce, které nelze zastoupit. Voda vytváří prostředí, ve kterém probíhají biochemické přeměny látkové výměny růstu. Zprostředkuje transport živin vznikajících organických sloučenin a prostřednictvím transpirace zabraňuje přehřívání rostlin. Voda je průhledná a nestlačitelná, tudíž poskytuje rostlině mechanickou oporu. Každý rostlinný orgán, každá buňka má svoji vodní bilanci, která může být v určitém čase kladná, ale i záporná nebo-li deficitní. Deficit může být přechodný, k němuž může dojít v průběhu dne, kdy převažuje transpirace a celkově pasivní bilance, či trvalý, který vzniká následkem půdního sucha, u něhož došlo k poklesu zásoby půdní vody. Vláhová potřeba rostlin je množství vody, kterou rostlina potřebuje k udržení svých životních funkcí. Do vláhové potřeby rostlin zahrnujeme především vodu na transpiraci a vodu, která je součástí rostlinného těla, která tvoří maximálně 5 % z celkové vody procházející rostlinou. Voda tvoří 75–95 % hmotnosti rostlin. U některých rostlin může být i více, či méně. Například na hmotnosti listu salátu se podílí voda až z 95 %. Hmotnost suchého zrna ječmene obsahuje 10–11 % vody (Žalud, 2015).

3.2.1 Efektivní množství srážek

Z pohledu růstu rostlin je nutné rozlišovat srážky naměřené na meteorologické stanici, kde musí splňovat různé předpisy. Srážkoměr nesmí být zakrytý, nesmí být umístěn v blízkosti překážek a má se nacházet v 1 metru nad zemí. Takto to nemůže být u skutečného množství srážek, které se stávají zdrojem vody pro růst a vývoj rostlin. Efektivní nebo-li skutečné množství srážek je rozdíl mezi srážkovým úhrnem naměřeným ve srážkoměru a množstvím vody, které je k dispozici pro kořenový systém rostlin. To je ovlivněno řadou faktorů, ať už reliéfem terénu, strukturou a fyzikální vlastností půdy a podloží a strukturou vlastního porostu rostlin (Žalud, 2015).

3.3 Srážky z hlediska českého zemědělství

Základním a primárním zdrojem vody pro zemědělské plodiny jsou srážky. Vztah mezi výnosem v zemědělství a průměrnými srážkami je nelineární. Výnosy nejdříve stoupají s dešťovým faktorem, ale při vyšších hodnotách klesají. Srážky na našem území se vyznačují velkou časovou i místní proměnlivostí s velkou závislostí na nadmořské výšce a vzhledem k převládajícímu proudění, jak jde vidět na mapě rozložení průměrných ročních úhrnů za období 1961–2000 viz obrázek č. 2 (Ministerstvo zemědělství, 2011).



Obr. 2 Znázorňující průměrný roční úhrn srážek v mm mezi roky 1961 – 2000 (ČHMÚ, 2013)

Srážky mají roční chod kontinentálního typu, kdy maximum srážek připadá převážně na červenec, minimum srážek na leden nebo únor. Srážkové úhrny na území České republiky jsou vzhledem k její vertikální členitosti velmi proměnlivé. Vliv nadmořské výšky na srážkové úhrny se projevuje jen u nejvyšších pohraničních pohoří. Významné jsou také návětrné a závětrné efekty horských překážek. Nejnižší srážkové úhrny jsou v okolí Žatce, který leží ve srážkovém stínu. V okolí Žatce je nejnižší průměrný roční úhrn srážek, který je 410 mm a jedná se o nejsušší oblast České republiky. Nejvíce srážek se vyskytuje na návětří našich hor. Nejvyšší úhrn srážek patří Jizerským horám, přesněji Bílý potok, kde naměříme roční úhrn srážek 1705 mm. Bílý potok leží v nadmořské výšce 900 metrů nad mořem. Ve vztahu k zemědělské výrobě a vegetaci celkově je rozhodující rozložení srážek během roku. Podle ročních období má nejvyšší průměrné úhrny srážek léto, na které připadá kolem 40 %, dále jaro 25 %, podzim 20 % a na zimu připadá 15 %. Letní maximum srážek souvisí s výskytem bouřkových lijáků při proudění studeného vzduchu od západu až severozápadu (Rožnovský, 2011). Na Moravě připadá minimální roční průměr srážek na oblast jižně od Znojma. Zde připadá roční úhrn srážek na 495 mm. Maximální roční průměr úhrnu srážek je v Moravskoslezských Beskydech na Lysé hoře, na kterou připadá 1532 mm. Podle dlouhodobého průměru jsou tedy na našem území roční úhrny srážek v rozpětí od 410 mm v Žatecké pánvi, až do 1705 mm v Jizerských horách (Ministerstvo zemědělství, 2011).

K charakteristice srážkových poměrů nestačí jen uvedení úhrnů. Rozdělení srážek v roce daleko lépe vyjadřuje počet dnů se srážkami (srážkové dny). Nejčastěji je uváděn počet dnů se srážkami 1 mm a více, kterých je průměrně za rok v suchých oblastech přes 90, v horských, nejvlhčích oblastech skoro 190 (Rožnovský, 2014).

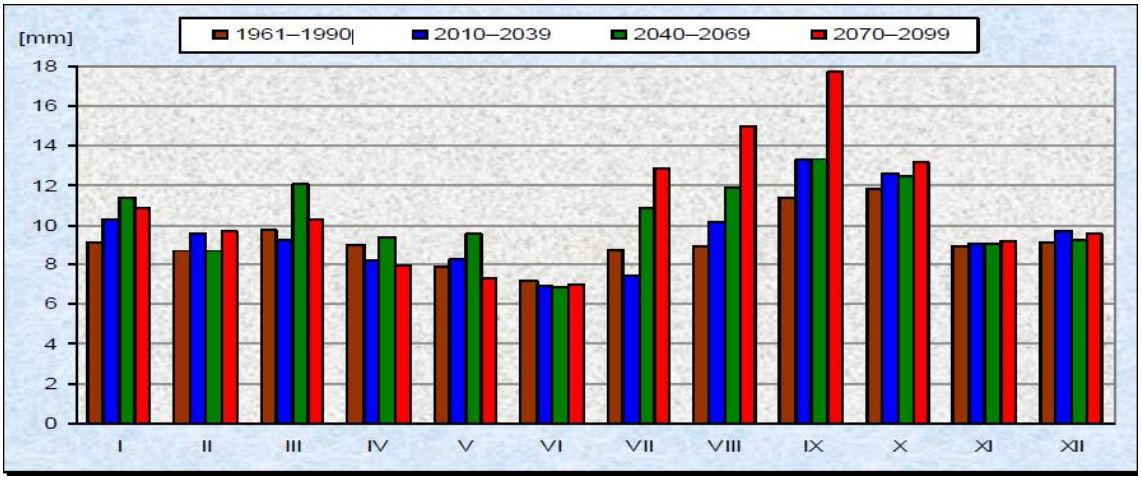
Významnou agroklimatologickou charakteristikou je vymezení vegetačních období, mezi které patří velké vegetační období, hlavní vegetační období a vegetační léto. Velké vegetační období je období dané v roce průměrnými denními teplotami vzduchu od 5 °C a více (Hájková a kol, 2012). Nastupuje nejdříve na jižní Moravě většinou v druhé polovině března a končí v polovině listopadu. V těchto částech našeho území je délka velkého vegetačního období v průměru 230 až 240 dnů. S nadmořskou výškou klesá délka velkého vegetačního období a ve vrcholových oblastech dosahuje jen kolem 130 dnů. Zde začíná na začátku května a končí v polovině září. Zkrácení délky představuje na 100 metrů nadmořské výšky 8 až 10 dnů. Průměrné denní teploty

vzduchu od 10 °C a více vymezují hlavní vegetační období, které v nejteplejších oblastech nastupuje na konci dubna a končí v polovině října. Proto se v průměru vyjadřuje měsíci duben až září. Na 100 m nadmořské výšky se zkracuje o 8 až 10 dnů. Nejteplejší část roku se nazývá vegetační léto, které je vymezené průměrnými denními teplotami vzduchu od 15 °C a více. V nejteplejších oblastech trvá až 110 dnů. S nadmořskou výškou klesá v průměru o 15 dnů na 100 m (Ministerstvo zemědělství, 2011).

3.3.1 Bezesrážkové periody

Období bezesrážkové je takové, kdy po určitý počet dnů (obecně nejméně 5 dnů) nebyly na stanici naměřeny srážky, případně byly srážky velmi malé (0,0 mm, výjimečně 1 mm). Vymezení období sucha je různé podle autorů a je závislé na účelu klimatologického zpracování. Jeho trvání a četnosti výskytu jsou často součástí klasifikací podnebí.

S výskytem srážek souvisí počty dnů bezesrážkových období. Srovnáním jednotlivých třicetiletých období sledujeme postupný nárůst počtu dnů za rok i vegetační období. V období 2070–2099 se v průměru za rok očekává o 24 dní beze srážek více než v referenčním období 1961–1990 viz obr. 3 (Rožnovský, 2014).



Obr. 3 Počet dnů bezesrážkového období, dlouhodobé měsíční úhrny [dny] v referenčním (1961-1990) a ve scénářových obdobích (Rožnovský, 2014)

3.3.2 Možné změny dopadů klimatu na české zemědělství

Mezi nejčastěji uváděné změny klimatu v příštích několika letech, či desetiletích patří globální oteplování. Podle dosavadních studií můžeme do budoucna očekávat zvýšení

teplot vzduchu až o 5℃. (Ministerstvo zemědělství, 2011) Dále se může lišit počet letních a tropických dnů. Hledají se meze rozdílů budoucího klimatu od současného. V současných teplých klimatických oblastech by mohlo dojít až k výskytu období s několika desítkami tropických dnů. A naopak by měl poklesnout počet mrazových a ledových dnů, jejichž výskyt nelze vyloučit ani ve vegetačních obdobích (Rožnovský, 2011). Přesnější vymezení dopadů je ztížené v důsledku krátkého vegetačního období většiny zemědělských plodin, využívání intenzivních technologií, dále rychlé obměny pěstovaných odrůd a změny druhové skladby. Současný stav zemědělských půd v České republice není s ohledem na charakter a kvalitu ploch příliš příznivý, což je dáno především značným úbytkem půdní organické hmoty v důsledku nízké aplikace statkových hnojiv, eroze půdy a dalších faktorů (Ministerstvo zemědělství, 2011).

Úhrn srážek se naopak nemá významně měnit. Obtížné je ovšem posoudit jejich rozdělení v roce. Výpočty hodnot podle scénáře potenciální evapotranspirace, která znamená celkový výpar na daném území, jednoznačně potvrzují výrazné zvýšení suchosti klimatu České republiky. Vláhový deficit by jen v letním období dosahoval v teplých letech i více jak 300 mm. Za vegetační období až přes 500 mm. Těchto hodnot v suchých letech přitom nedosahují roční srážkové úhrny na větší části území jižní Moravy. Bez výraznějšího zvýšení srážek a při předpokládaném nárůstu evapotranspirace budou ve větší míře ohroženy suchem části střední a jižní Moravy, středních a severozápadních Čech, dolní a střední Polabí a Povltaví. Podle výsledků v období 1961 až 2000 nejsou zatím statisticky potvrzeny vzestupy potenciální evapotranspirace. Když se nad tím zamyslíme a vezmeme v úvahu předpovídanou změnu klimatu, musíme počítat s nárůstem sucha. Vláhová bilance vegetačního období bude nižší o několik desítek litrů vody z metru čtverečních. Podle různých předpovědí by však vyšší srážky mohli také znamenat zvýšení pravděpodobnosti výskytu denních úhrnů srážek nad 10 mm, což by mělo za následek nárůst erozně nebezpečných dešťů, zejména v květnu, červnu a v září. Budoucí možné dopady na změny klimatu budou ze zemědělského hlediska působit na území České republiky rozdílně. V jižněji položených oblastech se v kombinaci s nedostatkem srážek se podmínky pro zemědělství zhorší zvýšenou evapotranspirací, což zapříčiní zvýšení počtu a délky výskytu období zemědělského sucha. Naopak v oblastech nad 350 metrů nad mořem se zvýšením teploty může vyvolat prodloužení vegetačního období, které umožní pěstování teplotně náročnějších plodin než je tomu dosud. Zvýšení teploty vzduchu

může vyvolat prodloužení vegetačních období a to s rizikem překročení fyziologicky únosných hodnot. Může docházet k teplotnímu stresu (Žalud a kol, 2009).

Dlouhodobé změny srážek nejsou zaznamenány, meziroční variabilita je zde silnější než trend. To se ale týká pouze průměrných hodnot. Výrazně roste rozdíl v rozložení srážek. V posledních letech dochází k nárůstu bezesrážkových dní a dokonce celých období a oproti tomu statisticky významně roste počet dní s intenzivní srážkou. Tedy dochází k pomyslnému rozevírání nůžek, buď neprší a nebo naopak dojde k intenzivnímu, ale krátkému dešti (hlavně při bouřkových situacích), který nedokáže účinně doplnit deficit srážek z předešlého bezesrážkového období a naopak se neblaze podílí na zvyšování erozního rizika na území České republiky. Jako dobrý příklad může sloužit rok 2014, kdy na území České republiky spadlo obvyklé množství srážek za celý rok, ale přesto jsme zde zaznamenaly dvě epizody sucha a dvě epizody povodní. Pro budoucí klima modely nepočítají příliš se změnou průměrných srážkových úhrnů, ale právě se změnou jejich rozložení. Modely naznačují, že by mělo dojít hlavně v poklesu zimních srážek a to jak v blízké budoucnosti 2021-2050, tak i ke konci století. Tento trend je již pozorován v současnosti, kdy v posledních letech jsme zaznamenali suché zimy a i množství sněhové pokrývky výrazně klesá. Suché zimy bez velké sněhové pokrývky jsou většinou dobrým startem pro vývoj sucha v následujících měsících (Zahradníček a kol, 2016).

3.4 Evapotranspirace

Výdejovou složku oběhu vody v krajině představuje evapotranspirace, která tak významně ovlivňuje ráz krajiny. Na území České republiky probíhá měření výparu z vodní hladiny pomocí výparoměrů. Ovšem pro vyjádření výparu z porostů vycházíme z výpočtů potenciální evapotranspirace (převážně podle vztahu podle Penmana), která v nejteplejších oblastech jen málo přesahuje 700 mm, v nejchladnějších nedosahuje 400 mm, je tedy prokazatelný její pokles s nadmořskou výškou. Skutečná evapotranspirace dosahuje v teplých oblastech 400 až 450 mm, největší je ve středních výškách, málo přes 500 mm, a v nejvyšších polohách činí méně jak 350 mm. Rozdíl mezi evapotranspirací a srážkami vyjadřuje vláhové poměry daného místa, tedy humiditu (když jsou vyšší srážky) či ariditu (pokud je vyšší evapotranspirace). S využitím údajů o srážkách (P) a evapotranspiraci (Eo) stanovujeme tzv. vláhovou bilanci, která představuje jejich rozdíl. ČHMÚ a intersucho.cz v týdenním kroku

publikují na svých webových stránkách v podstatě od března do října mapy evapotranspirace, vláhové bilance a zásoby vody v půdě (Rožnovský, 2014).

3.5 Hydrometeorologické extrémy

Z pohledu krajiny, člověka a jeho aktivit, jako je zemědělství či lesnictví se dají vyzdvihnout tři základní oblasti, nebo-li procesy, které mají přímou souvislost se srážkami, jejich intenzitou či rozdělením. Jedná se především o výskyt sucha, povodní a eroze (Žalud, 2015).

Od roku 1997 postihlo Českou republiku celkem 13 těchto extrémů. V roce 1997, 2002, 2006, 2010, 2013 a 2014 zasáhly naše území povodně a v letech 2000, 2003, 2007, 2012, 2013, 2014 a 2015 suché periody. Například v letech 2014 se vyskytlo na našem území jak povodně, tak sucho. Od roku 2012 se zde kontinuálně objevují období sucha (Zahradníček a kol., 2016).

Pěstování jakékoli polní plodiny je závislé na půdních a meteorologických či z dlouhodobého pohledu klimatických podmínkách dané lokality. Extrémy počasí se většinou vyznačují časovou i prostorovou nepředvídatelností a mimořádnou intenzitou. Důsledky mohou v některých případech ve velmi krátké době zničit očekávanou sklizeň, která se může projevit v ekonomice výrobců a následně i zpracovatelského průmyslu. Výskyt hydrometeorologických extrémů je přirozeným důsledkem složitých fyzikálních a chemických procesů odehrávajících se v atmosféře. Tyto procesy jsou přirozenou součástí její variability. Pod slovním spojením „hydrometeorologický extrém“ si nejčastěji vybavíme povodně, ať už vyvolané extrémními úhrny srážek lokálního charakteru, za které považujeme lijáky a průtrže mračen, nebo vydatnými trvalými srážkami či rychle tajícím sněhem. Každý pěstitel ví, co může způsobit desetiminutová bouřka doprovázena extrémními srážkami na konci vegetačního období. Podobné, ale ne tak okamžité extrémní situace s takovými dopady jsou jarní a podzimní mrazíky, vichřice, holomrazy, déletrvající zimní oteplení. Nárůst extrémních meteorologických událostí je z posledních let významným atributem ve změně klimatu. Z hlediska zemědělského je povodeň svými dopady méně významným hydrometeorologickým extrémem, než prostorově rozsáhlejší sucho (Žalud a kol, 2009).

3.5.1 Sucho především zemědělské

Ačkoliv je sucho mimořádně významným agrometeorologickým jevem, jehož důsledky působí v některých sezónách škody v řádu jednotek až desítek miliard korun, neexistuje souhrnná a všeobecně platná definice. To do značné míry ztěžuje jeho monitoring a prognózu a stejně tak i ztěžuje regionalizaci našeho území podle ohrožení výskytem sucha (Generel vodního hospodářství krajiny ČR). Máme čtyři různé typy sucha podle projevů, mezi které patří meteorologické, zemědělské, hydrologické a socioekonomické. **Meteorologické sucho** se projevuje pouze na základě stupně sucha ve srovnání s nějakou normální nebo průměrnou výší a trváním suchého období. Je to záporná odchylka srážek od normálu, která se hodnotí za delší časové období. **Zemědělské sucho** ovlivňuje vývoj zemědělských plodin. Objevuje se tehdy, je-li zásoba vody v půdě pro rostliny nedostatečná. Velmi záleží na složení půdy a půdotvorném substrátu. **Hydrologické sucho** souvisí s nižším obsahem vody v tocích či vodních plochách jako jsou rybníky, jezera a nádrže. Může k němu dojít díky menším srážkám či intenzivní evapotranspirací. **Socioekonomické sucho** nastává v okamžiku, kdy začíná být patrný vliv předchozích kategorií na člověka a jeho činnost. Například v lodní dopravě, při produkci a zásobování potravin, zvýšení cen potravin, dostupností vody aj (Heim, 2002).

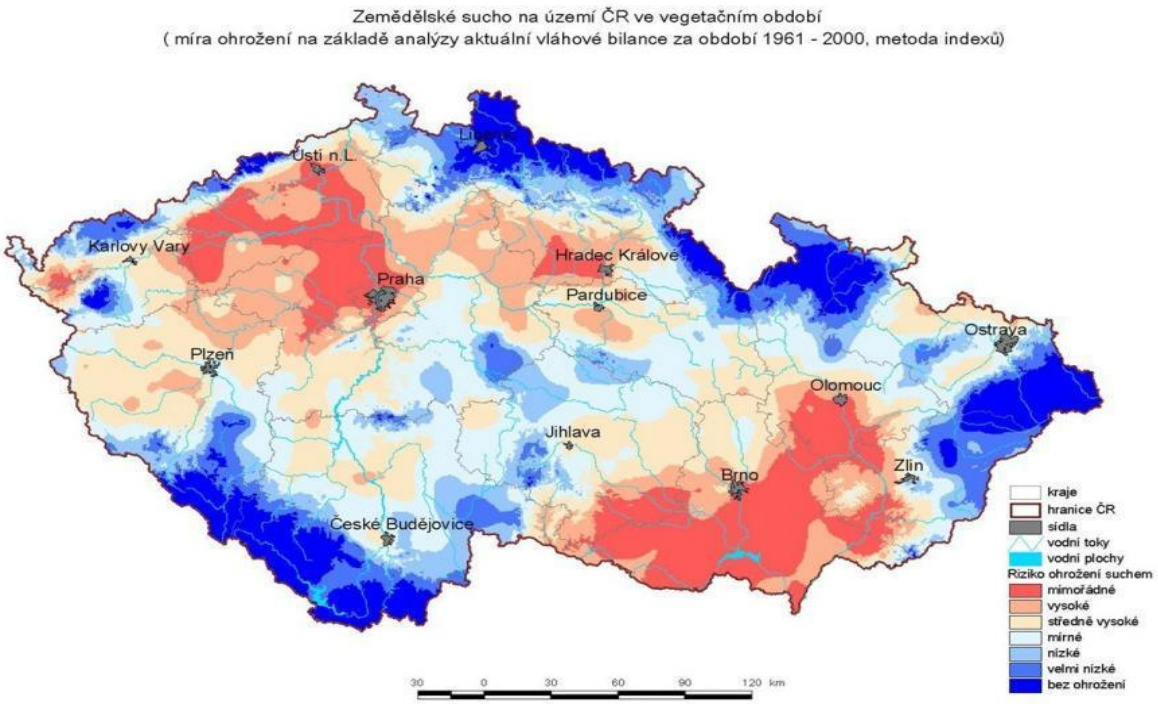
V odborné literatuře byla věnována značná pozornost také dopadům sucha v různých oblastech národního hospodářství. Nejzávažnější dopady sucha jsou patrné především v zemědělství. Jeho hlavní příčinou je v podmínkách České republiky nedostatek srážek, který se akumuluje během dlouhého období. Řádově to jsou týdny až měsíce. Nejvyšší počty suchých epizod na území České republiky se vyskytují na Žatecku (suchá podkrušnohorská oblast), v Polabské nížině (okresy Mělník, Nymburk a Kolín) a v oblasti jižní Moravy, přičemž počet suchých období výrazně roste s poklesem nadmořské výšky místa (Brázdil a Trnka, 2015). V případě poškození zemědělských kultur existuje mnoho mechanismů, které působí na nedostatek vláhy při růstu a vývoji rostlin. Kromě toho zhoršuje nedostatečná vlhkost půdy půdní mikroklima a koloběh živin, ztěžuje obdělávatelnost a zvyšuje náchylnost k větrné erozi. Přesná určení množství vztahů mezi intenzitou, trváním sucha a rostlinnou produkcí je značně problematická, neboť v systému půda – rostlina – atmosféra působí několik vzájemně se ovlivňujících faktorů, které jasně ukazují na to, že sucho výrazným způsobem ovlivňuje výnosy na regionální i národní úrovni. Každá perioda sucha je

jedinečná svým průběhem i následky. Například teplotně extrémním roky na jižní Moravě byly 2000, 2003, 2012 a 2013. V roce 2000 způsobilo suché a velmi teplé období od dubna do května neúrodu obilovin na jižní Moravě. U jarní pšenice poklesl průměrný hektarový výnos na 2,8 $t.ha^{-1}$, přitom v předchozím roce 1999 byl průměrný hektarový výnos 3,9 $t.ha^{-1}$ (Žalud a kol, 2009).

V okresech Jihomoravského kraje byly výnosy jarního ječmene a ozimé pšenice ovlivněny výskytem sucha mnohem více a častěji než v okresech kraje Severomoravského, což souvisí s podstatně větší intenzitou sucha v tomto regionu (Hlavinka a kol, 2009). V Jihomoravském kraji lze díky výskytu sucha započítat velké meziroční poklesy výnosů v letech 1976, 1981, 1993 a 2000. Za povšimnutí stojí výrazný pokles produkce v roce 2000, který je způsoben mimořádně intenzivním suchem v klíčovém období pro formování výnosu jarního ječmene. Je to období od dubna do počátku června.

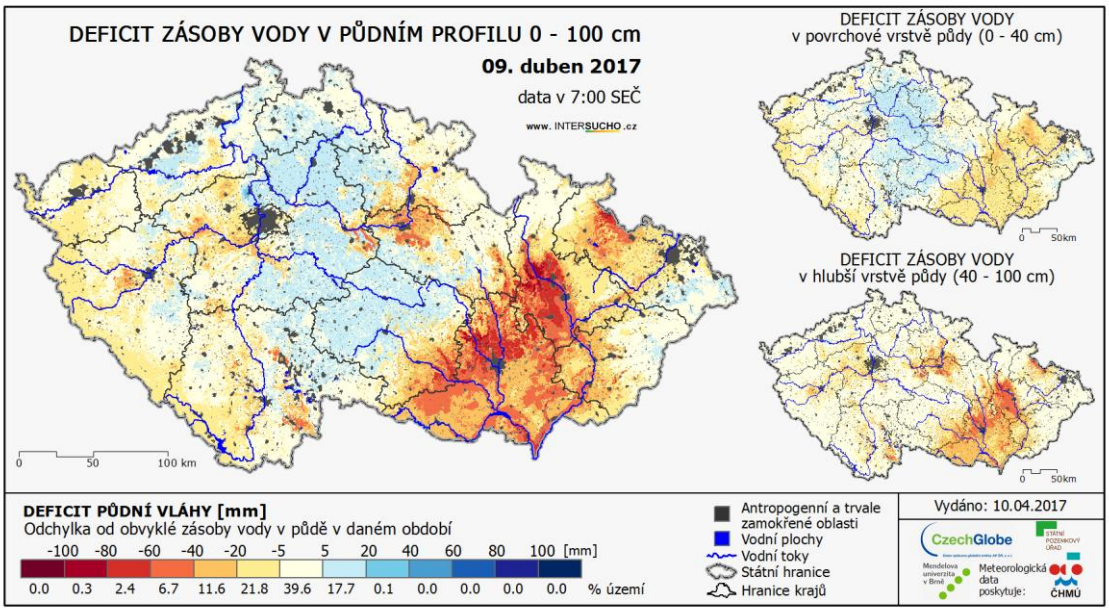
Riziko výskytu sucha na jižní Moravě postupně roste. Průměrné teploty na jihu Moravy se stále zvyšují a tento trend bude pokračovat. Úhrn srážek ale zůstane stejný. Vyšší teploty způsobí, že se bude z půdy odpařovat více vláhy. Už nyní je přitom jižní Morava jednou z nejsušších oblastí republiky. Změna klimatu s sebou přináší delší a intenzivnější období sucha, ale neznamená to snížení rizika povodní. Povodně se posunou do června či července. Roční objem srážek se nemění. Problémem je, že dochází ke změně rozložení úhrnu srážek během roku. V předjaří voda chybí, jako například v roce 2014 spadlo do března za uplynulé tři měsíce pouze 40 milimetrů srážek a poté hrozí přívalové deště v červenci. Kvůli teplotám se posouvá doba sklizně směrem do prázdninových měsíců, což zapříčiní negativní dopady, hrozí totiž přívalové povodně s blátem. Podle představitelů Jihomoravského kraje a klimatologů by se v budoucnu mělo přejít na pěstování plodin, které umí lépe zadržet potřebnou vodu v půdě a jejich kořeny bránit více erozi (Valášek, 2014). Kvůli nedostatku vláhy začínají být pro jižní Moravu nevhodné jarní plodiny, jako například řepka. Podle klimatologů na jižní Moravě se pomalu blíží konec tradičních zemědělských plodin, jako pěstování pšenice a ječmene, které by se v budoucnu měli stát záležitostí Vysočiny. Z hlediska klimatologie je jižní Morava vhodná zejména pro pěstování vinné révy a kukuřice (např. Kurpelová a kol., 1975).

Nesmíme zapomínat, že vodní bilance vegetačního období je jen jedním z mnoha faktorů ovlivňující výnos. V některých letech jako například je rok 1964 a 1989 se jednalo o roky klimatologicky suché a přitom v nich nedošlo k poklesu výnosu. Řada faktorů rozhoduje o tom, zda se důsledky meteorologického sucha ukážou do regionálních výnosů v určitém roce. Mezi faktory patří zejména to, zda sucho nastane během hlavních vývojových fází obilnin, nebo také závisí, jak je velká zásoba vody v půdě (Žalud a kol, 2009).



Obr. 4a Zemědělské sucho na území České republiky (ČHMÚ)

Aktuální monitoring zemědělského sucha (nedostatku vláhy v půdě) je provozován na www.intersucho.cz



Obr. 4 b. Deficit půdní vlhkosti v mm k 9. 4. 2017 (zdroj: intersucho.cz)

Nedostatek vláhy lze částečně řešit optimalizací závlahových systémů, to rovněž závisí na nalezení vhodných metod k určení závlahových dávek a jejich aplikací. Ve větší míře bude třeba využít automatických systémů indikace podmínek (rostlina, půda, atmosféra) ve spojení s inteligentními systémy (předpovědní modely) a technologickým vybavením (např. kapková závlaha, metody částečné závlahy kořenové zóny) na základě znalosti o vlivu stresu, efektivnosti využití vody apod. Adaptace zaměřené na zlepšené hospodaření vodou v rámci porostu jsou současně jedním z nástrojů pro zlepšení odolnosti rostlin k epizodám vysokých teplot vzduchu, které při působení v kritické fázi počátku tvorby semen, mají velmi nepříznivé dopady na výnos.

3.5.1.1 Hodnocení výskytů sucha

Výskyty sucha jsou typické pro naše území, dokladem jsou i klimatologická hodnocení, kde se pojem sucha v rámci hodnocení převážně klimatických podoblasti vyskytuje. Často uváděnou hodnotou pro hranici sucha je průměrný roční úhrn srážek 500 mm. Přesto můžeme konstatovat, že v posledních dvou desetiletích se výskyty sucha zvýšily. Plošné výskyty na našem území byly v roce 2000, 2003, 2007, 2012,2013 a 2014. Ne všechny roky měly průběh výskytu sucha stejný, většinou se vyskytovalo suchu na větším území, než jsou oblasti, které s ohledem na úhrny srážek a teploty vzduchu mají

pro výskyt sucha největší předpoklady. Jistě nebyly výskyty sucha vždy ve stejném období, ale převážně šlo o počátek výskytu na jaře. Hodnocení sucha na našem území můžeme doložit příklady pro roky 2003, 2012 a 2014 (Rožnovský, 2014)

Ve srovnání s dlouhodobými poměry 1961–2010 byly v postižených oblastech hodnoty zásoby využitelné vody v půdě v % *VVK* k 20. 5. 2014 o více než 50 % nižší. Na většině území ČR jsou v rozmezí 75 až 100 % dlouhodobého průměru. Na jižní Moravě na jih od Brna jsou dokonce pouze na 25 % a méně dlouhodobého průměru. Ke dni 27. 5. 2014 byl patrný již velmi výrazný pokles zásoby využitelné vody v půdě ve srovnání s dlouhodobými hodnotami. Skoro celé území ČR již má hodnoty nižší, než je dlouhodobá hodnota. Z toho více jak 30 % území má hodnotu zásoby o 50 % nižší, než jsou dlouhodobé poměry. Méně než 25 % hodnoty dlouhodobého průměru, tedy velmi nízký stav zásoby, je dosaženo v Jihomoravském kraji, na Přerovsku a v části Polabí. V tomto období se tedy jedná o výjimečný stav a velmi výrazné snížení zásob využitelné vody v půdě. Ke dni 3. 6. 2014 bylo výrazné zlepšení situace hlavně na jižní Moravě, kde pokleslo zastoupení oblastí s hodnotami zásob pod 25 % a vzrostla kategorie 25 až 50 % dlouhodobého průměru, a také v jižních Čechách a na Vysočině, kde se zásoba využitelné vody v půdě navýšila na 75 až 100 %. V Polabí nebylo zvýšení hodnot tak výrazné, na velkém území jsou stále zásoby mezi 20 % a 50 %. Stále ovšem platí, že na většině území ČR jsou hodnoty zásoby využitelné vody v půdě nižší, než jsou dlouhodobé poměry 1961–2010 pro toto období (Rožnovský, 2014)

3.5.2 Vodní eroze

Vodní eroze je přírodní a obtížně měřitelný proces. Působí všude, kde se dostává voda do kontaktu se zemským povrchem. Rozdíly jsou jen v intenzitě eroze, která závisí na energii vody a na odolnosti půdy. Erozní procesy a jejich rozvoj způsobují v krajině rozsáhlé poruchy. Zejména znečišťují přírodní zdroje vody a mají negativní vliv na půdu, čímž snižují její úrodnost. Škody způsobené vodní erozí a povrchovým odtokem se projevují zejména na zemědělské produkci, ve znečištění vodních zdrojů či jejich zanášením (Žalud, 2015). Půdní eroze je třífázový proces. Nejprve se jednotlivé půdní částice uvolňují z půdní hmoty, v druhé fázi jsou přenášeny erozními činiteli jako např. tekoucí vodou, větrem, ledem, sněhem, pohyblivými zvětralinami a nezpevněnými usazeninami. Když už není dostupná dostatečná energie k transportu částic, nastává třetí fáze, která se nazývá ukládání materiálu (Morgan, 2005). Eroze byla vždy existujícím

přírodním procesem, na mnoha místech je však zvyšována antropogenní činností. Určitý stupeň eroze jako přírodního jevu může být prospěšný ekosystémům, ale její nadměrné působení může vést k jeho poškození a ztrátě funkčnosti (Holý, 1994).

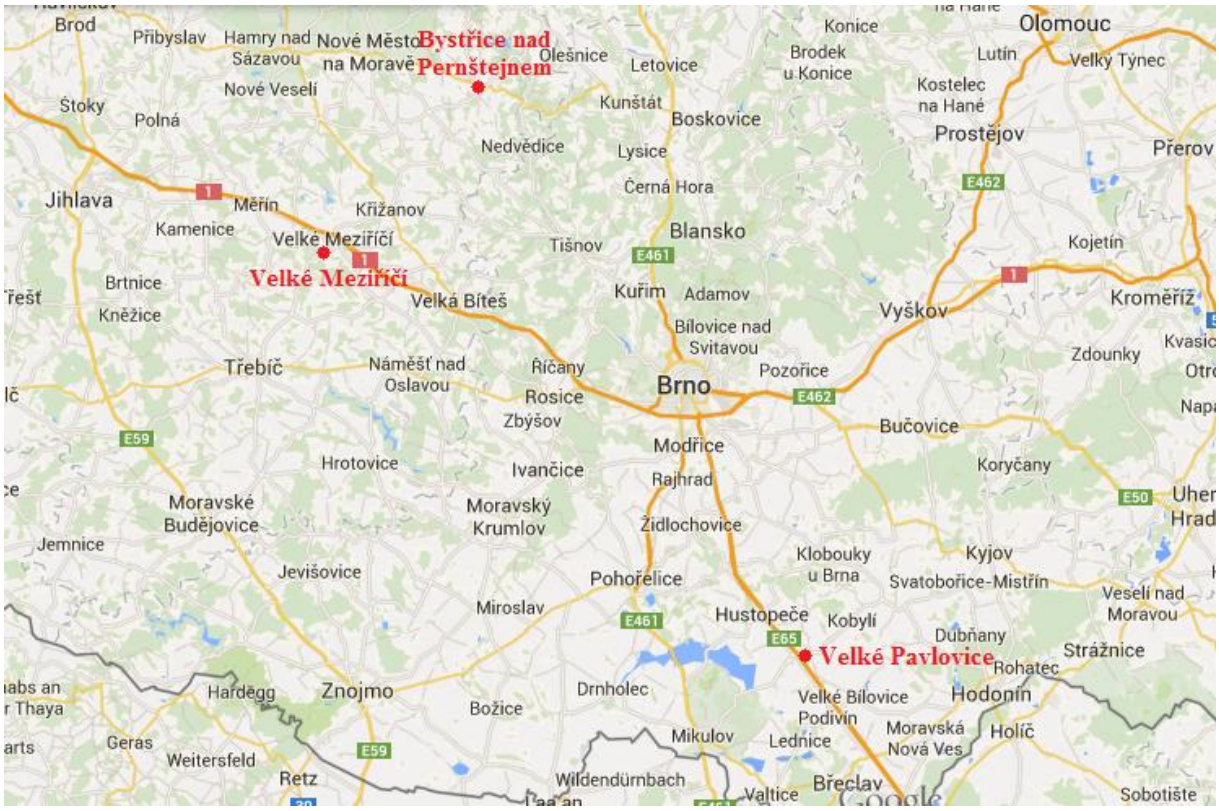
V České republice je vodní erozí potenciálně ohroženo téměř 50 % zemědělské půdy, z toho 18 % silně až extrémně. V České republice je 40% nadprůměrně úrodných půd. Vlivem degradačních procesů v půdě, zejména erozních procesů, jsou však tyto nejúrodnější oblasti značně znehodnocovány. Úrodnost půdy klesá, což samozřejmě vyžaduje vyšší přísuny potřebných živin a to zejména ve formě chemikálií. Dalším stupněm erozních událostí jsou pak tyto chemikálie s odplavenou zeminou odnášeny do vodních toků, nádrží a do kanalizačních systémů obcí. Dochází k usazování sedimentů na nežádoucích místech a nutnosti jejich likvidace. Nepříznivé účinky zrychlené eroze se projevují nejen v ohrožení půdy, ale i v ohrožení dalšího základního přírodního zdroje vody (Podhrázská, 2014). Na vznik a rozvoj erozních procesů mají největší vliv srážky. Z hlediska protierozní ochrany je nutné znát jejich výskyt, rozdělení a intenzitu. Rozhodující jsou zejména srážky přívalové, které se v našich podmínkách z 99 % vyskytují od května do konce září (Žalud, 2015).

4 CHARAKTERISTIKA STANIC

Pro analýzu počtu srážkových dní a srážkových úhrnů byla vybrána data z meteorologických stanic ve Velkých Pavlovicích, Velkém Meziříčí a Bystřici nad Pernštejnem, pro které byly k dispozici údaje o denních srážkových úhrnech od roku 1961 do roku 2010. Stanice byly vybrány tak, aby jejich nadmořská výška byla rozložena nerovnoměrně (tab. 2).

Tab. 2: Přehled vybraných stanic pro posouzení srážkových úhrnů

Stanice	Nadmořská výška (m)	Zeměpisná délka (°)	Zeměpisná šířka (°)
Bystřice nad Pernštejnem	573	16,250	49,515
Velké Meziříčí	452	16,009	49,354
Velké Pavlovice	196	16,824	48,909



Obr. 5 Poloha vybraných stanic (zdroj: mapy.cz)

5 MATERIÁL A METODIKA

Pro posouzení srážkových úhrnů byla použita denní data ze tří stanic z období 1961 – 2010. V průběhu tohoto období nedošlo k přerušení pozorování na vybraných stanicích. Prvním krokem při analýze dat byl vhodný výběr a jejich zpracování. Pro zpracování dat byl použit program Microsoft Office Excel. Nejprve se musely přes filtry rozdělit data tak, aby mohly být zpracovány srážkové údaje na stanicích z velkého vegetačního období, hlavního vegetačního období a vegetačního léta za jednotlivé roky od roku 1961 až do roku 2010. Tímto byly vypracovány úhrny srážek ve vegetačních obdobích a poté zpracovány do tabulek, ze kterých byly zřejmé hodnoty srážkových úhrnů. Následně byly pro jednotlivé roky vybrány, spočítány resp. zprůměrovány dny se srážkovými úhrny do 3 do 5, 10 a 15 milimetrů pro všechna vegetační období. Tímto byly vyhodnoceny změny v rozdělení srážek se zaměřením na dny s nízkými srážkovými úhrny. Dále byly vybírány a zpracovány dny beze srážek v měsících březen, duben, květen až červen za dané období. Pro vymezení epizod sucha byla použita metoda bezesrážkových období. Bezesrážkové období bylo určeno jako minimálně pět po sobě jdoucích dnů, kdy nebyla naměřena žádná srážka. Ve zpracování nebyl rozlišován druh ani intenzita srážek. Základním údajem byl tedy denní úhrn srážek. Nejprve byly vybírány dny beze srážek od 5 do 10 dnů, poté od 11 až do 15 dnů a nakonec nad 15 dnů. Data byla postupně zpracována a tímto se vyhodnotily bezesrážkové periody ve vegetačním období. Při zpracování a popisu dat bylo velmi podstatnou částí vytvoření grafů. Na jejich základě byly vyhodnoceny trendy ve výskytu srážkových dní s úhrny do 3, 5, 10, 15 mm a také bezesrážkové periody.

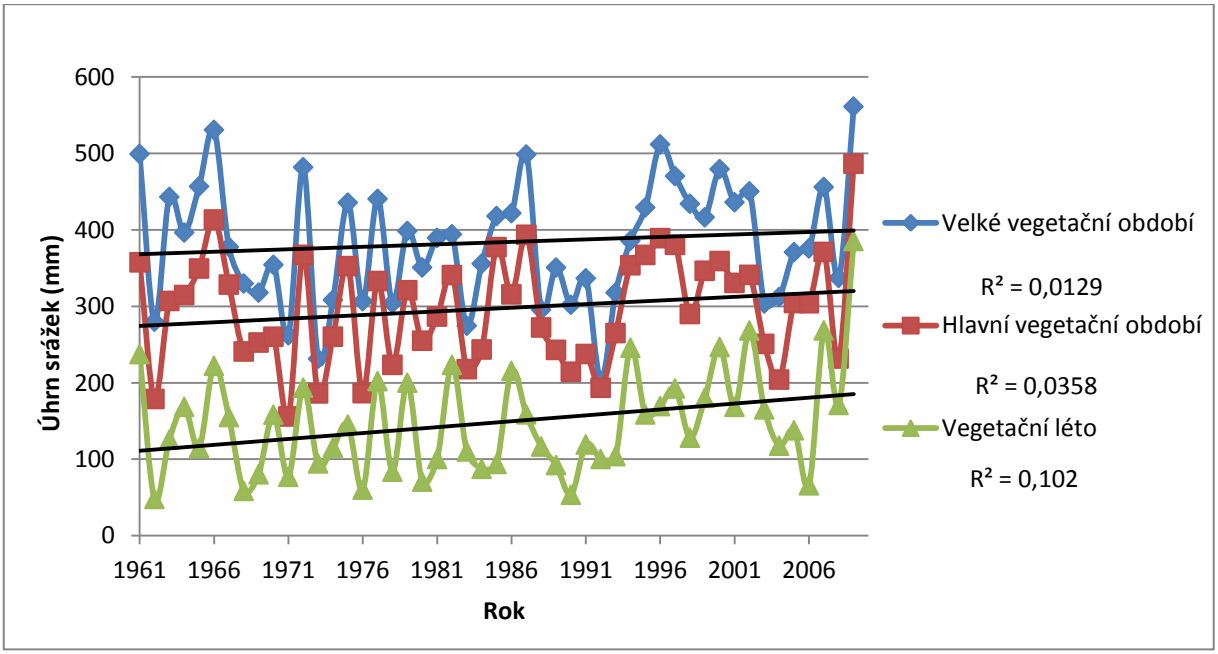
6 VÝSLEDKY A DISKUZE

6.1 Bystřice nad Pernštejnem

Stanice v Bystřici nad Pernštejnem se zařazuje mezi automatizované klimatologické stanice I. typu. Stanice měří všechny meteorologické prvky jako stanice manuální. Měření se provádí pomocí automatických přístrojů s intervalem záznamů 10 minut, u srážek s intervalem jedna minuta. Stanice jsou vybaveny datovým přenosem. Provozovatel doplňuje automatizovaná měření manuálním pozorováním např. množství oblačnosti, stav počasí, stav půdy apod. (ČHMÚ, 2015).

6.1.1 Srážky ve vegetačních obdobích

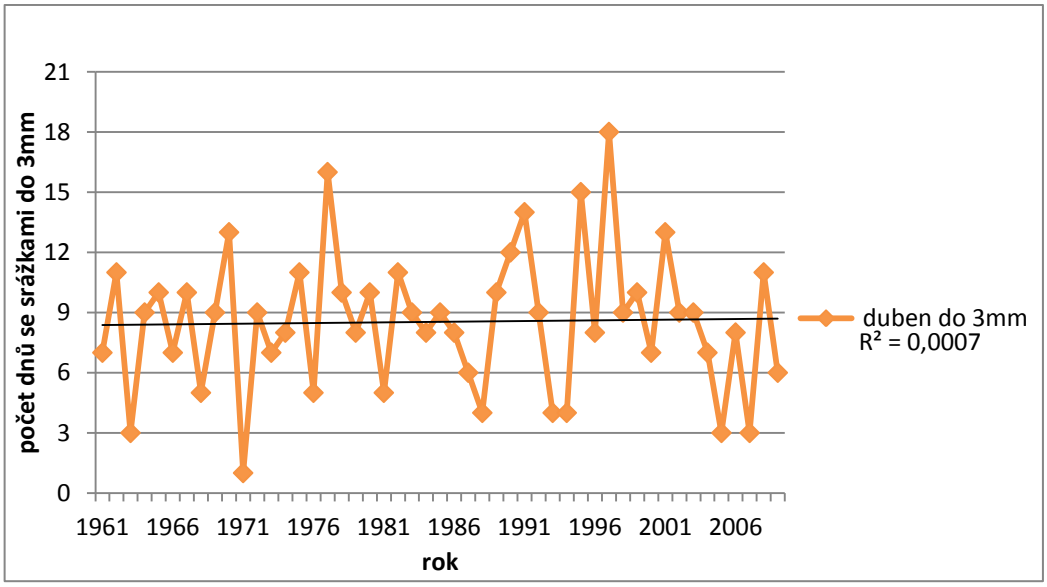
Úhrn srážek ve velkém vegetačním období za studované období na stanici v Bystřici nad Pernštejnem za období 1961 až 2010 se pohyboval od 202 mm, který byl naměřen roku 1992 do 561 mm, který byl naměřen v roce 2009. V hlavním vegetačním období bylo naměřeno maximum srážek v roce 2009 a to mm. Minimum srážek bylo naměřeno 156 mm v roce 1971. Ve vegetačním létě bylo maximum srážek naměřeno 385 mm v roce 2009 a minimum srážek bylo v roce 1962 v počtu 48 mm. Z toho lze posoudit, že za sledované období lze považovat rok 2009 jako rok s nejvyšším úhrnem srážek ve vegetačních obdobích. Na situaci v jednotlivých letech poukazuje Obr. 5.



Obr. 5 Úhrn srážek ve vegetačních obdobích v letech 1961 až 2010 na stanici Bystřice nad Pernštejnem

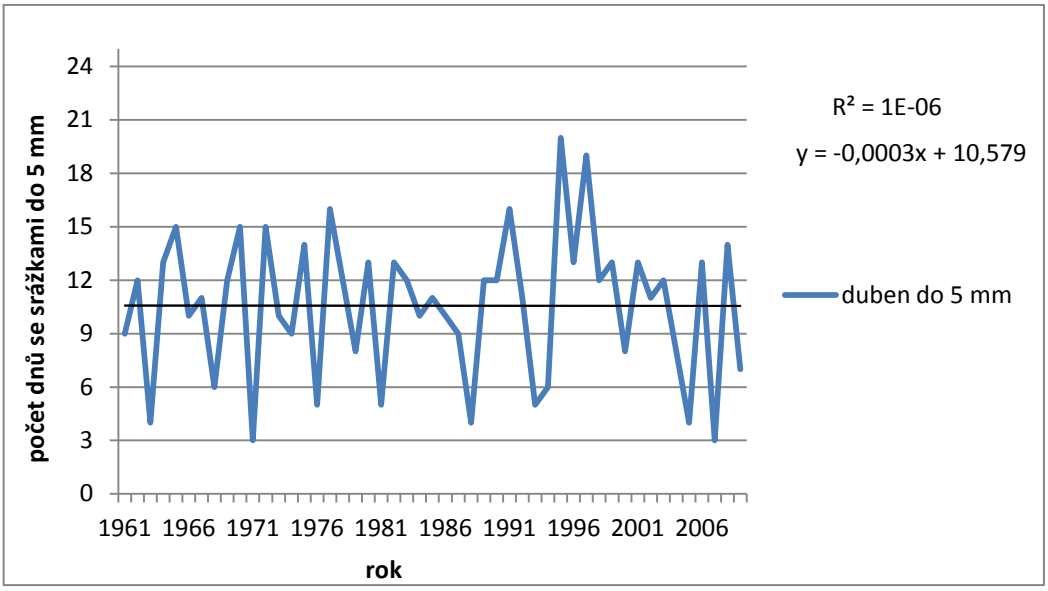
6.1.2 Počet dnů v měsíci duben s nízkými srážkovými úhrny

Jak lze vidět na Obr. 6 za sledované období se úhrn srážek do 3 mm výrazně nezměnil. V chodu křivky lineárního trendu je nepatrný nárůst srážek s úhrnem do 3 mm. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci duben bylo v roce 1997 s počtem 18 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1971 s 1 dnem se srážkami do 3 mm.



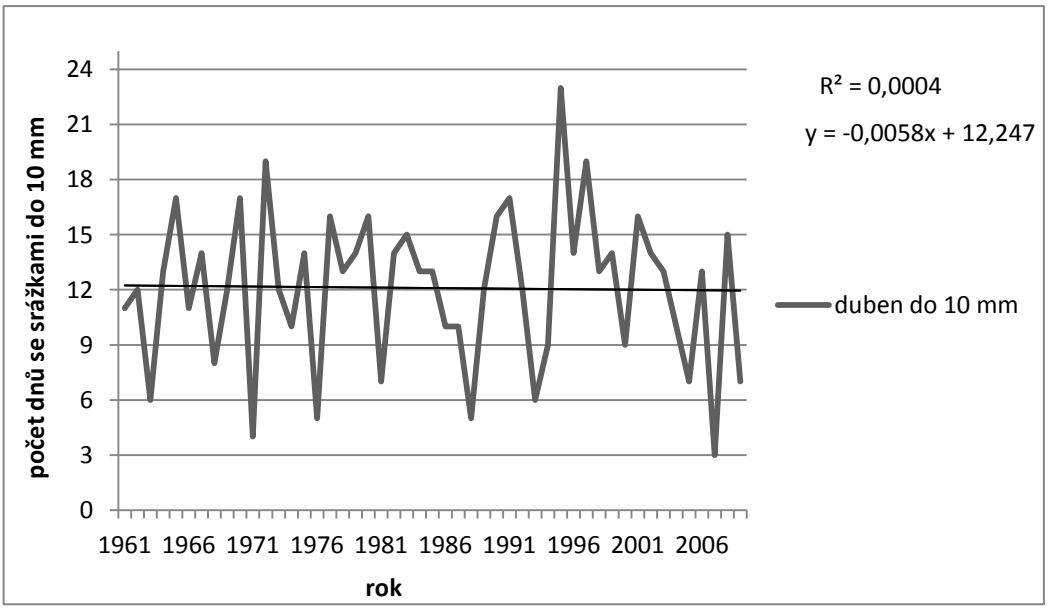
Obr. 6 Počet dnů v měsíci duben za sledované období se srážkami do 3 mm na stanici Bystřice nad Pernštejnem

Z Obr. 7 lze posoudit, že chod křivky lineárního trendu oproti srážkám do 3 mm nepatrně klesá, ale je lineární. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci duben bylo v roce 1995 s počtem 20 dnů a nejméně dnů se srážkami byly roky 1971 a 2007 se 3 dny se srážkami do 5 mm.



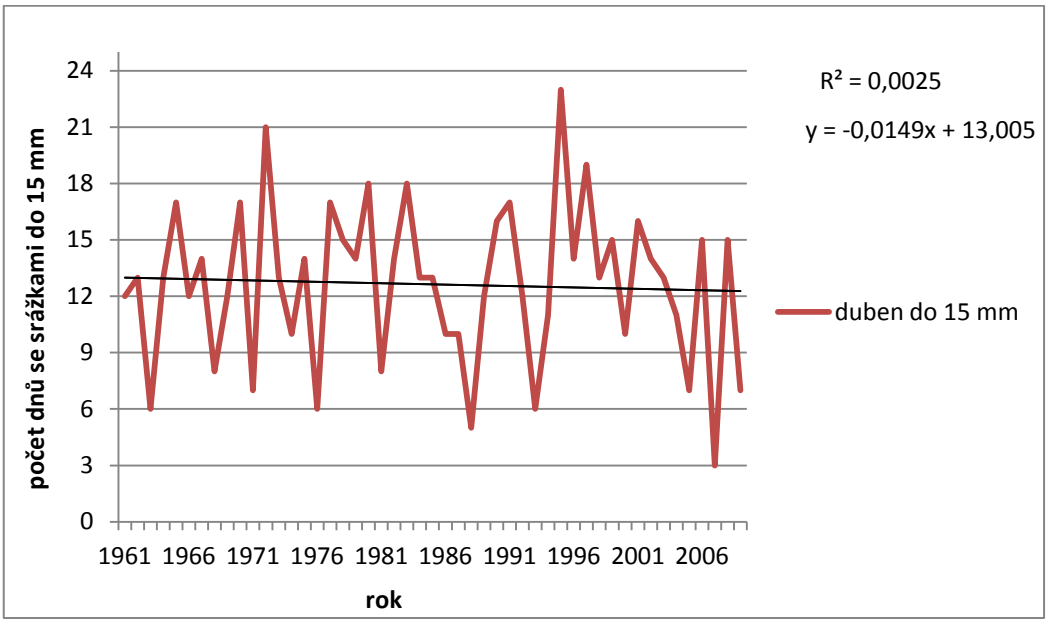
Obr. 7 Počet dnů v měsíci duben za sledované období se srážkami do 5 mm na stanici Bystřice nad Pernštejnem

Na Obr. 8 je vidět, že chod křivky lineárního trendu za sledované období mírně klesá. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci duben bylo v roce 1995 s počtem 23 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 2007 se 3 dny se srážkami do 10 mm.



Obr. 8 Počet dnů v měsíci duben za sledované období se srážkami do 10 mm na stanici Bystřice nad Pernštejnem

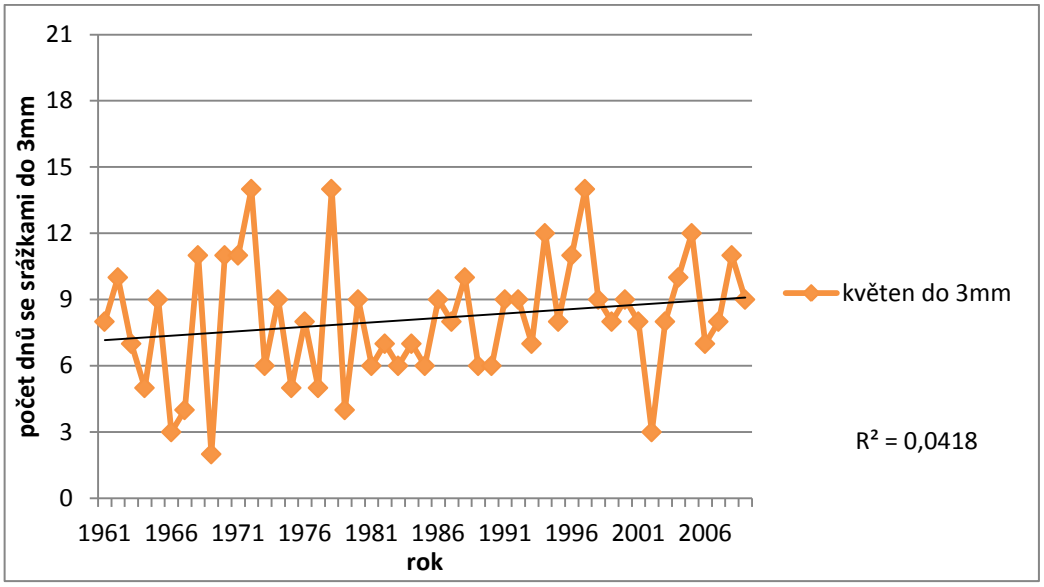
Z Obr. 9 lze posoudit, že chod křivky lineárního trendu oproti srážkám do 3, 5 a 10 mm nepatrně klesá. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci duben bylo v roce 1995 s počtem 23 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 2007 se 3 dny se srážkami do 15 mm.



Obr. 9 Počet dnů v měsíci duben za sledované období se srážkami do 15 mm na stanici Bystřice nad Pernštejnem

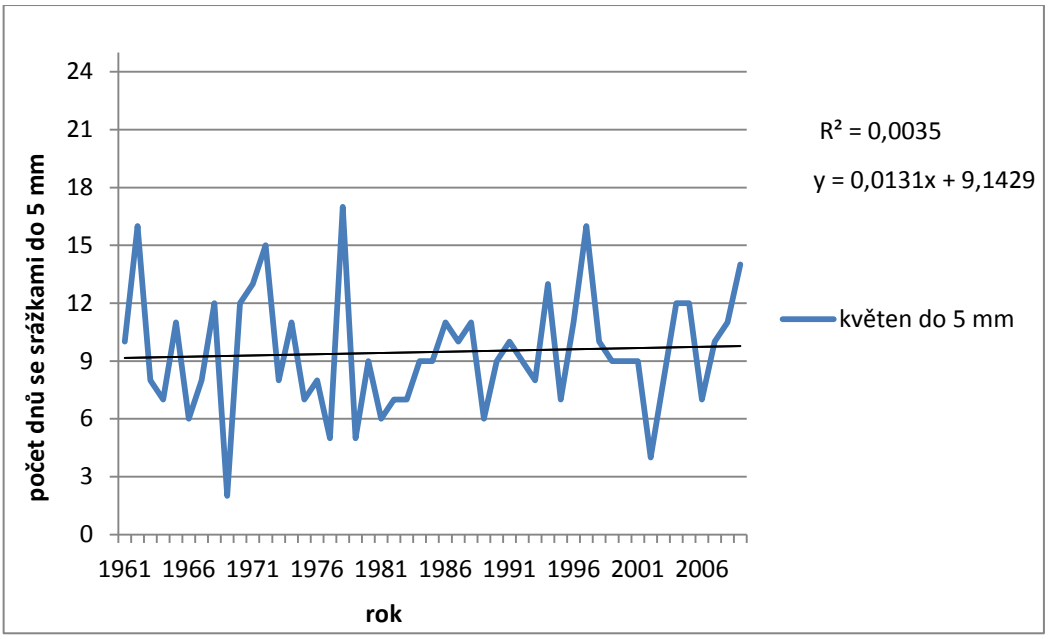
6.1.3 Počet dnů v měsíci květen s nízkými srážkovými úhrny

Na Obr. 10 je vidět, že chod křivky lineárního trendu za sledované období mírně roste. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci květen bylo v roce 1972 s počtem 14 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1969 s 2 dny se srážkami do 3 mm.



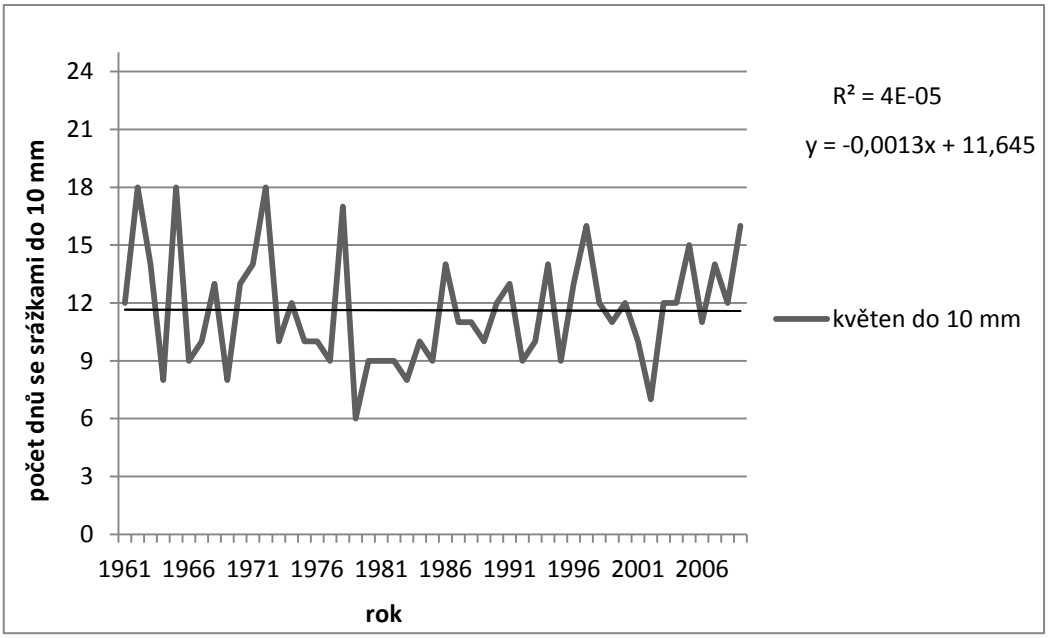
Obr. 10 Počet dnů v měsíci květen za sledované období se srážkami do 3 mm na stanici Bystřice nad Pernštejnem

Z Obr. 11 lze posoudit, že chod křivky lineárního trendu za sledované období se výrazně nezměnil, lehce stoupá. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci květen bylo v roce 1978 s počtem 17 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1969 se 2 dny se srážkami do 5 mm.



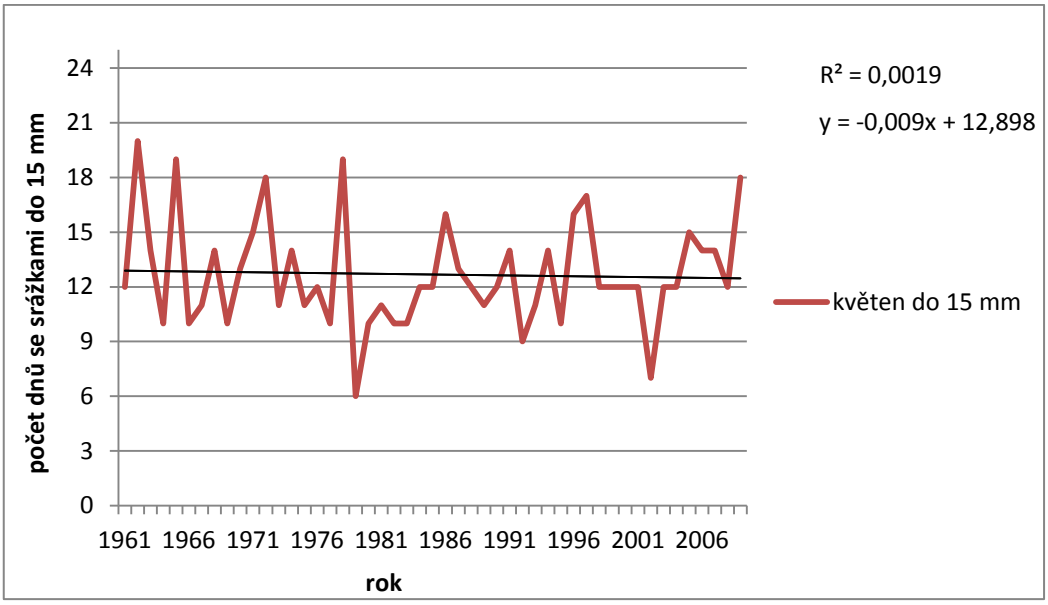
Obr. 11 Počet dnů v měsíci květen za sledované období se srážkami do 5 mm na stanici Bystřice nad Pernštejnem

Jak lze vidět na Obr. 12 za sledované období se úhrn srážek do 10 mm nezměnil. V chodu křivky lineárního trendu je nepatrný pokles oproti srážkám s úhrnem do 5 mm, ale chod křivky je lineární. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci květen bylo v letech 1962, 1965 a 1972 s počtem 18 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1979 se 3 dny se srážkami do 10 mm.



Obr. 12 Počet dnů v měsíci květen za sledované období se srážkami do 10 mm na stanici Bystřice nad Pernštejnem

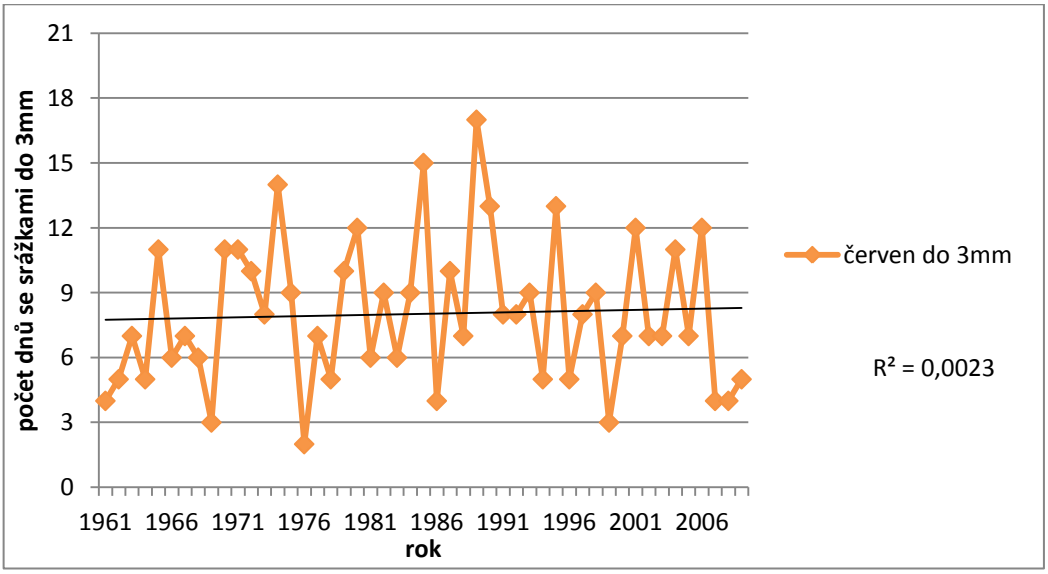
Na Obr. 13 je vidět, že chod křivky lineárního trendu za sledované období mírně klesá. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci květen bylo v roce 1962 s počtem 20 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1979 se 6 dny se srážkami do 15 mm.



Obr. 13 Počet dnů v měsíci květen za sledované období se srážkami do 15 mm na stanici Bystřice nad Pernštejnem

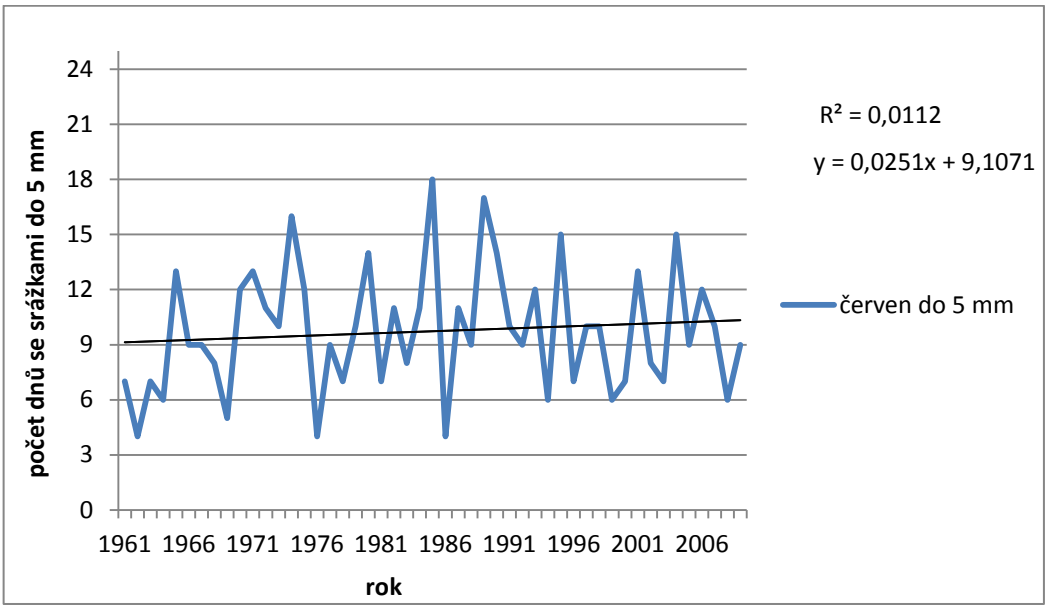
6.1.4 Počet dnů v měsíci červen s nízkými srážkovými úhrny

Z Obr. 14 lze posoudit, že chod křivky lineárního trendu za sledované období nepatrně roste. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci červen bylo v roce 1989 s počtem 17 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1976 s 2 dny se srážkami do 3 mm.



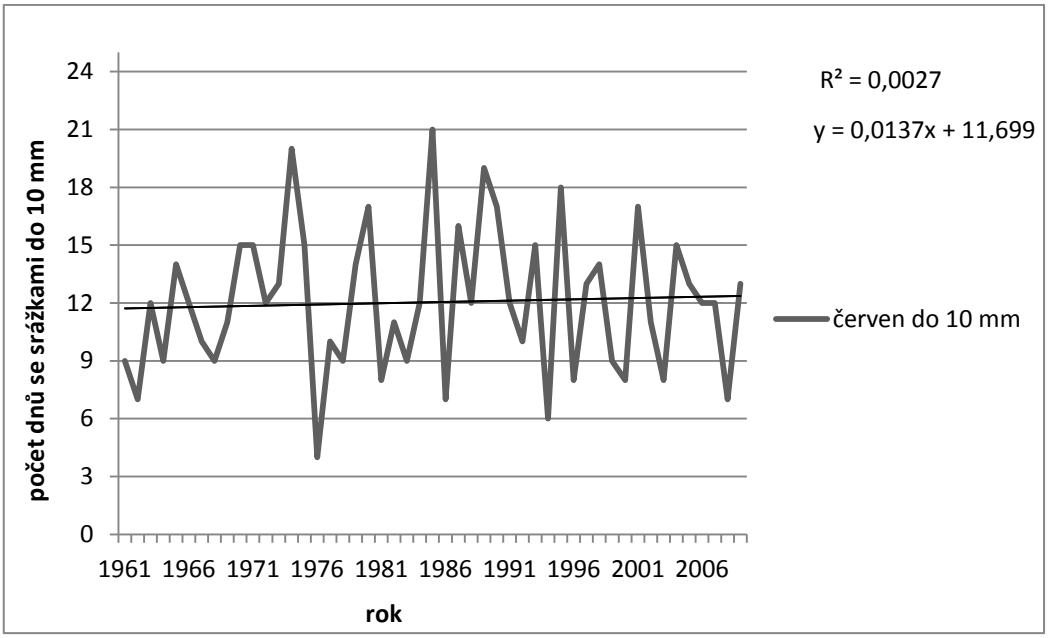
Obr. 14 Počet dnů v měsíci červen za sledované období se srážkami do 3 mm na stanici Bystřice nad Pernštejnem

Na Obr. 15 je vidět, že chod křivky lineárního trendu za sledované období mírně roste. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci červen bylo v roce 1985 s počtem 18 dnů a nejméně dnů se srážkami bylo v letech 1962 1976 a 1986 se 3 dny se srážkami do 5 mm.



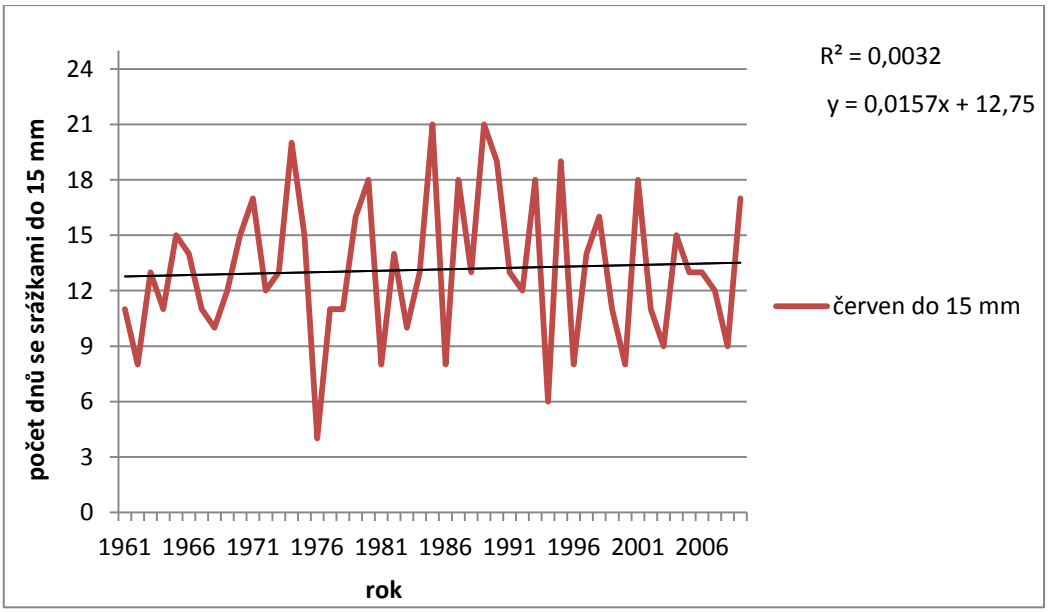
Obr. 15 Počet dnů v měsíci červen za sledované období se srážkami do 5 mm na stanici Bystřice nad Pernštejnem

Jak lze vidět na Obr. 16 za sledované období se úhrn srážek do 10 mm výrazně nezměnil. V chodu křivky lineárního trendu je nepatrný pokles oproti srážkám s úhrnem do 5 mm, ale chod křivky je téměř lineární. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci červen bylo v roce 1985 s počtem 21 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1976 se 4 dny se srážkami do 10 mm.



Obr. 16 Počet dnů v měsíci červen za sledované období se srážkami do 10 mm na stanici Bystřice nad Pernštejnem

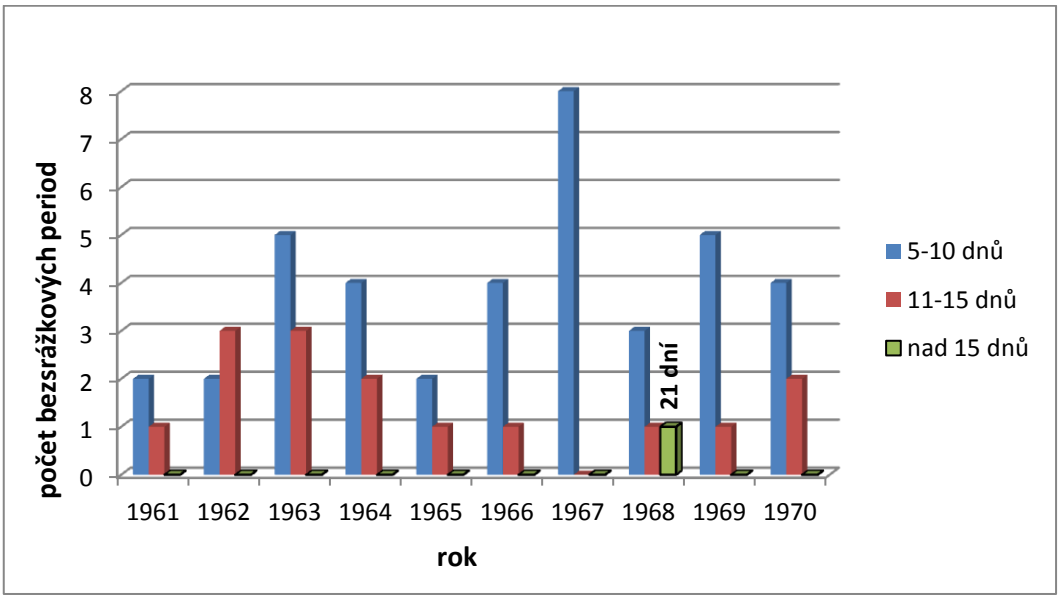
Na Obr. 17 je vidět, že chod křivky lineárního trendu za sledované období mírně stoupá. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci červen bylo v letech 1985 a 1989 s počtem 21 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1976 se 4 dny se srážkami do 15 mm.



Obr. 17 Počet dnů v měsíci červen za sledované období se srážkami do 15 mm na stanici Bystřice nad Pernštejnem

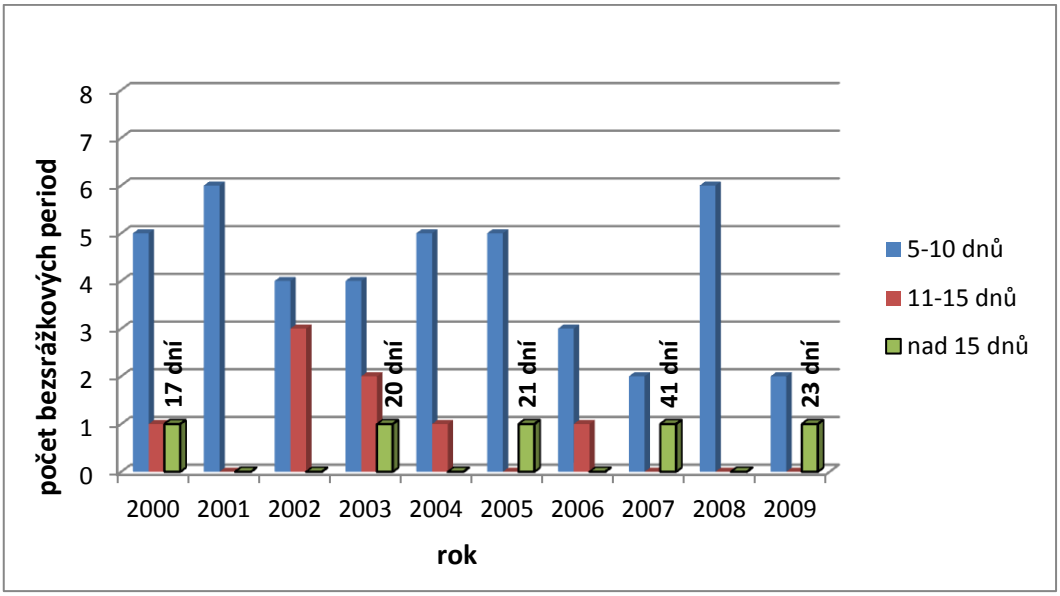
6.1.5 Bezesrážkové periody

Na obr. 18 lze vidět počet bezesrážkových period za dekádu mezi roky 1961 až 1970. Nejdelší bezesrážková perioda byla v roce 1968 v počtu 21 dní.



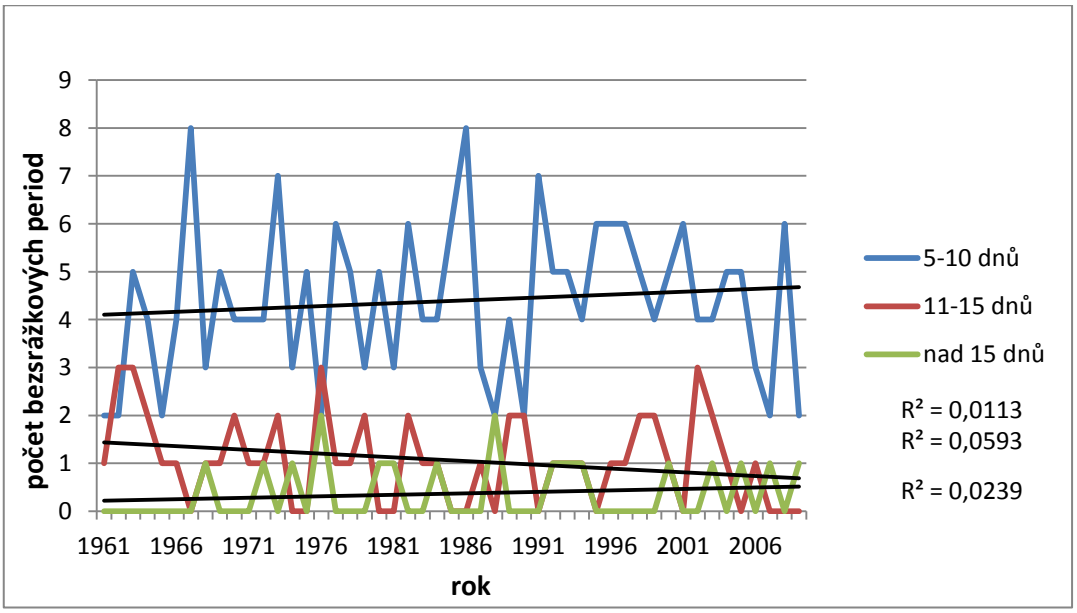
Obr. 18 Bezesrážkové periody za měsíce březen, duben, květen a červen v letech 1961-1970 na stanici Bystřice nad Pernštejnem

Na obr. 19 lze vidět počet bezesrážkových period za dekádu mezi roky 2000 až 2009. Z obr.19 lze posoudit, že oproti období 1961 až 1970 značně přibývá počet bezsrážkových period nad 15 dnů. Nejdelší bezesrážková perioda byla v roce 2007 s počtem 41 dnů.



Obr. 19 Bezesrážkové periody za měsíce březen, duben, květen a červen v letech 2000-2009 na stanici Bystřice nad Pernštejnem

Na obr. 20 vidíme bezesrážkové periody ve vybraných měsících za celé měřené období v letech 1961 až 2010. Z křivek lineárního trendu lze posoudit, že za sledované období nepatrně rostou bezesrážkové periody od 5 až do 10 dnů. Naopak bezesrážkové periody od 11 až do 15 dnů nepatrně klesají. Nejdelší bezesrážkové období, tedy nad 15 dnů, podle křivky lineárního trendu nepatrně roste.



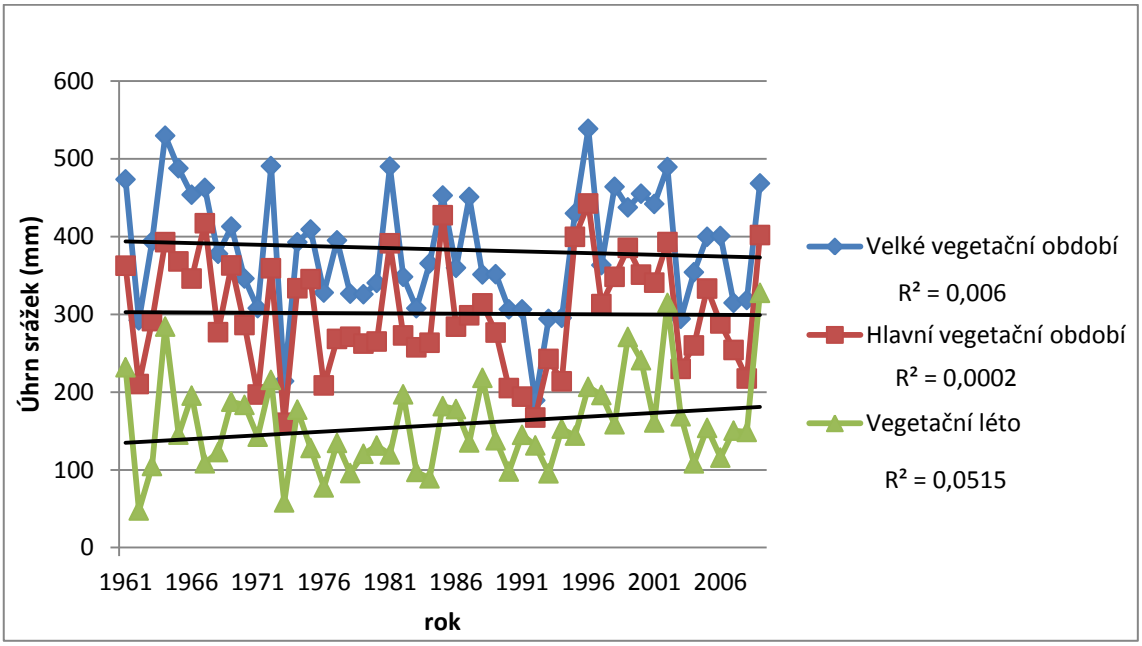
Obr. 20 Bezesrážkové periody za měsíce březen, duben, květen a červen v letech 1961-2010 na stanici Bystřice nad Pernštejnem

6.2 Velké Meziříčí

Stanice ve Velkém Meziříčí se zařazuje mezi automatizované klimatologické stanice I. typu. Měření se provádí pomocí automatických přístrojů s intervalem záznamů 10 minut, u srážek s intervalem jedna minuta. Stanice jsou vybaveny datovým přenosem. Provozovatel doplňuje automatizovaná měření manuálním pozorováním např. množství oblačnosti, stav počasí, stav půdy apod. (ČHMÚ, 2015).

6.2.1 Srážky ve vegetačních obdobích

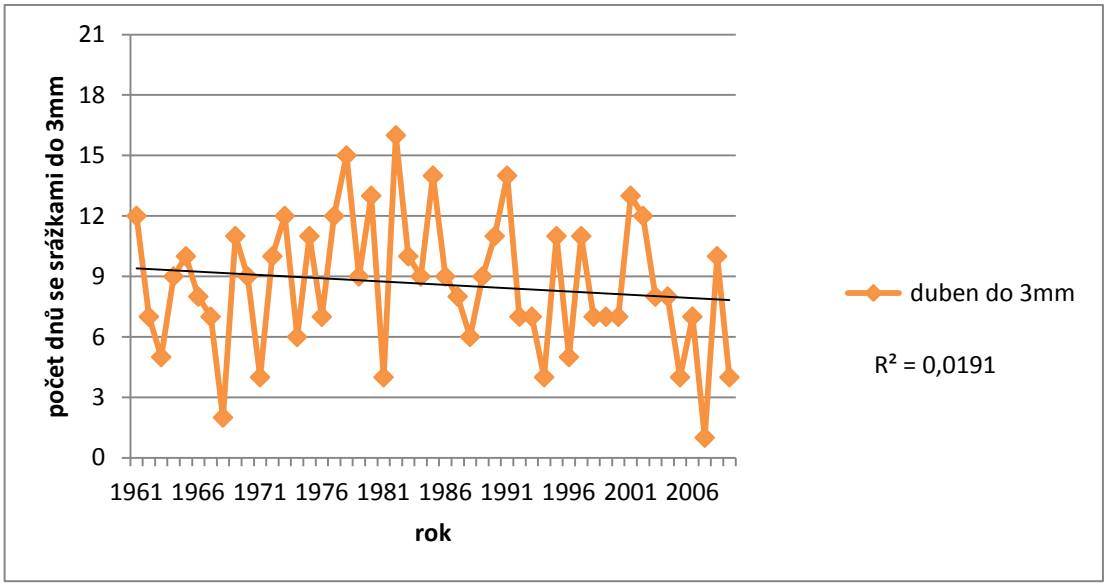
Úhrn srážek ve velkém vegetačním období za studované období na stanici Velké Meziříčí za období 1961 až 2010 se pohyboval od 189 mm, který byl naměřen roku 1992 do 539 mm, který byl naměřen v roce 1996. V hlavním vegetačním období bylo naměřeno maximum srážek v roce 1996 a to 443 mm. Minimum srážek bylo naměřeno 161 mm v roce 1973. Ve vegetačním létě bylo maximum srážek naměřeno 328 mm v roce 2009 a minimum srážek bylo v roce 1962 v počtu 48 mm. Z toho lze posoudit, že za sledované období lze považovat rok 1996 jako rok s nejvyšším úhrnem srážek ve vegetačních obdobích. Obdobné výsledky získal prodanou lokalitu i Pokorný et al. (2011) Na situaci v jednotlivých letech poukazuje Obr. 21.



Obr. 21 Úhrn srážek ve vegetačních obdobích v letech 1961 až 2010 na stanici Velké Meziříčí

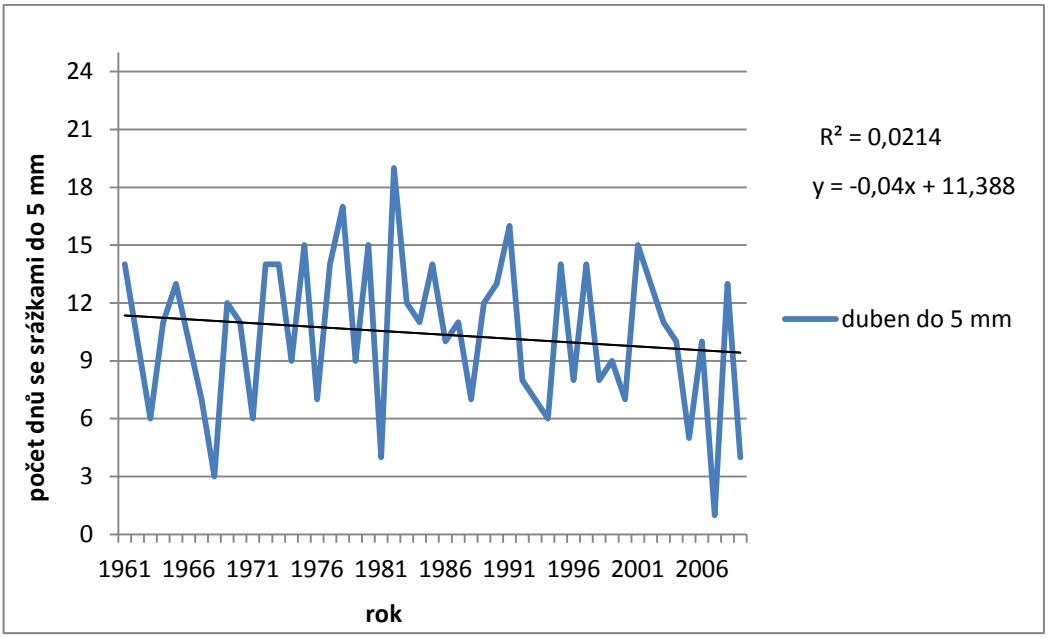
6.2.2 Počet dnů v měsíci duben s nízkými srážkovými úhrny

Jak lze vidět na Obr. 22 za sledované období úhrn srážek do 3 mm mírně klesá, jak lze vidět z chodu křivky lineárního trendu. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci duben bylo v roce 1982 s počtem 16 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 2007 s 1 dnem se srážkami do 3 mm.



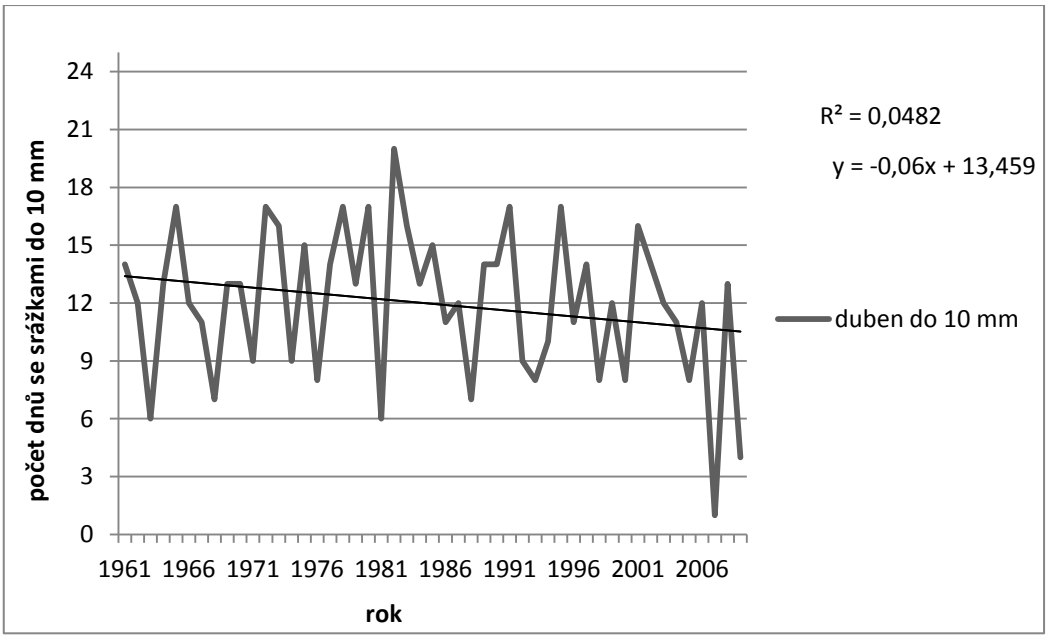
Obr. 22 Počet dnů v měsíci duben za sledované období se srážkami do 3 mm na stanici Velké Meziříčí

Z Obr. 23 lze posoudit, že chod křivky lineárního trendu oproti srážkám do 3 mm klesá výrazněji. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci duben bylo v roce 1982 s počtem 19 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 2007 s 1 dnem se srážkami do 5 mm.



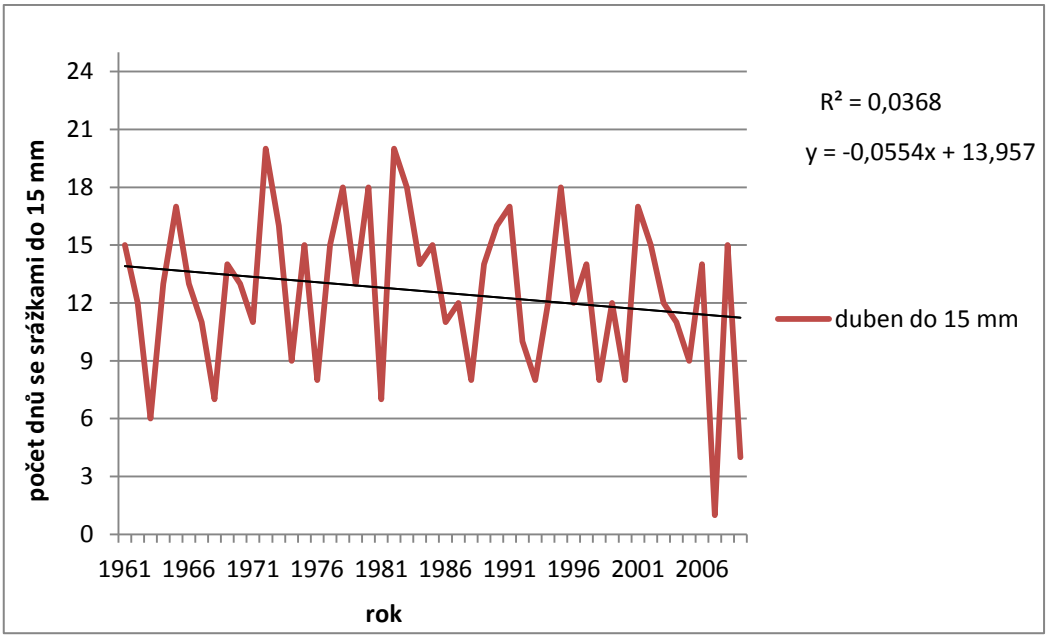
Obr. 23 Počet dnů v měsíci duben za sledované období se srážkami do 5 mm na stanici Velké Meziříčí

Na Obr. 24 je vidět, že chod křivky lineárního trendu za sledované období oproti srážkám do 5 mm klesá ještě o něco výrazněji. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci duben bylo v roce 1982 s počtem 20 dnů a nejméně dnů se srážkami bylo v roce 2007 s 1 dnem se srážkami do 10 mm.



Obr. 24 Počet dnů v měsíci duben za sledované období se srážkami do 10 mm na stanici Velké Meziříčí

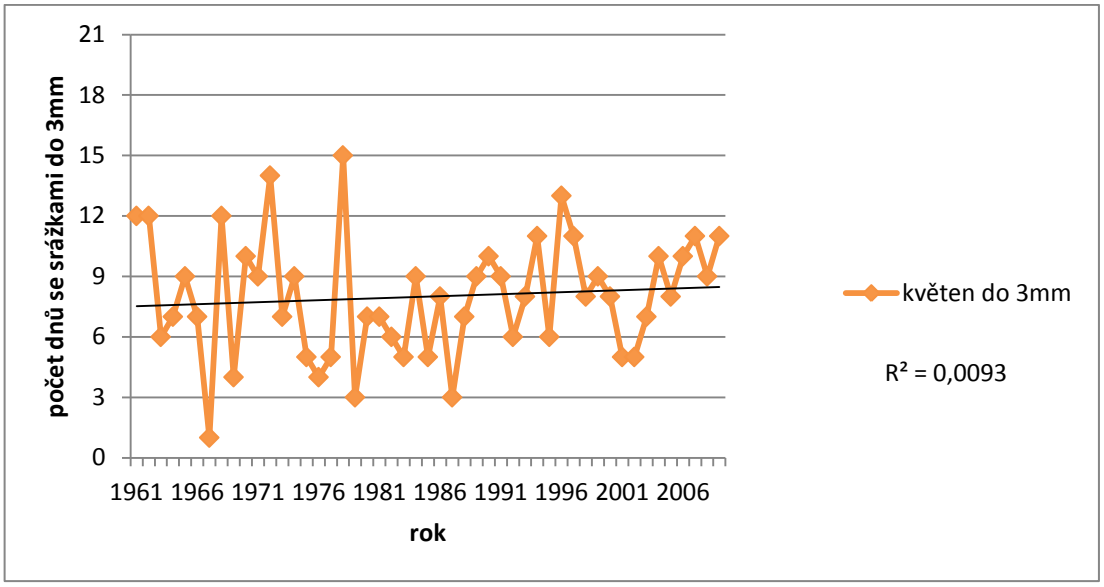
Z Obr. 25 lze vyhodnotit, že chod křivky lineárního trendu za sledované období opět mírně klesá. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci duben bylo v letech 1972 a 1982 s počtem 20 dnů a nejméně dnů se srážkami bylo v roce 2007 s 1 dnem se srážkami do 15 mm.



Obr. 25 Počet dnů v měsíci duben za sledované období se srážkami do 15 mm na stanici Velké Meziříčí

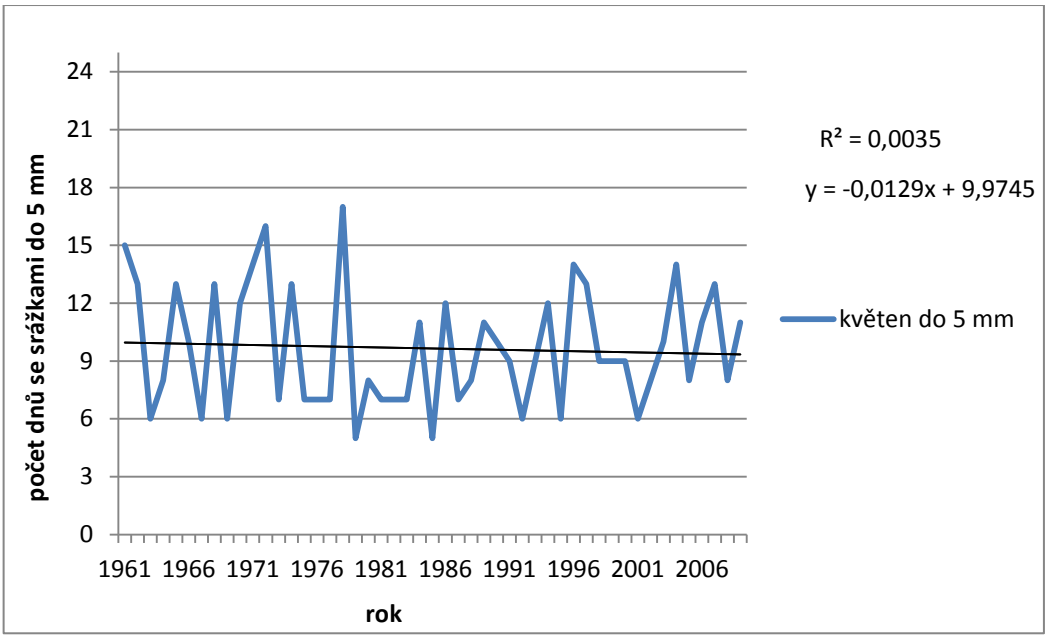
6.2.3 Počet dnů v měsíci květen s nízkými srážkovými úhrny

Na Obr. 26 je vidět, že chod křivky lineárního trendu za sledované období mírně roste. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci květen bylo v roce 1978 s počtem 15 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1967 s 1 dnem se srážkami do 3 mm.



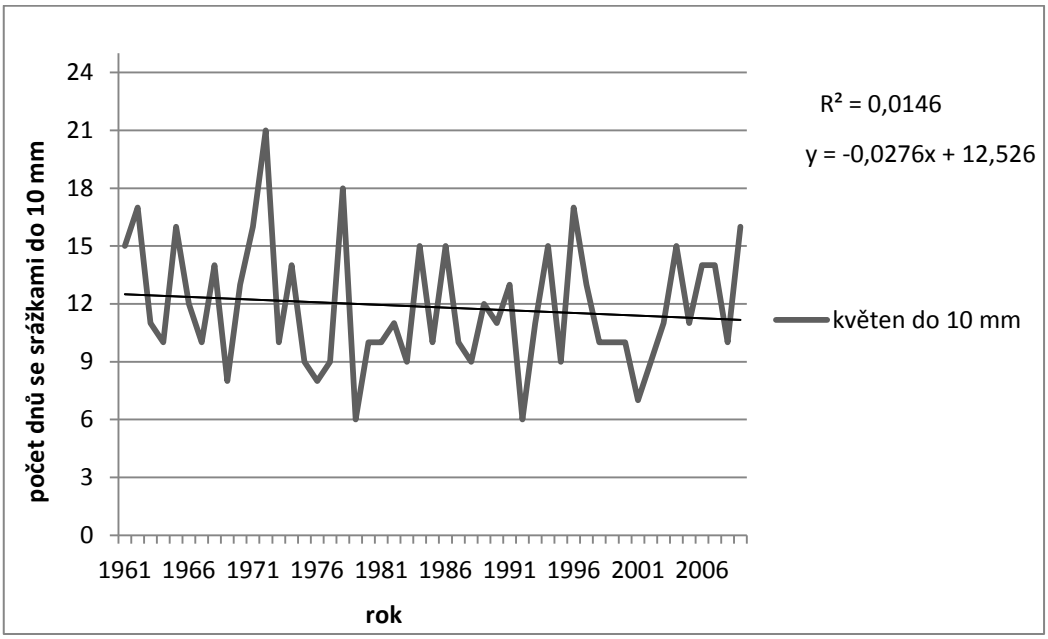
Obr. 26 Počet dnů v měsíci květen za sledované období se srážkami do 3 mm na stanici Velké Meziříčí

Z Obr. 27 lze posoudit, že chod křivky lineárního trendu za sledované období oproti srážkám do 3 mm mírně klesá. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci květen bylo v roce 1978 s počtem 17 dnů a nejméně dnů se srážkami bylo v letech 1979 a 1985 s 5 dny se srážkami do 5 mm.



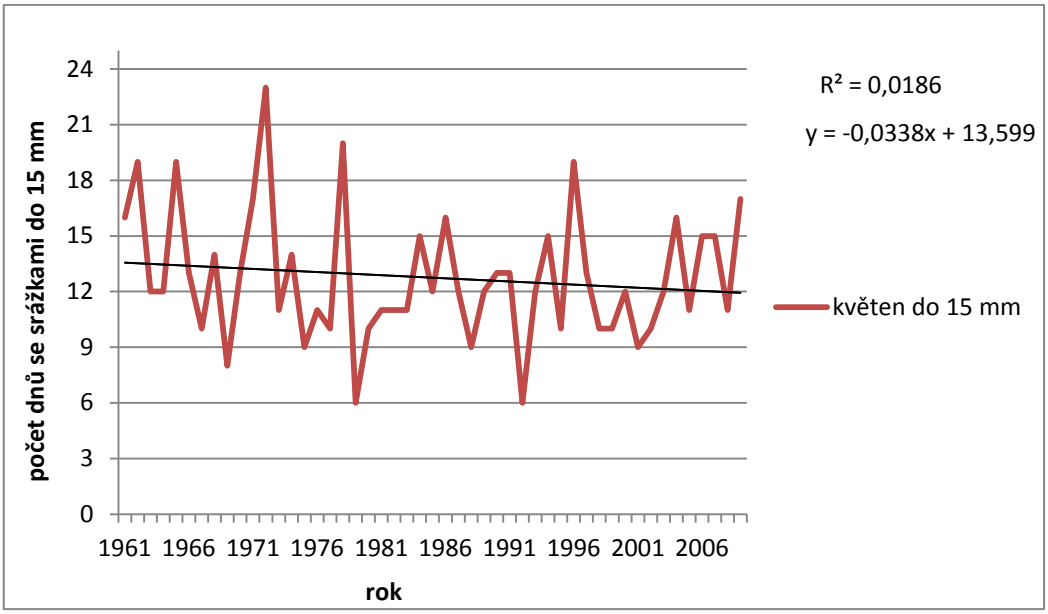
Obr. 27 Počet dnů v měsíci květen za sledované období se srážkami do 5 mm na stanici Velké Meziříčí

Jak lze vidět na Obr. 28 za sledované období úhrn srážek do 10 mm mírně klesá oproti srážkám do 5 mm, jak lze vidět z chodu křivky lineárního trendu. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci květen bylo v roce 1972 s počtem 21 dnů a nejméně dnů se srážkami bylo v letech 1979 a 1992 se 6 dny se srážkami do 10 mm.



Obr. 28 Počet dnů v měsíci květen za sledované období se srážkami do 10 mm na stanici Velké Meziříčí

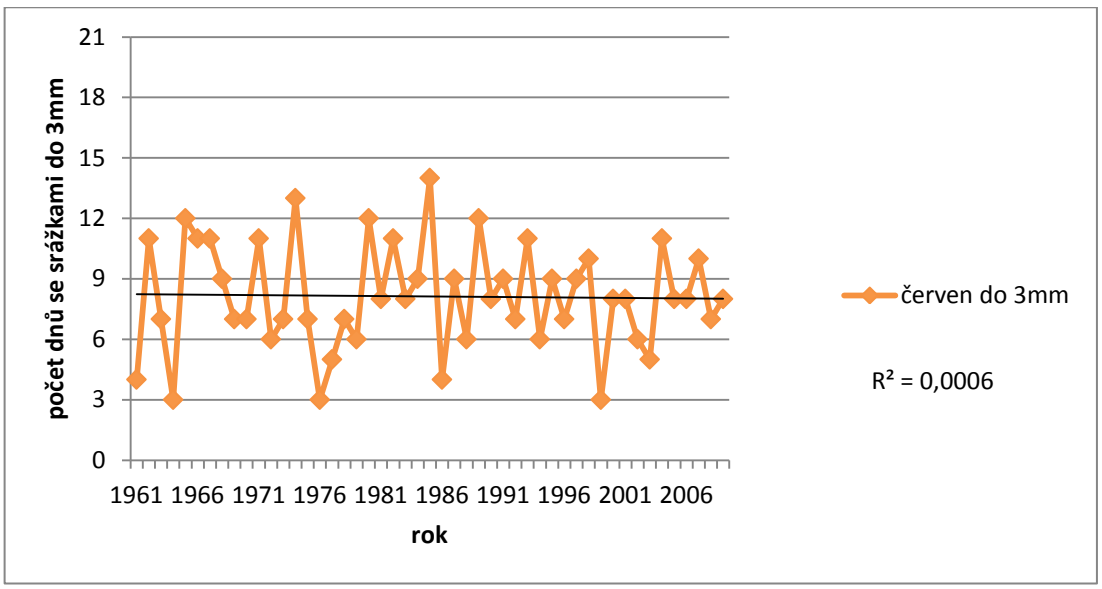
Na Obr. 29 je vidět, že chod křivky lineárního trendu za sledované období mírně klesá oproti srážkám do 10 mm. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci květen bylo v roce 1972 s počtem 23 dnů a nejméně dnů se srážkami byly roky 1979 a 1992 se 6 dny se srážkami do 15 mm.



Obr. 29 Počet dnů v měsíci květen za sledované období se srážkami do 15 mm na stanici Velké Meziříčí

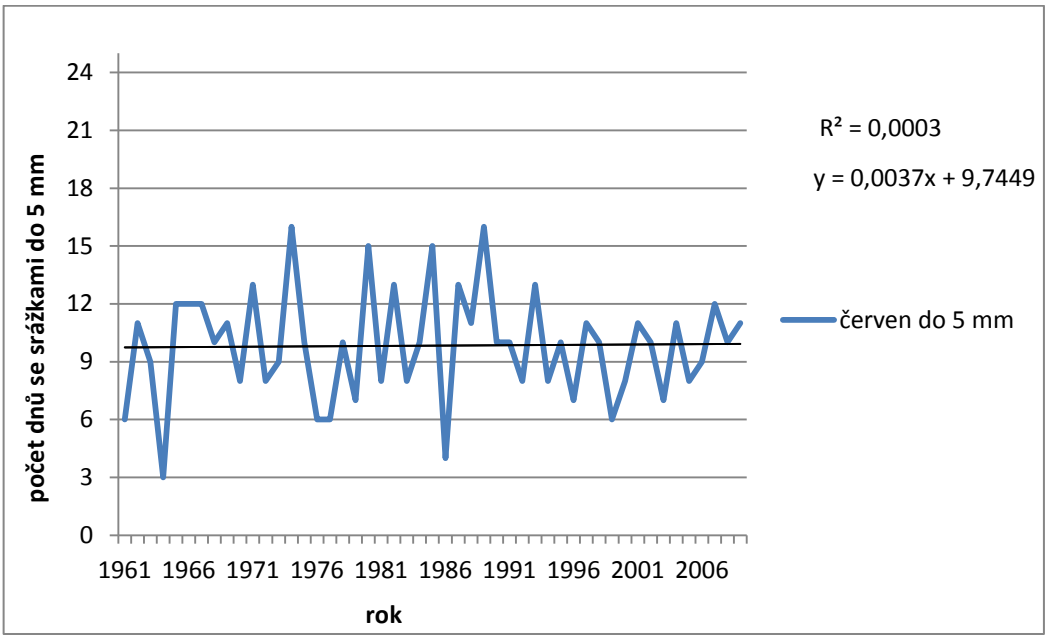
6.2.4 Počet dnů v měsíci červen s nízkými srážkovými úhrny

Z Obr. 30 lze posoudit, že chod křivky lineárního trendu za sledované období nepatrně klesá. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci červen bylo v roce 1985 s počtem 14 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1964 se 3 dny se srážkami do 3 mm.



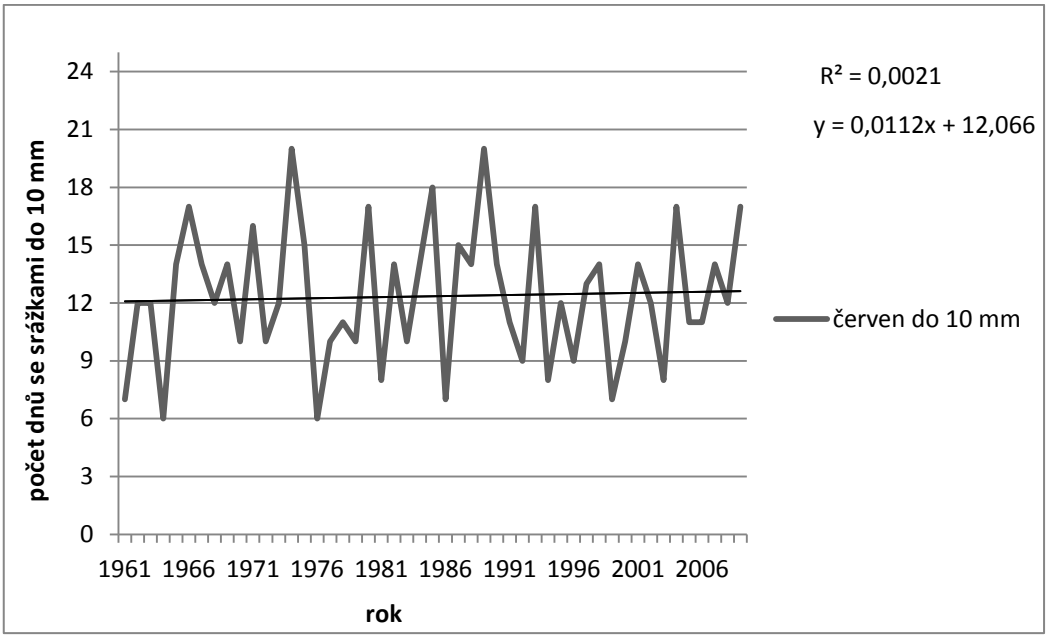
Obr. 30 Počet dnů v měsíci červen za sledované období se srážkami do 3 mm na stanici Velké Meziříčí

Na Obr. 31 je vidět, že chod křivky lineárního trendu za sledované období oproti srážkám do 3 mm úplně nepatrně roste. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci červen bylo v letech 1974 a 1989 s počtem 16 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1964 se 3 dny se srážkami do 5 mm.



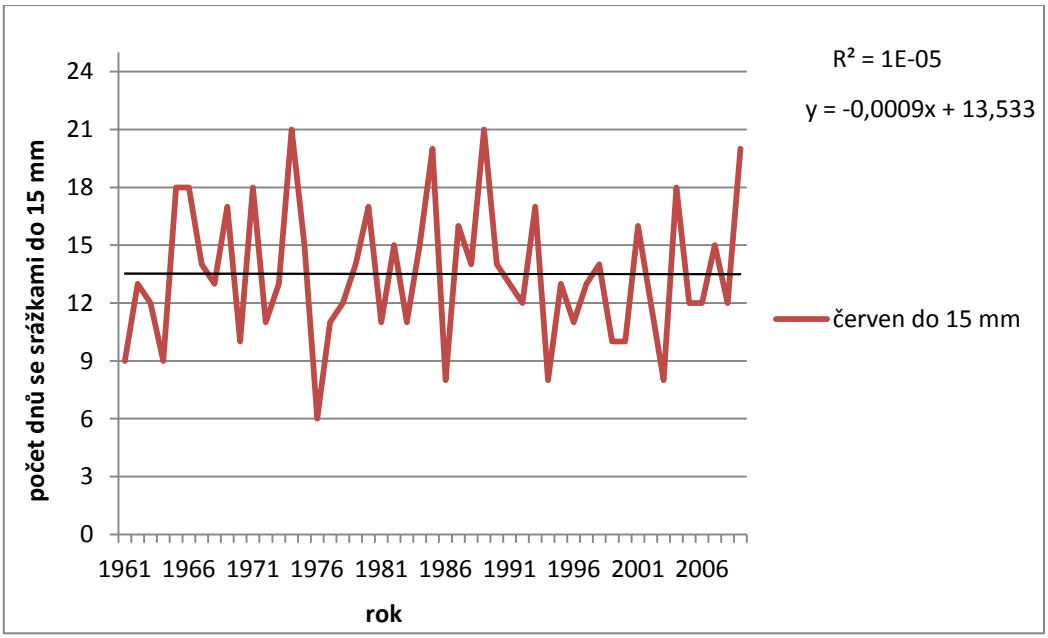
Obr. 31 počet dnů v měsíci červen za sledované období se srážkami do 5 mm na stanici Velké Meziříčí

Jak lze vidět na Obr. 32 za sledované období úhrn srážek do 10 mm úplně minimálně roste oproti srážkám do 5 mm, jak lze vidět z chodu křivky lineárního trendu. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci červen bylo v roce 1974 a 1989 s počtem 20 dnů a nejméně dnů se srážkami bylo v letech 1964 a 1976 se 6 dny se srážkami do 10 mm.



Obr. 32 Počet dnů v měsíci červen za sledované období se srážkami do 10 mm na stanici Velké Meziříčí

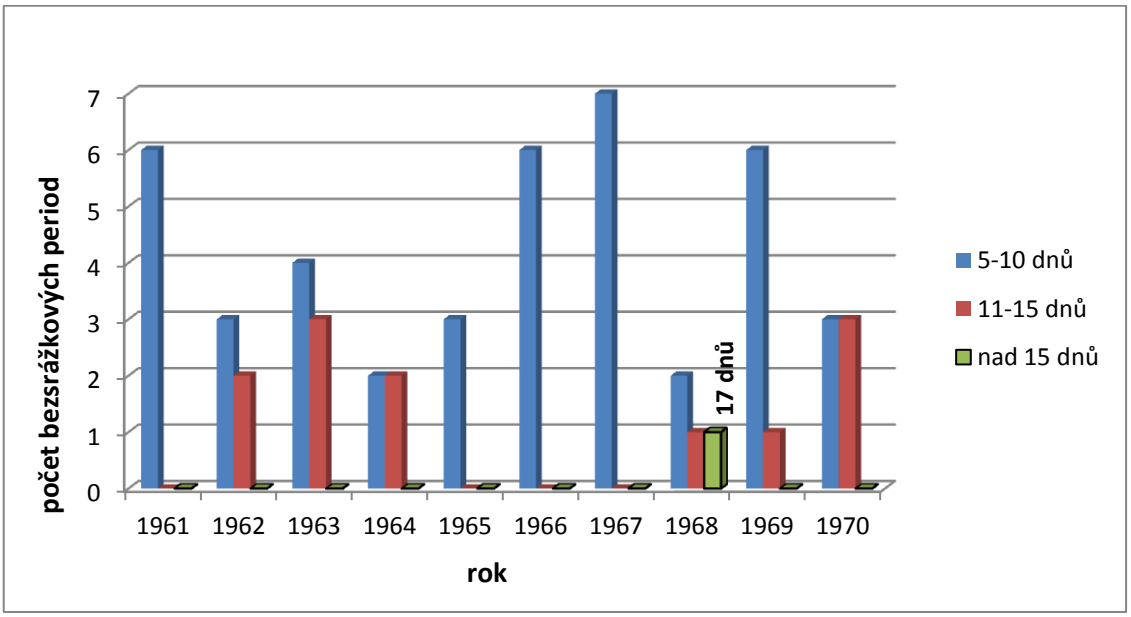
Z Obr. 33 lze posoudit, že chod křivky lineárního trendu za sledované období se nezměnil, je lineární. Oproti srážkám do 10 mm nepatrně klesl. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci červen bylo v roce 1974 a 1989 s počtem 21 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1976 se 6 dny se srážkami do 15 mm.



Obr. 33 Počet dnů v měsíci červen za sledované období se srážkami do 15 mm na stanici Velké Meziříčí

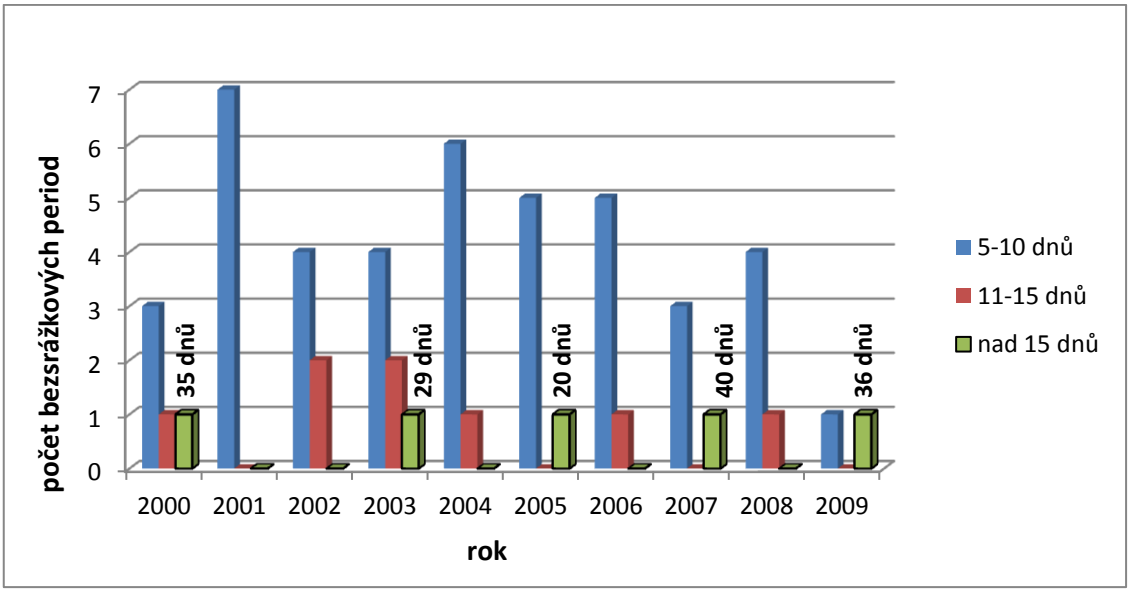
6.2.5 Bezesrážkové periody

Na obr. 34 lze vidět počet bezesrážkových period za dekádu mezi roky 1961 až 1970. Nejdelší bezesrážková perioda byla v roce 1968 v počtu 17 dnů.



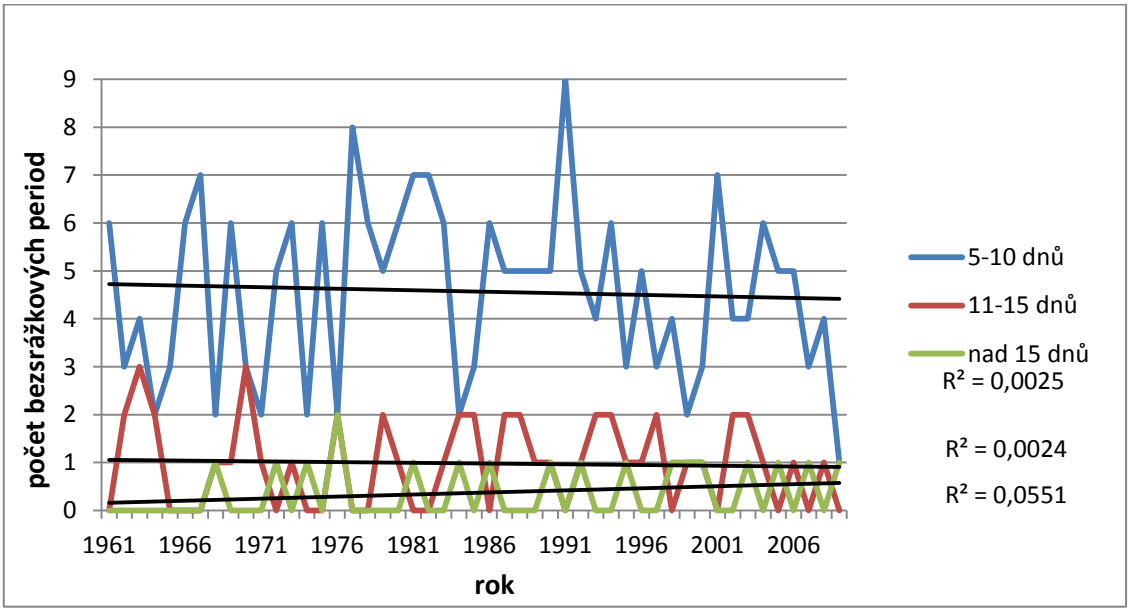
Obr. 34 Bezesrážkové periody za měsíce březen, duben, květen a červen v letech 1961-1970 na stanici Velké Meziříčí

Na obr. 35 lze vidět počet bezesrážkových period za dekádu mezi roky 2000 až 2009. Z obr. 35 lze posoudit, že oproti období 1961 až 1970 značně přibývá počet bezsrážkových period nad 15 dnů. Nejdelší bezsrážková perioda byla v roce 2007 s počtem 40 dnů.



Obr. 35 Bezesrážkové periody za měsíce březen, duben, květen a červen v letech 2000-2009 na stanici Velké Meziříčí

Na obr. 36 vidíme bezesrážkové periody ve vybraných měsících za celé měřené období v letech 1961 až 2010. Z křivek lineárního trendu lze posoudit, že za sledované období nepatrně klesají bezesrážkové periody od 5 až do 10 dnů. Naopak bezesrážkové periody od 11 až do 15 dnů úplně minimálně rostou. Nejdelší bezesrážkové období, tedy nad 15 dnů, podle křivky lineárního trendu nepatrně roste.



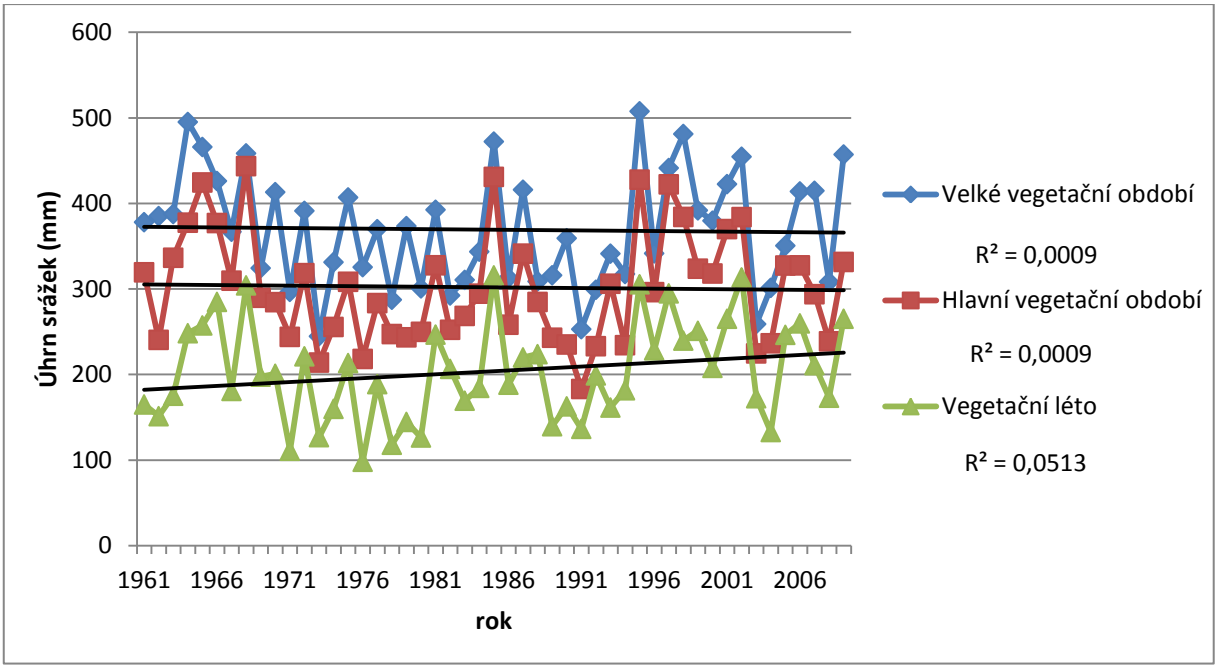
Obr. 36 Bezesrážkové periody za měsíce březen, duben, květen a červen v letech 1961-2010 na stanici Velké Meziříčí

6.3 Velké Pavlovice

Stanice ve Velkých Pavlovicích se zařazuje mezi základní automatické stanice. Lokalitu, kterou zastupuje stanice Velké Pavlovice z pohledu teploty a srážek analyzoval např. Žalud et a. (2009) nebo Kozlovská, Toman (2012).

6.3.1 Srážky ve vegetačních obdobích

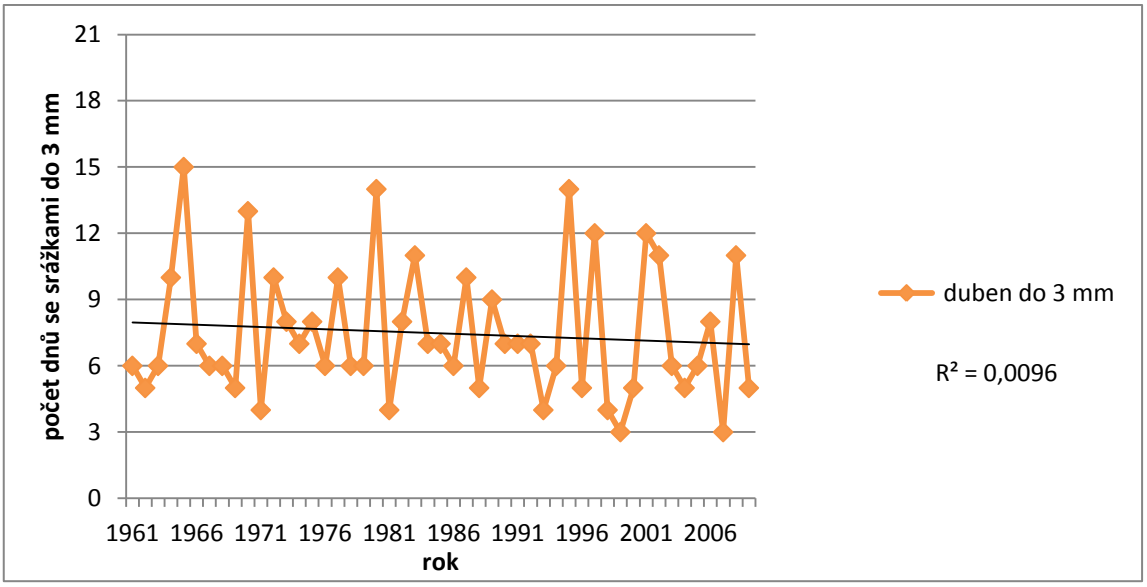
Úhrn srážek ve velkém vegetačním období za studované období na stanici Velké Meziříčí za období 1961 až 2010 se pohyboval od 245 mm, který byl naměřen roku 1973 do 508 mm, který byl naměřen v roce 1995. V hlavním vegetačním období bylo naměřeno maximum srážek v roce 1968 a to 444 mm. Minimum srážek bylo naměřeno 183 mm v roce 1991. Ve vegetačním létě bylo maximum srážek naměřeno 316 mm v roce 1985 a minimum srážek bylo v roce 1976 v počtu 98 mm. Z toho lze posoudit, že za sledované období lze považovat rok 1995 jako rok s nejvyšším úhrnem srážek ve vegetačních obdobích. Na situaci v jednotlivých letech poukazuje Obr. 37.



Obr. 37 Úhrn srážek ve vegetačních obdobích v letech 1961 až 2010 na stanici Velké Pavlovice

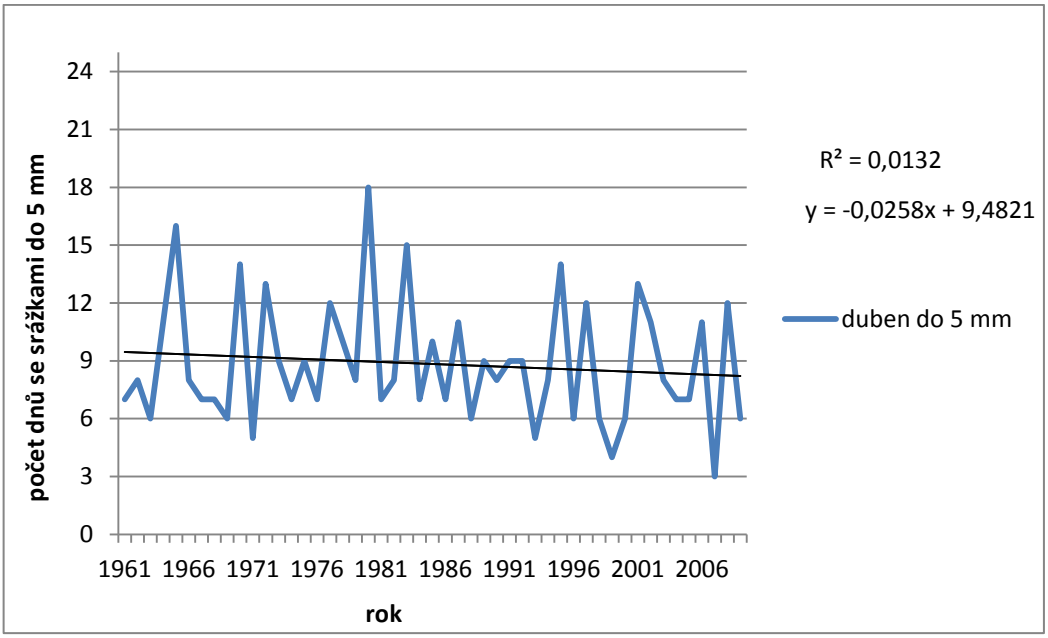
6.3.2 Počet dnů v měsíci duben s nízkými srážkovými úhrny

Jak lze vidět na Obr. 38 za sledované období úhrn srážek do 3 mm mírně klesá, jak lze vidět z chodu křivky lineárního trendu. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci duben bylo v roce 1965 s počtem 15 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1999 s 3 dny se srážkami do 3 mm.



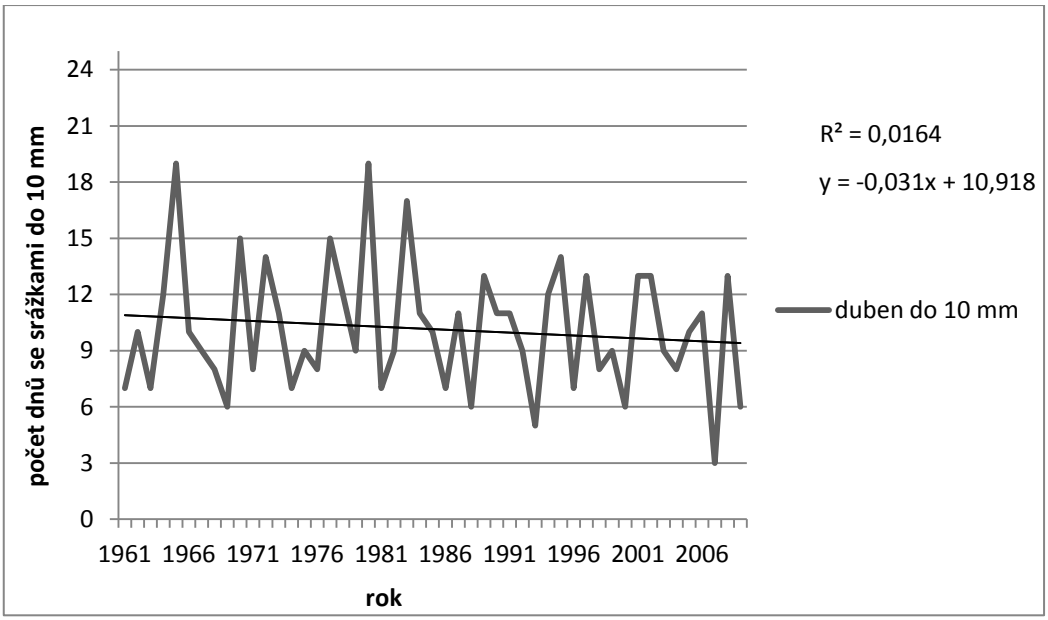
Obr. 38 Počet dnů v měsíci duben za sledované období se srážkami do 3 mm na stanici Velké Pavlovice

Z Obr. 39 lze posoudit, že chod křivky lineárního trendu oproti srážkám do 3 mm klesá ještě patrněji. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci duben bylo v roce 1980 s počtem 18 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 2007 s 3 dny se srážkami do 5 mm.



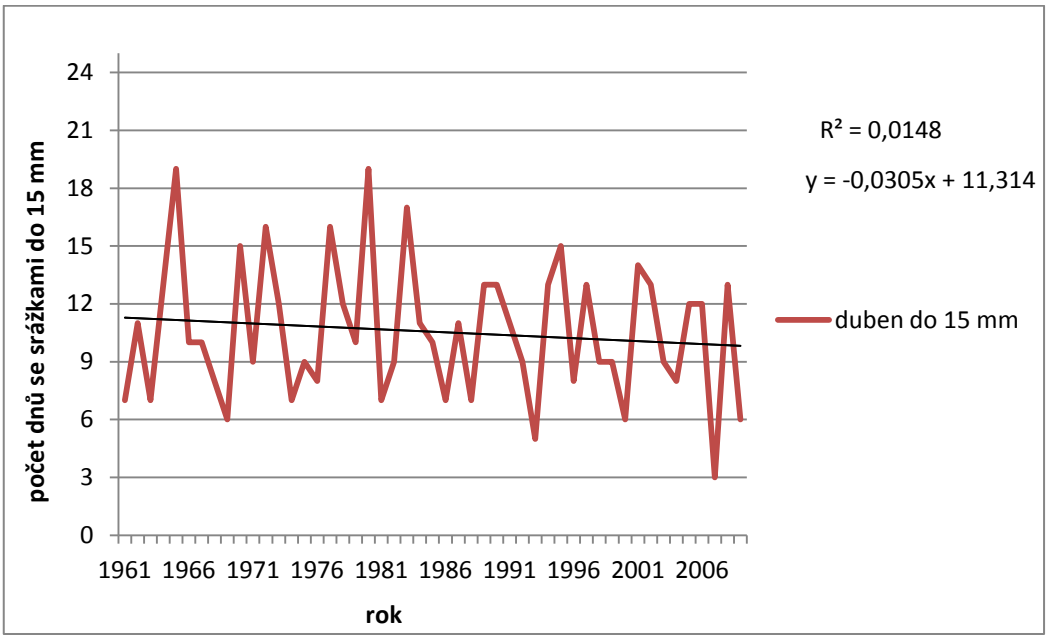
Obr. 39 Počet dnů v měsíci duben za sledované období se srážkami do 5 mm na stanici Velké Pavlovice

Na Obr. 40 je vidět, že chod křivky lineárního trendu za sledované období oproti srážkám do 3 a 5 mm nepatrně klesá. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci červen bylo v letech 1965 a 1988 s počtem 19 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 2007 se 3 dny se srážkami do 10 mm.



Obr. 40 Počet dnů v měsíci duben za sledované období se srážkami do 10 mm na stanici Velké Pavlovice

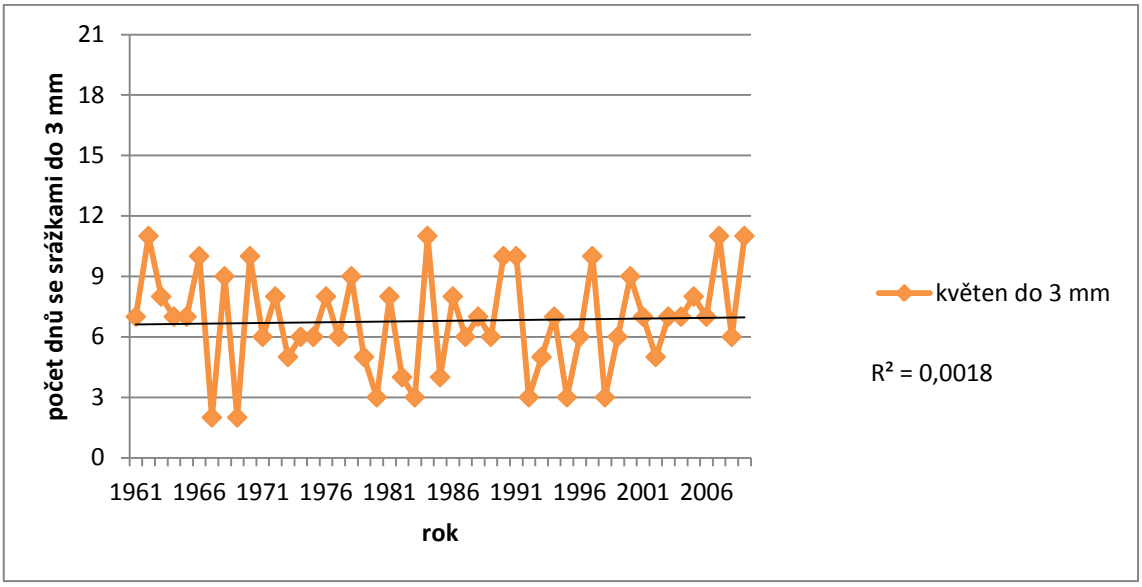
Z Obr. 41 lze posoudit, že chod křivky lineárního trendu oproti srážkám do 10 mm nepatrně roste. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci duben bylo v roce 1965 a 1980 s počtem 19 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 2007 s 3 dny se srážkami do 15 mm.



Obr. 41 Počet dnů v měsíci duben za sledované období se srážkami do 15 mm na stanici Velké Pavlovice

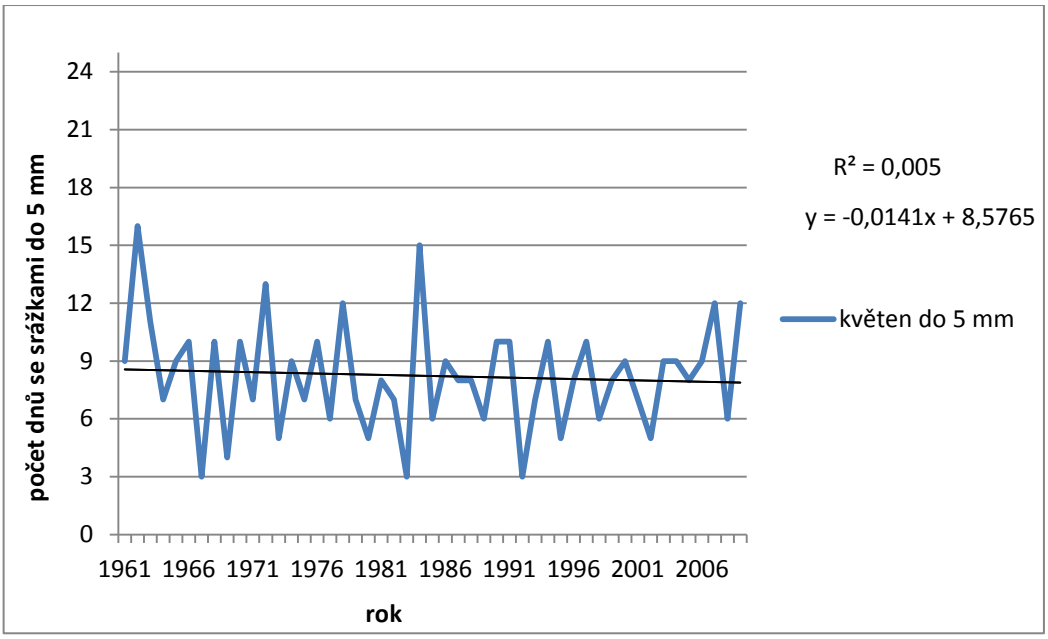
6.3.3 Počet dnů v měsíci květen s nízkými srážkovými úhrny

Na Obr. 42 je vidět, že chod křivky lineárního trendu za sledované období nepatrně roste. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci květen bylo v roce 1962 s počtem 11 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1967 se 2 dny se srážkami do 3 mm.



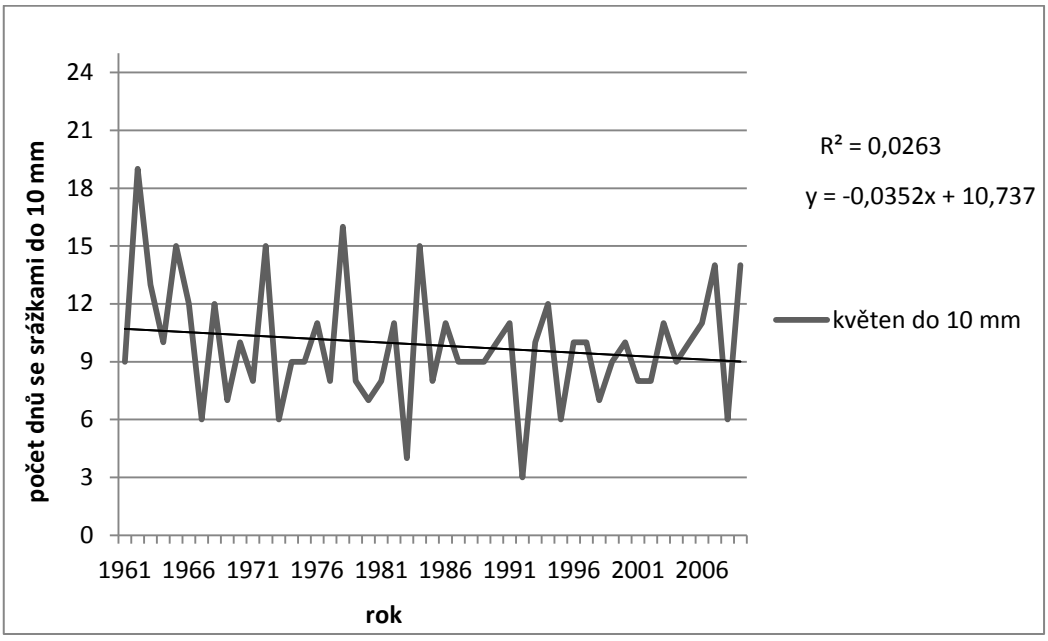
Obr. 42 Počet dnů v měsíci květen za sledované období se srážkami do 3 mm na stanici Velké Pavlovice

Z Obr. 43 lze posoudit, že chod křivky lineárního trendu za sledované období oproti srážkám do 3 mm mírně klesá. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci květen bylo v roce 1962 s počtem 16 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1983 a 1992 se 3 dny se srážkami do 5 mm.



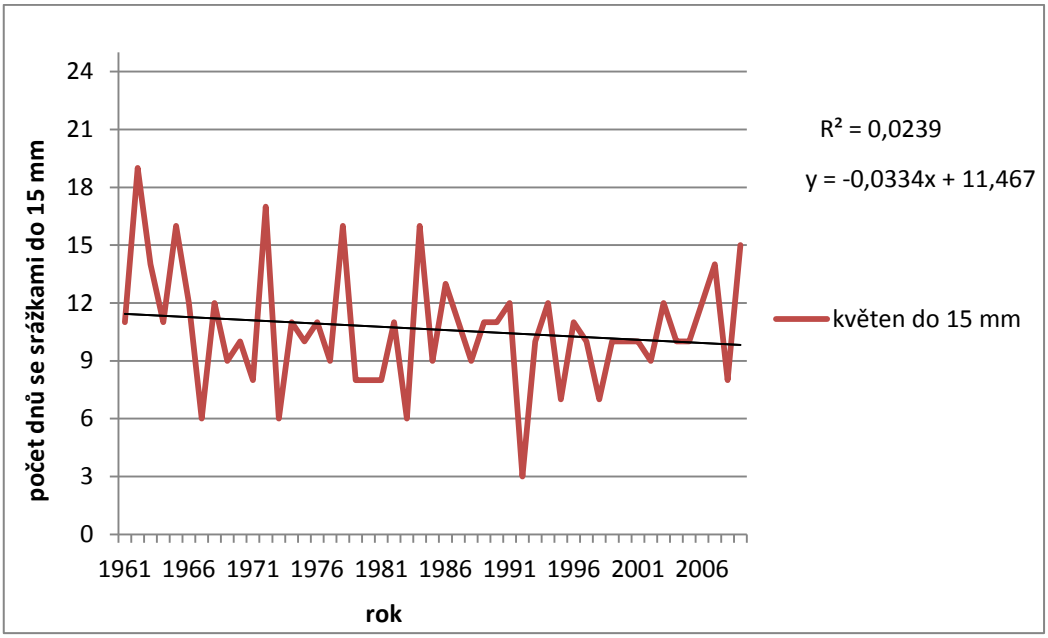
Obr. 43 Počet dnů v měsíci květen za sledované období se srážkami do 5 mm na stanici Velké Pavlovice

Jak lze vidět na obr. 44 za sledované období úhrn srážek do 10 mm mírně klesá oproti srážkám do 3 a do 5 mm, jak lze vidět z chodu křivky lineárního trendu. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci květen bylo v roce 1962 s počtem 19 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1992 se 3 dny se srážkami do 10 mm.



Obr. 44 Počet dnů v měsíci květen za sledované období se srážkami do 10 mm na stanici Velké Pavlovice

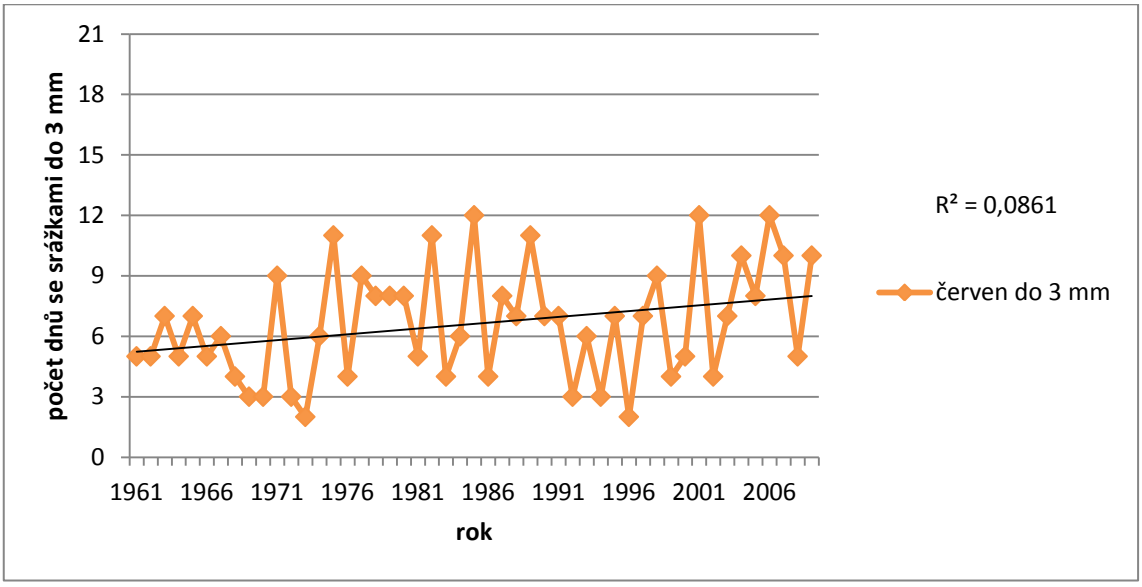
Na Obr. 45 je vidět, že chod křivky lineárního trendu za sledované období úplně napatrně roste oproti srážkám do 10 mm. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci květen bylo v roce 1962 s počtem 19 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1992 se 3 dny se srážkami do 15 mm.



Obr. 45 Počet dnů v měsíci květen za sledované období se srážkami do 15 mm na stanici Velké Pavlovice

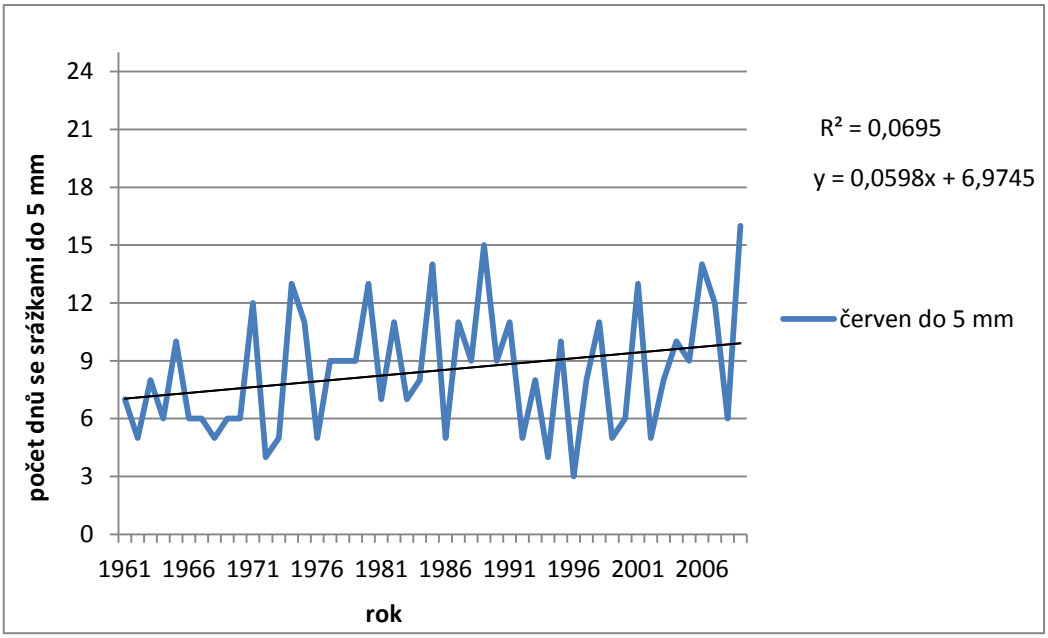
6.3.4 Počet dnů v měsíci červen s nízkými srážkovými úhrny

Z Obr. 46 lze posoudit, že chod křivky lineárního trendu za sledované období výrazně vzrostl. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci červen bylo v roce 1985 s počtem 12 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1973 se 2 dny se srážkami do 3 mm.



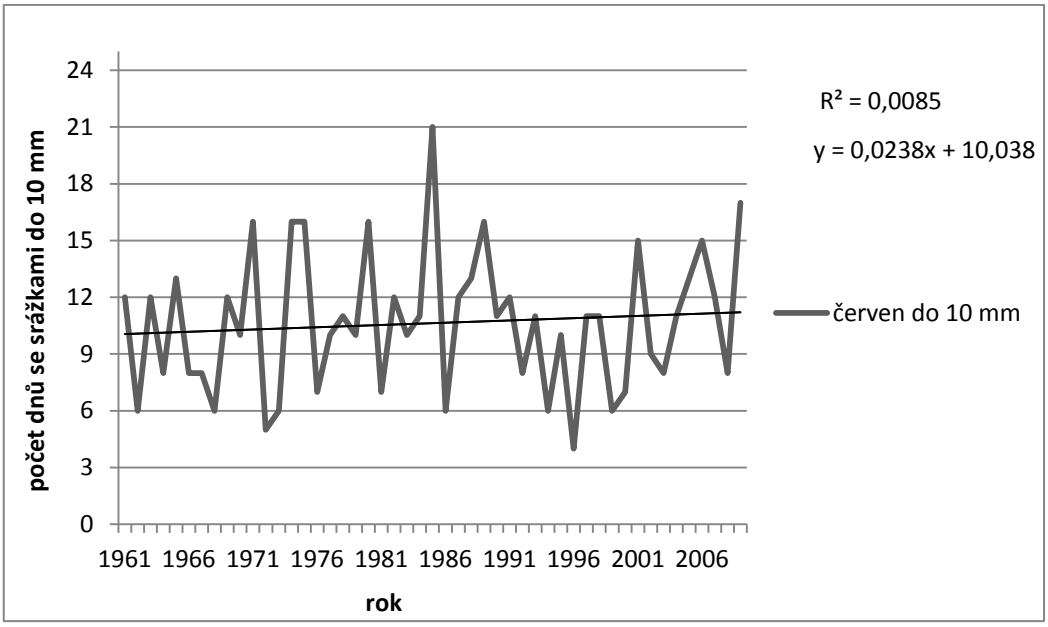
Obr. 46 Počet dnů v měsíci červen za sledované období se srážkami do 3 mm na stanici Velké Pavlovice

Na Obr. 47 je vidět, že chod křivky lineárního trendu za sledované období oproti srážkám do 3 mm lehce klesá. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci červen bylo v roce 2009 s počtem 16 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1996 se 3 dny se srážkami do 5 mm.



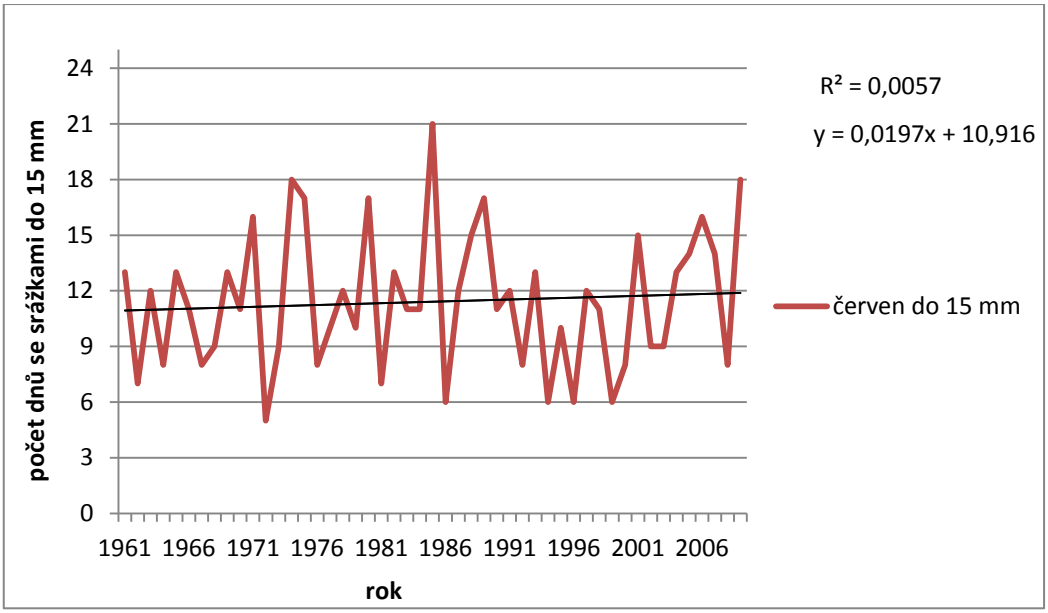
Obr. 47 Počet dnů v měsíci červen za sledované období se srážkami do 5 mm na stanici Velké Pavlovice

Jak lze vidět na Obr. 48 za sledované období úhrn srážek do 10 mm mírně klesá oproti srážkám do 3 a 5 mm, jak lze vidět z chodu křivky lineárního trendu. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci červen bylo v roce 1985 s počtem 21 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1996 s 4 dny se srážkami do 10 mm.



Obr. 48 Počet dnů v měsíci červen za sledované období se srážkami do 10 mm na stanici Velké Pavlovice

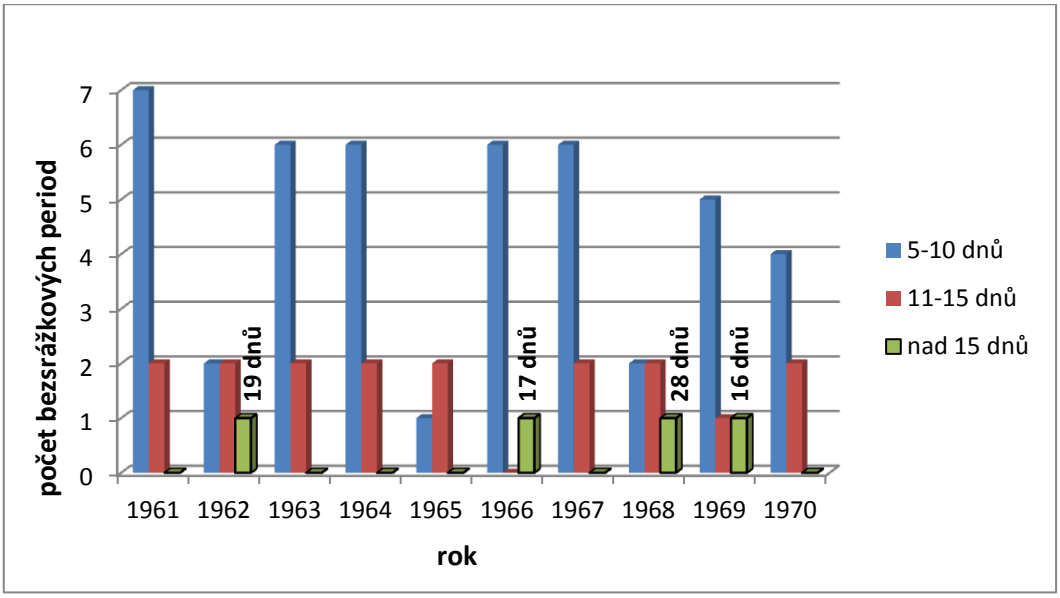
Z Obr. 49 lze posoudit, že chod křivky lineárního trendu za sledované období ještě nepatrně klesl oproti srážkám do 10 mm. Nejvyšší počet dnů s nízkými úhrny srážek v měsíci červen bylo v roce 1985 s počtem 21 dnů a nejméně dnů se srážkami byl rok 1972 s 5 dny se srážkami do 15 mm.



Obr. 49 Počet dnů v měsíci červen za sledované období se srážkami do 15 mm na stanici Velké Pavlovice

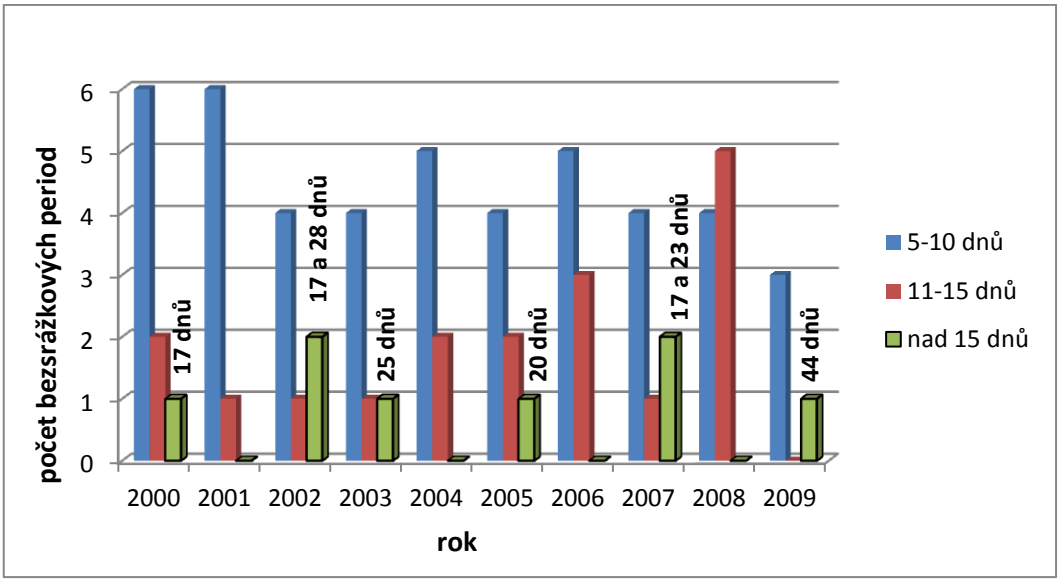
6.3.5 Bezesrážkové periody

Bezesrážkové periody v této oblasti analyzoval Rožnovský (2014). Na obr. 50 lze vidět počet bezesrážkových period za dekádu mezi roky 1961 až 1970. Nejdelší bezesrážková perioda byla v roce 1968 v počtu 28 dnů. Z obr. lze posoudit, že oproti předchozím stanicím, které jsou umístěny ve větší nadmořské výšce zde bezesrážkových period přibývá.



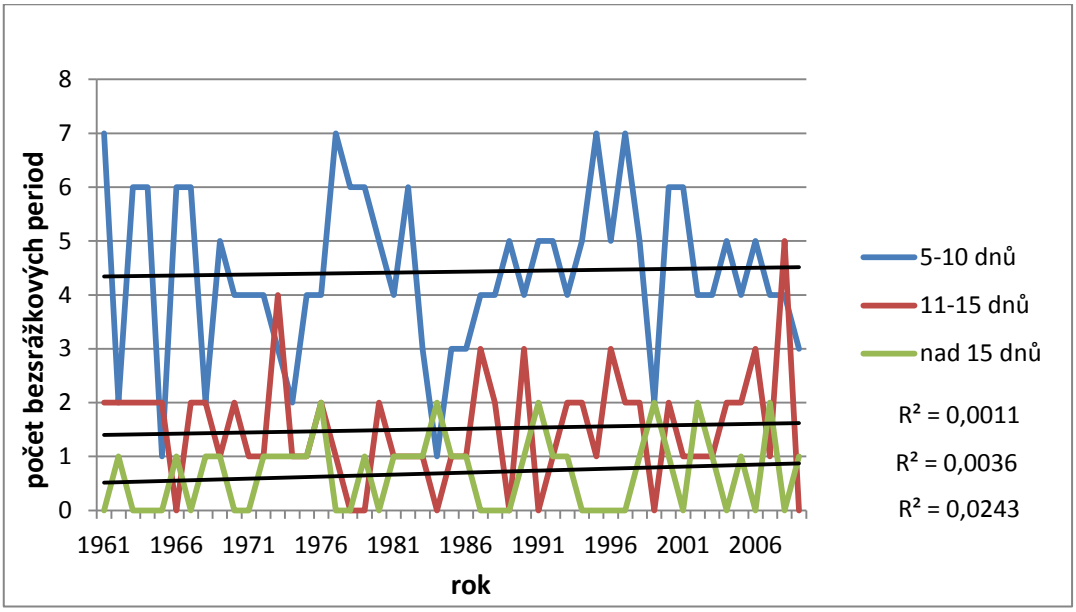
Obr. 50 Bezesrážkové periody za měsíce březen, duben, květen a červen v letech 1961-1970 na stanici Velké Pavlovice

Na obr. 51 lze vidět počet bezesrážkových period za dekádu mezi roky 2000 až 2009. Z obr. 51 lze posoudit, že oproti období 1961 až 1970 značně přibývá počet bezsrážkových period, zejména těch nad 15 dnů. Nejdelší bezsrážková perioda byla v roce 2009 s počtem 44 dnů. V roce 2002 byly dvě bezesrážkové periody nad 15 dnů s počtem 17 a 28 dnů, tudíž byly bezesrážkové periody v tomto roce za vybrané období 45 dnů.



Obr. 51 Bezesrážkové periody za měsíce březen, duben, květen a červen v letech 2000-2009 na stanici Velké Pavlovice

Na obr. 52 vidíme bezesrážkové periody ve vybraných měsících za celé měřené období v letech 1961 až 2010. Z křivek lineárního trendu lze posoudit, že za sledované období nepatrně rostou všechny bezesrážkové periody, jak od 5 až do 10 dnů, od 11 až do 15 dnů, tak i bezesrážkové periody nad 15 dnů.



Obr. 52 Bezesrážkové periody za měsíce březen, duben, květen a červen v letech 1961-2010 na stanici Velké Pavlovice

7 ZÁVĚR

Diplomová práce se zabývá analýzou počtu srážkových dní a srážkových úhrnů na klimatologických stanicích v Bystřici nad Pernštejnem, Velkém Meziříčí a Velkých Pavlovicích v období 1961 až 2010.

Jejich průběh byl znázorněn pomocí liniových a sloupkových grafů. Rozhodujícím pro analýzu dat a časových řad byl průběh křivek lineárního trendu. Liniové grafy byly zvoleny proto, aby pomocí nich byly okamžitě viditelné případné změny v chodu resp. množství srážek. U bezesrážkových period v jednotlivých dekádách byly vybrány sloupcové grafy, aby byly okamžitě rozpoznatelné jednotlivé rozdíly v délkách period.

Hlavním cílem práce bylo vyhodnotit vybrané klimatologické stanice z pohledu výskytu a četnosti srážek ve velkém vegetačním období, hlavním vegetačním obdobím a ve vegetačním létě. Ve vegetačních obdobích nebylo podle údajů prokázáno, že počet srážek roste či klesá. Tento závěr je i v souladu s jinými v práci citovanými autory.

Dílčím cílem bylo vyhodnotit změny v rozdělení srážek se zaměřením na dny s nízkými srážkovými úhrny (do 3, 5, 10 a 15 mm) v měsících březen, duben, květen na vybraných stanicích. Podle námi vytyčené hypotézy by vzhledem klimatické změně (oteplování) by měly dny se srážkami s nízkými srážkovými úhrny klesat. To se mělo logicky prokázat v této diplomové práci. Za sledované období se ve sledovaných obdobích ukázalo, že pro většinu měsíců tato hypotéza neplatí. Chod křivky lineárního trendu na žádné ze sledovaných stanic neukazuje statistickou průkaznost klesání, ale ani stoupání dní s nízkými úhrny srážek.

Dalším dílčím cílem bylo vyhodnotit bezesrážkové periody od 5 do 10 dnů, 10 až 15 dnů a nad 15 dnů na vybraných stanicích v měsících březen, duben, květen až červen. Za sledované období se prokázalo, že počet dlouhých bezesrážkových period, tedy nad 15 dnů, na zvolených klimatologických stanicích roste. Podle určitých předpokladů to znamená, že v budoucnu můžeme očekávat zvyšování bezesrážkových period.

Závěrem je možné dále konstatovat, že na vybraných stanicích v období 1961 až 2010 se množství srážek významně nezměnil, což může znamenat do budoucnosti vzhledem k prokazatelnému trendu oteplování a zvyšující se evapotranspirace významnou negativní skutečností pro české zemědělství.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BRÁZDIL, R. a TRNKA, M. Sucho v Českých zemích: minulost, současnost, budoucnost. Brno: Centrum výzkumu globální změny Akademie věd České republiky, 2015. ISBN 978-80-87902-11-0.

FRYČ, T. 2009. Meteorologická a klimatologická automatizovaná staniční síť, Českého hydrometeorologického ústavu. Meteorologické zprávy. Praha: 62, 10–12. ISSN 0026-1173.

HÁJKOVÁ, L., VOŽENÍLEK, V., TOLASZ, R., KOHUT, M., MOŽNÝ, M. (2012): Atlas fenologických poměrů Česka. Univerzita Palackého v Olomouci, 320s.978-80-244-3005-8

HLAVINKA, P., TRNKA M., SEMERÁDOVÁ, D., DUBROVSKÝ M., ŽALUD, Z., MOŽNÝ, M. 2009. Effect of drought on yield variability of key crops in Czech Republic. *Agricultural and Forest Meteorology,* 149: 431–442.

HOLÝ, M. et al. 1994. Eroze a životní prostředí. Praha: ČVUT. ISBN 80-01-010783.

KEMEL, M. 1996. Klimatologie, meteorologie, hydrologie. Vydavatelství ČVUT, Praha. ISBN 80-01-01456-8.

KOZLOVSKÁ, S., TOMAN, F. 2012. Analýza rozložení denních srážkových úhrnů v průběhu roku u vybraných stanic jižní Moravy. In FIALOVÁ, J. Krajinné inženýrství. 1.vyd. Brno: Ediční středisko Mendelovy univerzity v Brně, 2012, s. 85-89. ISBN 978-80-87384-03-9.

KURPELOVÁ, M., COUFAL, L., ČULÍK, J., 1975: Agroklimatické podmienky ČSSR. Hydrometeorologický ústav, Príroda, Bratislava, s. 270

MORGAN, R., CHARLES, P. 2005. Soil erosion and conservation. 3rd ed. Malden: B. 304 s. ISBN 1-4051-1781-8.

PODHRÁZSKÁ, J. 2014. Degradace půdy erozí v podmínkách jižní Moravy. In: krajině. Mikulov, 8. – 9. 4. 2014, ISBN 978-80-87577-30-1.

POKORNÝ, E., STŘALKOVÁ, R., BRTNICKÝ, M., FOUKALOVÁ, J., DENEŠOVÁ, O., PODEŠVOVÁ, J. 2011. Analýza dlouhodobých srážkových a teplotních řad

a hodnocení jejich dopadu na změny vlastností půd vybraného agroekosystému. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 118 s. ISBN 978-80-7375-584-3.

ROŽNOVSKÝ, J.. *Změny podnebí*. Ústí nad Labem: Univerzita Jana Evangelisty Purkyně, Fakulta životního prostředí, 2014. ISBN 978-80-7414-883-5.

ROŽNOVSKÝ, J., HAVLÍČEK. V. 1998. Bioklimatologie. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 155 s. ISBN 80-7157-291-8.

TOLASZ, R., a kol. 2007. Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia. 1. vyd. Praha: Český hydrometeorologický ústav. 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1.

TRNKA, M. a kol.: Zdroj Generel vodního hospodářství krajiny ČR, materiál MZe, 148 s.

SEVRUK, B. 1982. Methods of correction for systematic error in point precipitation measurement for operational use. World Meteorol. Org., Operational Hydrol. Rep. 21, WMO-NO. 589, 91 p.

ZAHRADNÍČEK P., ŠTĚPÁNEK P., TRNKA M., FARDA A. Půdní a zemědělské sucho: Projevy změny klimatu na území České republiky. 2016. ISBN 978-80-87361-55-9.

ŽALUD, Z. 2008. Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu - metodiky stanovení indikátorů ekosystémových služeb: Biological and technological aspects of sustainability of controlled ecosystems and their adaptability to climate change - indicators of ecosystem services : monografie. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 176 s. ISBN 978-80-7375-221-7.

ŽALUD, Z., a kol. 2009. Změna klimatu a české zemědělství - dopady a adaptace. 10. vyd. Brno: Folia Mendelovy zemědělské a lesnické univerzity v Brně. 154 s. 2. ISBN 978-80-7375-369-6.

Využité internetové zdroje:

Automatizace srážkoměrné sítě postupuje: Člunkový srážkoměr. *Český hydrometeorologický ústav pobočka Ústí nad Labem* [online]. 2015 [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: http://www.chmuul.org/aktuality/2015-05-nove-sreazkomery/

Česká televize: Kraj apeluje na zemědělce: bude sucho, změňte plodiny [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: http://www.ceskatelevize.cz/zpravodajstvi-brno/zpravy/266135-kraj-apeluje-na-zemedelce-bude-sucho-zmente-plodiny/?mobileRedirect=off

HEIM, R. R., 2002 A review of twentieth-century drought indices used in the United States. *Bulletin of the American Meteorological Society*. vol. 83, no. 8, p. 1149–1165.

Intersucho [online]. [cit. 2017-04-12]. Dostupné z: http://www.intersucho.cz/cz/

IN-počasí: Klima české republiky. [online]. 2014 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: http://www.in-pocasi.cz/archiv/klima.php

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. Zemědělství a změna klimatu. [online]. 2011 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/107060/Z101798_MZe_brozura_KLIMA_A5.pdf

Meteorologické stanice ČHMÚ. [online]. 2015 [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/OS/stanice/ShowStations_CZ.html

ROŽNOVSKÝ, J., Analýza extrémů počasí vzhledem k zemědělským plodinám. [online]. 2011 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/322905/Analyza_extremu_pocasi_vzhledem_k_zem._plodinam.pdf

ROŽNOVSKÝ, J., Možné dopady měnícího se klimatu na zemědělství v ČR. [online]. 2011 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: http://www.bioinstitut.cz/documents/bio1102_Zpravodaj1.pdf

TOLASZ, R., Měření srážek na stanicích ČHMÚ. [online]. 2010 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1276515350

TRNKA, P., Možné důsledky déletrvajícího sucha v naší krajině a ve světě. [online]. [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: http://user.mendelu.cz/xvlcek1/rrc/sucho/TRNKA_3.pdf

VALÁŠEK, L., Drsné vyhlídky. Na jihu Moravy může být sucho jako ve Středomoří. [online]. 2014 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: http://brno.idnes.cz/na-jihu-moravy-jako-ve-stredomori-dlf-/brno-zpravy.aspx?c=A140317_2046086_brno-zpravy_daj